



**TESIS DOCTORAL**

**AVANCES EN EL ANÁLISIS Y EVALUACIÓN  
DE LA CONDICIÓN FÍSICA DE JUGADORES  
DE BALONCESTO**

**DAVID MANCHA TRIGUERO**

**PROGRAMA DE DOCTORADO EN CIENCIAS DEL DEPORTE**

**2021**







## MODELO 1

**Asunto:** Rtdo. Impreso de Conformidad Defensa Tesis para su Conocimiento y Difusión

**Destinatario:** Sr. Coordinador de la Comisión Académica del Programa de Doctorado

Como Director/es de la Tesis doctoral titulada: “**Avances en el análisis y evaluación de la condición física de jugadores de baloncesto**”, realizada por D. **David Mancha Triguero**, de la cual se adjuntan dos ejemplares encuadernados, un ejemplar en formato digital (junto con el resumen en castellano, si procede) y el documento de actividades, para el cumplimiento de lo establecido en el artículo 45 de la Normativa de los estudios de Doctorado (D.O.E., 6 de marzo de 2014).

### INFORMAMOS:

A la **Comisión Académica del Programa de Doctorado** que la elaboración de la Tesis ha concluido y que la misma cumple con los criterios de calidad necesarios para que el doctorando pueda optar al Título de Doctor/a, por lo que:

### SOLICITAMOS

de la **Comisión Académica del Programa de Doctorado** que autorice la presentación de la Tesis a la Comisión de Doctorado.

Cáceres, a \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

Fdo: Cat. Sergio José Ibáñez Godoy

Fdo: Dr. Javier García Rubio





**TESIS DOCTORAL**

**AVANCES EN EL ANÁLISIS Y EVALUACIÓN  
DE LA CONDICIÓN FÍSICA DE JUGADORES  
DE BALONCESTO**

**DAVID MANCHA TRIGUERO**

**PROGRAMA DE DOCTORADO EN CIENCIAS DEL DEPORTE**

**CONFORMIDAD DE LOS DIRECTORES**

**La conformidad de los directores de la tesis consta en el  
original en papel de esta Tesis Doctoral**

**2021**



**UNIVERSIDAD**



**DE EXTREMADURA**

**TESIS DOCTORAL**

**AVANCES EN EL ANÁLISIS Y  
EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN  
FÍSICA DE JUGADORES DE  
BALONCESTO**

**- DAVID MANCHA TRIGUERO -**

**2021**



## **DEDICATORIA**

*A mis padres y hermano que son mis principales apoyos*





## AGRADECIMIENTOS

El primer día que llegué a Cáceres y a la Facultad de Ciencias del Deporte (Septiembre de 2010) no fui consciente de todo lo que iba a cambiar mi vida. Desde pequeño supe que quería estudiar Ciencias del Deporte y que mi vida estuviese ligada al deporte. La realidad ha superado la mejor de las expectativas. Cuando comencé en primer curso de grado no tenía ni la menor idea que mi relación con la Facultad de Ciencias del Deporte se iba a alargar más de 10 años. Lo que tenía en mente que fuese temporal y formativo, se ha convertido en una familia, mi casa y de la que no quiero separarme nunca. En primer lugar, quiero agradecer a **mis padres** todo su apoyo incondicional en todas mis decisiones desde que elegí la carrera hasta matricularme en el Doctorado. Su cariño y amor han hecho que en momentos duros, gracias a ellos, la única opción fuese continuar adelante. Agradecer los valores y la educación que me han dado, si no hubiese sido por ellos, no estaría hoy escribiendo este documento.

También me gustaría agradecer eternamente el apoyo que he recibido por parte de **mi hermano**. Una persona trabajadora, con valores, incansable y que siempre tiene un buen consejo o unas buenas palabras para animarte o ayudarte. Es un espejo en el que me miro todos los días y el referente al que parecerse.

A **Laura** por el apoyo y la ayuda brindada durante estos últimos años. Laura es amiga, compañera, pareja, traductora de confianza, apoyo y confidente. A través de estas pocas líneas no puedo agradecerte todo lo que has hecho por mí, pero es el comienzo. Hemos superado unas oposiciones y una Tesis Doctoral juntos, ¿Qué más podemos pedir? Tenemos muchos viajes pendientes que me gustaría que fueses el otro 50% de ellos.

A todos **mis amigos de la infancia**. Muchas gracias a Alberto, Gómez, Haba, Javi, Fran, Juan Antonio, Adri, Paco Puerto, Sánchez y Juan por seguir siendo el grupo de niños que comenzamos juntos en infantil y que a día de hoy seguimos juntos. Pediros disculpas porque en los últimos años no he podido estar en con vosotros todo lo que me hubiese gustado. Muchas gracias porque aunque pasa el tiempo, sigo sabiendo que estáis ahí como siempre.

A mis amigos y **compañeros de promoción** del Grado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, por los buenos momentos y vivencias que hemos tenido durante todos estos años y los momentos que nos quedan por compartir. Mencionar especialmente a Pedro, Portu, María, Paula, Sergio “Asturias”, Juan Pedro, Manolo y Chule. Destacar a Santos, un hermano aquí en Cáceres con el que además de clase compartimos 3 años de nuestra vida en la RU Muñoz Torrero y otros tantos que llevamos viviendo juntos. También agradecer a los profesores que tuve durante la carrera, de todos aprendí. Al resto del

personal de la facultad por su cercanía, amabilidad y cariño como el personal del Servicio de limpieza, personal de Secretaría y Conserjería, Alfonso en la cafetería y Maribel de biblioteca.

A **mis profesores** que he tenido durante infantil, primaria y secundaria. Me gustaría agradecerles el trabajo que realizaron conmigo y son gran parte también de este éxito. Me gustaría destacar a Doña Pili, mi profesora de primaria y a mis profesores de Educación Física que tuve en el instituto (Mari Luz Bote, Javier Serradilla, Toni y María Ángeles), que me contagiaron la pasión e ilusión que transmitían en sus clases.

Al **Club San Antonio Cáceres Basket** donde he realizado gran parte de las investigaciones que conforman este documento. Me gustaría dar las gracias a todos los jugadores que han formado parte de alguno de los estudios, entrenadores y a Manolo Moraga por su cercanía y facilidades que me ofrecía para todas las propuestas o solicitudes que le presentaba.

Al profesor **PhD. D. Antonio Paulo Ferreira** por facilitarme realizar la estancia de investigación en su universidad y bajo su tutela pudiendo acompañarle a sus clases, investigaciones y proyectos. También me gustaría agradecer al grupo **SPERT LAB** de la FMH de Lisboa que me facilitasen un lugar de trabajo, de conversación, de colaboración y ayuda durante mi estancia en Lisboa. También me gustaría agradecer personalmente su cercanía, trato y amabilidad de Inês Santos y Ana Beatriz. Tampoco podía olvidarme de **PhD. D. Hermínio Barreto** por su carisma, cercanía, conocimientos, frases célebres cargadas de sabiduría con las que me recibía diariamente a mi llegada.

Por último, pero no menos importante, me gustaría agradecer a todos mis **compañeros del grupo GOERD**. A compañeros doctorandos y a profesores. Muchas gracias por estos años que hemos compartido y que no solo me han formado académicamente sino personal y laboralmente. Me gustaría agradecer a **Martín Gamonales** su cercanía, apoyo y ayuda en muchos de los momentos que hemos pasado juntos. Me ayudo ofreciéndome trabajo cuando lo necesitaba, me formó en un ámbito que desconocía como la gestión deportiva y me ofreció ser su mano derecha en el proyecto que tenemos en marcha con la Federación de Parálisis Cerebral. A **Carlos D. Gómez** "Clos Gómez". El último en llegar, pero se ha ganado el cariño y aprecio de todos los que conformamos el grupo. Un amigo que siempre está dispuesto a colaborar con los compañeros y a prestar su tiempo y trabajo para el que lo necesite. El GOERD sin gente como él no sería lo mismo. A **María Reina**, compañera en algunas asignaturas del Grado, del Máster, y Doctorado. Amiga, qué bonito es comenzar juntos, pero más bonito es acabarlo también juntos. También me gustaría agradecerle además de su trato cercano, su cariño y su buena predisposición para volver

al club haciendo lo que más nos gusta y formando una unión potente para responsabilizarnos del rendimiento físico del club entre los dos. Tampoco me podía olvidar de **Sergio González** su cercanía y alegría que transmite que, aún pasando mucho tiempo sin vernos siempre tiene un abrazo y un “Mañana voy a veros, nos vemos a las 8.30 en la cafetería con Alfonso para desayunar”. También a Arlette, José Antonio, Laura y Adrián, los últimos en llegar al grupo, por su amabilidad e ilusión que presentan en todo lo que se propone.

No puedo olvidarme de **PhD. D. Javier García** “Chapi” por su ayuda durante este proceso en el que se ha convertido en pieza fundamental, por su ilusión que transmite a través de la ciencia, por intentar siempre hacer cosas novedosas y conocer las últimas investigaciones en el ámbito, por sus charlas interesantes en cafetería y por su aporte en el campo de la estadística siendo para mí todo un referente.

A **PhD. D. Sergio J. Ibáñez**, un ejemplo académico y como persona. Es de apreciar y valorar que sigue teniendo la ilusión de un recién graduado y que trabaja incansablemente. Siempre ofrece todo lo que tiene para que la gente de su alrededor cada día sea mejor. Con estas palabras no puedo agradecerle todo lo que ha hecho por mí (muchas de las cosas ni las sabe). Tengo la suerte de poder decir que fui y seré un discípulo de Sergio Ibáñez. Sergio será siempre mi padre académico y tengo claro que gran parte de lo que consiga el día de mañana se lo debo a él. Como profesor es insuperable, pero como tutor, director y jefe, su calidad humana le hace ser inigualable.

*“Los grandes logros de cualquier persona generalmente dependen de muchas manos, corazones y mentes.”*

**Walt Disney**

Animador, empresario y guionista.



## AGRADECIMIENTOS INSTITUCIONALES

Trabajo desarrollado dentro del Grupo de Optimización del Entrenamiento y Rendimiento Deportivo (G.O.E.R.D.) de la Facultad de Ciencias del Deporte de la Universidad de Extremadura. Este trabajo ha sido parcialmente subvencionado por la Ayuda a los Grupos de Investigación (GR15122 y GR18170) del Gobierno de Extremadura (Consejería de Empleo, Empresa e Innovación); con la aportación de la Unión Europea a través de los Fondos Europeos de Desarrollo Regional, por las ayudas para el desarrollo de proyectos de investigación de la Universidad de Extremadura a través de la Acción II del Plan Propio de la UEX y por el programa ERASMUS+ a través de su Beca Quercus que permitió realizar una estancia de investigación en una Universidad Europea para poder Obtener la Mención de Tesis Doctoral con mención Internacional.



**JUNTA DE EXTREMADURA**

Consejería de Economía, Ciencia y Agenda Digital



**UEX INTERNATIONAL**









# ÍNDICES



Facultad de Ciencias del Deporte  
Universidad de Extremadura







*“A veces un ganador es simplemente un soñador que nunca se rindió”*

**Michael Jordan**

Jugador de baloncesto N.B.A., dos medalla de Oro JJOO, 6 veces campeón N.B.A.



## ÍNDICE

<b>Resumen</b> .....	29
<b>Resumo</b> .....	31
<b>Abstract</b> .....	33
<b>Capítulo 1.</b> Introducción.....	39
1.1 Fases para el desarrollo de la Tesis Doctoral.....	40
1.2. Capítulos de la Tesis Doctoral.....	43
<b>Capítulo 2.</b> Marco Teórico.....	53
2.1. Historia y Evolución del baloncesto.....	54
2.1.1. Historia y evolución del baloncesto mundial.....	55
2.1.2. Historia y evolución del baloncesto en España.....	55
2.2. La condición física en baloncesto.....	58
2.3. Capacidades físicas relevantes en la práctica del baloncesto.....	60
2.3.1. Capacidad Aeróbica.....	61
2.3.2. Capacidad Anaeróbica Láctica.....	62
2.3.3. Fuerza de Tren Inferior.....	62
2.3.4. Velocidad de Desplazamiento.....	62
2.3.5. Agilidad.....	63
2.3.6. Fuerza Centrípetas.....	63
2.4. Evaluación de las capacidades físicas.....	64
2.5. Demandas físicas-fisiológicas de la práctica del baloncesto.....	65
2.5.1. Carga Interna.....	66
2.5.2. Carga Externa.....	68
2.5.3. Demandas y requerimientos a través de la vía Aeróbica.....	69
2.5.4. Demandas y requerimientos a través de la vía Anaeróbica.....	70
2.6. Influencia de diferentes variables contextuales del entrenamiento de las demandas físicas-fisiológicas.....	71
2.6.1. Influencia de la metodología de entrenamiento de las demandas físico-fisiológicas.....	71
2.6.2. Influencia del momento de la temporada en las demandas físico-fisiológicas.....	74
2.7. Influencia de las demandas físicas-fisiológicas en el rendimiento final en competición. ....	75
<b>Capítulo 3.</b> Objetivos.....	81
3.1. Planteamiento del problema.....	81
3.2. Objetivos generales.....	83
<b>Capítulo 4.</b> Instrumentos.....	89
4.1. Dispositivo Inercial WIMU PRO™.....	89
4.2. Banda de frecuencia cardíaca.....	91
4.3. Sistema de Ultra Wide Band.....	92
4.4. Células fotoeléctricas.....	94
4.5. Batería SBAFIT.....	95
<b>Capítulo 5.</b> Estudios Desarrollados.....	101
5.1. Revisión Bibliográfica.....	101
5.1.1. Estudio I: Physical fitness in basketball players: A systematic review.....	101
5.2. Diseño del Instrumento.....	112
5.2.1. Estudio II: SBAFIT: A field-based test battery to assess physical fitness in basketball players.....	112
5.3. Cuantificación de las demandas físico-fisiológicas.....	128

5.3.1. Estudio III: Physical and physiological profiles of aerobic and anaerobic capacities in young basketball players.....	129
5.3.2. Estudio IV: Strength and speed profiles based on age and sex differences in young basketball players.....	141
5.4. Diferencias atendiendo a diferentes variables contextuales.....	152
5.4.1. Estudio V: Estudio comparativo de resistencia aeróbica y anaeróbica en jugadores de baloncesto en función de la metodología de entrenamiento.....	152
5.4.2. Estudio VI: Evolution of Physical Fitness in formative female basketball players: A case study.....	164
5.5. Relación entre las pruebas de condición física y la competición.....	173
5.5.1. Estudio VII: Are there differences between the loading of an anaerobic capacity test and an agility test in basketball players? .....	173
5.5.2. Estudio VIII: Does physical fitness influence the technical-tactical performance indicators in a professional female basketball team? .....	179
<b>Capítulo 6. Discusión.....</b>	<b>191</b>
6.1. Mostrar la evidencia científica sobre los test de condición física.....	192
6.2. Conocer los diferentes test que conforman la batería de test diseñada .....	197
6.3. Cuantificación de las demandas físico-fisiológicas.....	198
6.4. Analizar las diferencias y en las demandas físico-fisiológicas atendiendo a diferentes variables contextuales.....	207
6.4.1. Metodología de entrenamiento.....	207
6.4.2. Momento de la temporada.....	210
6.4.3. Diferencias por puestos específicos.....	212
6.5. Relación entre las pruebas de condición física y la competición.....	214
6.6. Reflexión final de la Discusión.....	219
<b>Capítulo 7. Conclusiones y Aplicaciones Prácticas.....</b>	<b>227</b>
7.1. Objetivo 1. Mostrar el nivel de evidencia científica sobre los test de condición física en baloncesto.....	227
7.2. Objetivo 2. Diseñar un instrumento.....	228
7.3. Objetivo 3. Analizar y cuantificar las demandas físico-fisiológicas.....	228
7.4. Objetivo 4. Analizar y describir las diferencias en función de diferentes variables contextuales.....	230
7.4.1. Influencia de la metodología de entrenamiento.....	230
7.4.2. Influencia de la posición de juego.....	230
7.4.2. Influencia del momento de la temporada.....	231
7.5. Analizar relaciones entre pruebas de condición física y la competición.....	232
<b>Capítulo 7. Conclusões e Aplicações Práticas.....</b>	<b>233</b>
<b>Chapter 7. Conclusions and Practical Applications.....</b>	<b>239</b>
<b>Capítulo 8. Fortalezas, Limitaciones y Prospectivas de Futuro.....</b>	<b>249</b>
8.1. Fortalezas de los estudios.....	249
8.2. Limitaciones de los estudios.....	250
8.3. Prospectivas de Investigación.....	250
<b>Capítulo 9. Referencias Bibliográficas.....</b>	<b>257</b>
<b>Capítulo 10. Artículos Originales.....</b>	<b>281</b>
<b>Capítulo 11. Anexos.....</b>	<b>417</b>
11.1. Anexo I: Comité de Bioética nº 67/2017.....	417
11.2. Anexo II: Comité de Bioética nº 233/2019.....	418

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cronología del proceso de elaboración de la Tesis Doctoral .....	40
Figura 2. Fases para el desarrollo de la Tesis Doctoral .....	40
Figura 3. Estudios desarrollados durante la Tesis Doctoral .....	46
Figura 4. Evolución de los documentos científicos encontrados en Web of Science. ....	54
Figura 5. Historial de los resultados obtenidos por España en campeonatos .....	56
Figura 6. Evolución del número de licencias federativas en baloncesto. ....	57
Figura 7. Evolución del número de licencias federativas en baloncesto en función del sexo .....	57
Figura 8. Habilidades primarias que intervienen en la práctica del baloncesto. ....	61
Figura 9. Imágenes sobre test de campo y test de laboratorio .....	64
Figura 10. Tipos de escalas RPE empleadas para cuantificar la carga. ....	68
Figura 11. Objetivos planteados en el desarrollo de la Tesis Doctoral .....	84
Figura 12. Dispositivo inercial Wimbu Pro <sup>tm</sup> empleado en las investigaciones. ....	90
Figura 13. Jugador portando el dispositivo inercial y arnés empleado. ....	91
Figura 14. Banda de frecuencia cardíaca y lugar de colocación en el deportista. ....	92
Figura 15. Representación gráfica del sistema de Ultra Wide Band. ....	93
Figura 16. Sistema completo para el empleo de Ultra Wide Band. ....	93
Figura 17. Sistema de células fotoeléctricas empleado en esta investigación .....	94
Figura 18. Conjunto de test y habilidades que evalúa la batería SBAFIT. ....	96
Figura 19. Diagrama de flujo de la revisión sistemática. ....	105
Figura 20. Representación gráfica de los test empleados en la literatura. ....	106
Figura 21. Distribución del terreno de juego para realizar el Test Aeróbico SIG/AER .....	115
Figura 22. Representación gráfica del Test Aeróbico SIG/AER. ....	116
Figura 23. Representación de las fracciones del circuito. ....	117
Figura 24. Distribución del terreno de juego para realizar el Test Anaeróbico SIG/ANA. ....	118
Figura 25. Representación gráfica del Test Anaeróbico SIG/ANA. ....	119
Figura 26. Representación gráfica sobre la ejecución del Test de Abalakov .....	121
Figura 27. Representación gráfica del Test de Multisaltos .....	122
Figura 28. Representación gráfica sobre la organización del Test RSA. ....	124
Figura 29. Representación gráfica del T Test. ....	125
Figura 30. Representación gráfica sobre la organización del T Test. ....	126
Figura 31. Representación gráfica sobre la organización del Test del Arco. ....	128
Figura 32. Resultados estandarizados del Test Aeróbico agrupados por edad y sexo. ....	135
Figura 33. Resultados estandarizados del Test Anaeróbico agrupados por edad y sexo. ....	136
Figura 34. Perfiles de rendimiento del Test de Abalakov y Multisaltos. ....	149
Figura 35. Perfiles de rendimiento del Test de RSA. ....	149

Figura 36. Representación gráfica del perfil autodefinido de los entrenadores analizados a través del cuestionario COQ.....	154
Figura 37. Resultados descriptivos de las pruebas realizadas en función de la posición de juego. ...	170
Figura 38. Resultados normalizados de las pruebas de valoración física en función del puesto específico. ....	183
Figura 39. Resumen de la Discusión abordada en la Tesis Doctoral .....	191
Figura 40. Resumen de las Conclusiones principales de la Tesis Doctoral.....	227

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Relación entre los objetivos planteados y los estudios realizados.....	45
Tabla 2. Orden de preferencia para la elección de los test de condición física.....	65
Tabla 3. Documentos seleccionados que evalúan la Capacidad Aeróbica.....	107
Tabla 4. Documentos seleccionados que evalúan la Capacidad Anaeróbica .....	108
Tabla 5. Documentos seleccionados que evalúan la capacidad de Salto.....	109
Tabla 6. Documentos seleccionados que evalúan la capacidad de Sprint .....	110
Tabla 7. Documentos seleccionados que evalúan la capacidad de ser Ágil.....	111
Tabla 8. Resultados descriptivos de la prueba aeróbica agrupados por sexo y edad. ....	137
Tabla 9. Resultados descriptivos de la prueba anaeróbica agrupados por sexo y edad. ....	138
Tabla 10. Análisis inferencial y effect size de las variables analizadas en función de la edad y el sexo .....	139
Tabla 11. Análisis de las diferencias por sexo del deportista en función de la edad de juego. ....	140
Tabla 12. Resultados descriptivos de las variables analizadas agrupados por edad y sexo.....	148
Tabla 13. Resultados de las diferencias encontradas en las variables analizadas en función de la edad y el sexo.....	151
Tabla 14. Resultados descriptivos de las variables pedagógicas. ....	157
Tabla 15. Resultados descriptivos e inferenciales de las pruebas de condición física. ....	159
Tabla 16. Resultados inferenciales de variables cualitativas del proceso de entrenamiento.....	160
Tabla 17. Resultados inferenciales de variables cuantitativas del proceso de entrenamiento. ....	161
Tabla 18. Prueba estadística de U de Mann Whitney para las variables de los test realizados .....	161
Tabla 19. Resultados de prueba T para Muestras Independientes.....	163
Tabla 20. Resultados de las pruebas Aeróbicas y Anaeróbicas.....	164
Tabla 21. Resultados descriptivos e inferenciales de las variable analizadas en función del momento de la temporada.....	172
Tabla 22. Resultados descriptivos e inferenciales de las variables analizadas en equipos de baloncesto .....	177
Tabla 23. Resultados del análisis de correlación realizado a través de Rho de Spearman.....	178
Tabla 24. Resultados de las pruebas de valoración física en función del puesto específico.....	184
Tabla 25. Resultados de las correlaciones bivariadas a través de Pearson de las variables de condición física y los IdJ Técnico-Tácticos de la competición.....	186





## LISTADO DE ACRÓNIMOS

**CF:** Condición Física/ Condição Física.

**PF:** Physical Fitness.

**IMUS:** Inertial Measurement Units.

**UWB:** Ultra Wide Band.

**SIATE:** Sistema Integral para el Análisis de las Tareas de Entrenamiento.

**SBAFIT:** Specific Basketball Battery Test.

**RSA:** Repeat Sprint Ability.

**ABK:** Abalakov.

**MJ:** MultiJump.

**COQ:** Coach of Questionnaire.

**FC Máx:** Frecuencia Cardíaca Máxima.

**FC Med:** Frecuencia Cardíaca Media.

**FC Rec:** Frecuencia Cardíaca en Recuperación (Reposo).

**% FC Max:** Porcentaje de Frecuencia Cardíaca Máxima

**Nº Circuitos:** Número de Circuitos realizados.

**GPS:** Global Position System.

**LPS:** Local Position System.

**Acc:** Aceleraciones.

**Decel:** Deceleraciones (Aceleraciones negativas).

**Acc/min:** Aceleraciones por minuto.

**Decel/min:** Deceleraciones por minuto.

**PL:** PlayerLoad.

**PL/min:** PlayerLoad por minuto.

**Impacts:** Impactos.

**SSG:** Small Sided Games.

**FG:** Full Games.

**EA:** Ejercicio de Aplicación.

**JC:** Juego Complejo.

**Dist. Expl:** Distancia Explosiva.

**IdJ:** Indicadores de Juego.







# RESUMEN





*“Seguir cuando crees que no puedes más,  
es lo que te hace diferente a los demás”*

**Rocky Balboa**

Boxeador en la ficción



## RESUMEN

La condición física en deportes como el baloncesto está en continua evolución debido a que el apartado condicional del practicante cada vez es más determinante en el juego. Para ello, el objetivo principal de la presente Tesis Doctoral es aumentar el limitado conocimiento científico relacionado con la condición física en jugadores de etapas formativas y nivel élite. A través del análisis de la aptitud física de los jugadores se han planteado cinco objetivos: **Objetivo 1.** Identificar y describir los test más empleados y con mayor similitud a la situación de juego real. **Objetivo 2.** Proponer el diseño de una batería de test de campo y específicos que midan la condición física integral del jugador de baloncesto. **Objetivo 3.** Crear perfiles de rendimiento en las diferentes capacidades evaluadas en función de diferentes variables de agrupación (sexo y edad). **Objetivo 4.** Describir y analizar las diferencias en la condición física de jugadores atendiendo a diferentes variables contextuales (metodología de entrenamiento, posición de juego y momento de la temporada). **Objetivo 5.** Buscar la correlación entre pruebas de valoración de la condición física con los indicadores de rendimiento técnico-tácticos de una competición.

Para cumplir los objetivos específicos, se han realizado ocho estudios científicos. Con ellos se pretende obtener resultados e información que permitan aumentar y mejorar en el conocimiento sobre las habilidades físicas evaluadas a través de test de condición física y la evolución que sufren durante las diferentes fases formativas. De esta forma, el primer trabajo que se ha realizado es una revisión de la literatura para conocer los documentos existentes relacionados con la evaluación de la condición física. En el segundo trabajo se ha diseñado una batería con diferentes test de campo y específicos para valorar la condición física del deportista. En el tercer y cuarto trabajo se han analizado la condición física a través de diferentes pruebas y se ha creado diferentes perfiles de rendimiento en función del sexo y categoría. En el quinto trabajo, los jugadores se enfrentaban a un test de capacidad aeróbica y otro de capacidad anaeróbica láctica para conocer la diferencias en la condición física en función de la metodología de entrenamiento bajo la que se encuentran. En el sexto, se realizó un análisis integral de la condición física de jugadoras femeninas en su última etapa formativa durante diferentes momentos de la temporada y se describía como evolucionaban las habilidades en función del puesto específico. En el séptimo trabajo,



se describieron las relaciones entre variables con la finalidad de agilizar las valoraciones y tener un mayor conocimiento del jugador enfrentándolo a la menor fatiga posible. Por último, en el octavo trabajo, se realizaron diferentes test de condición física a un equipo profesional de baloncesto y se buscó relaciones entre el nivel de condición física y los indicadores de rendimiento técnico-tácticos durante una competición.

Todo lo mencionado anteriormente en esta Tesis Doctoral es una recopilación completa de resultados que muestran los requerimientos que soportan los jugadores al enfrentarse a los diferentes test de valoración de la condición física. Además, se aportan un conjunto de evidencias para que los entrenadores y preparadores físicos de baloncesto tengan en cuenta a la hora de planificar el entrenamiento. La literatura existente sobre la valoración de la condición física en jugadores de baloncesto no es muy grande y principalmente está enfocada a equipos de categoría amateur que se encuentran en el alto nivel o forman parte de selecciones nacionales. El nivel de jugadores analizados, la demografía y los recursos económicos hace que, en la mayoría de investigaciones, la variedad en los test seleccionados o instrumental empleado sea heterogénea. Para ello, se ha diseñado un instrumento que valora el rendimiento físico del deportista a través de diferentes test. Además, se han establecido diferencias en la cuantificación de la carga que soportan durante los test en función de la edad, género, metodología de entrenamiento o puesto específico. Además, se han establecido perfiles de rendimiento en función de estas variables. También se aporta un conocimiento sobre que metodologías de entrenamiento son más propicias para emplear durante los entrenamientos y que ayuden a través del diseño de tareas a mejorar el nivel físico. En cuanto a la relaciones entre test que valoran capacidades diferentes, los resultados muestran que existe relación entre algunas de las pruebas. Estos resultados facilitan la labor del preparador físico para conocer el estado físico del deportista sin necesidad de realizar toda la batería diseñada completa. Por último, se muestra la importancia de un buen rendimiento físico en competición y como influye la condición física en los indicadores de rendimiento.

## RESUMO (PORTUGUÉS)

A condição física em esportes como o basquetebol está em evolução contínua devido ao fato de que a seção condicional do praticante é cada vez mais decisiva no jogo. Para isso, o objetivo principal desta Tese de Doutorado é aumentar o limitado conhecimento científico relacionado à condição física em jogadores de estágios formativos e de nível elite. Através da análise da aptidão física dos jogadores, foram traçados cinco objetivos: **Objetivo 1.** Identificar e descrever os testes mais utilizados e mais semelhantes à situação real de jogo. **Objetivo 2.** Propor o desenho de uma bateria de campo e testes específicos que meçam a condição física integral do jogador de basquetebol. **Objetivo 3.** Criar perfis de desempenho nas diferentes capacidades avaliadas com base em diferentes variáveis de agrupamento (sexo e idade). **Objetivo 4.** Descrever e analisar as diferenças na condição física dos jogadores, levando em consideração as diferentes variáveis contextuais (metodologia de treinamento, posição de jogo e época da temporada). **Objetivo 5.** Encontrar a correlação entre os testes de avaliação da aptidão física com os indicadores de desempenho técnico-tático de uma competição.

Para atender aos objetivos específicos, foram realizados oito estudos científicos. Com eles pretende-se obter resultados e informações que permitam aumentar e melhorar o conhecimento sobre as capacidades físicas avaliadas através de testes de condição física e a evolução que sofrem durante as diferentes fases de treino. Desta forma, o primeiro trabalho realizado é uma revisão da literatura para conhecer os documentos existentes relacionados com a avaliação da condição física. No segundo trabalho, uma bateria com diferentes testes de campo e específicos foi desenhada para avaliar a condição física do atleta. No terceiro e quarto trabalhos, a condição física foi analisada por meio de diferentes testes e diferentes perfis de desempenho foram criados com base no sexo e na idade. No quinto trabalho, os jogadores enfrentaram um teste de capacidade aeróbia e outro de capacidade anaeróbia láctica para conhecer as diferenças de condição física com base na metodologia de treinamento que estão submetendo. Na sexta, uma análise abrangente da condição física das jogadoras em sua última fase de formação foi realizada em diferentes momentos da temporada e foi descrito como as habilidades evoluíram em função da posição específica. No sétimo trabalho, as relações entre as variáveis foram descritas a fim de agilizar as avaliações

e ter um melhor conhecimento do jogador, enfrentando-o com o mínimo de cansaço possível. Por fim, no oitavo trabalho, foram realizados diferentes testes de condição física em uma equipe profissional de basquetebol e buscadas relações entre o nível de condição física e os indicadores de desempenho técnico-tático durante uma competição.

Tudo o que foi mencionado anteriormente nesta Tese de Doutorado é uma compilação completa de resultados que mostram as exigências que os jogadores enfrentam os diferentes testes de avaliação da condição física. Além disso, um conjunto de evidências é fornecido para que os técnicos e treinadores de basquetebol levem em consideração ao planejar o treinamento. A literatura existente sobre a avaliação da condição física em jogadores de basquetebol não é muito extensa e se concentra principalmente em equipes da categoria amadora que estão de alto nível ou fazem parte de seleções nacionais. O nível de jogadores analisados, dados demográficos e recursos econômicos significam que, na maioria das investigações, a variedade de testes selecionados ou instrumentos utilizados é heterogênea. Para isso, foi elaborado um instrumento que avalia o desempenho físico do atleta por meio de diferentes testes. Além disso, foram estabelecidas diferenças na quantificação da carga que suportam durante os testes com base na idade, sexo, metodologia de treinamento ou posição do jogo. Além disso, perfis de desempenho foram estabelecidos com base nessas variáveis. Também fornece conhecimento sobre quais metodologias de treinamento são mais adequadas para uso durante o treinamento e que auxiliam no planejamento de tarefas para melhorar a aptidão física. Quanto às relações entre testes que avaliam diferentes habilidades, os resultados mostram que existe uma relação entre alguns dos testes. Esses resultados facilitam o trabalho do treinador físico em saber o estado físico do atleta sem ter que realizar toda a bateria projetada. Por fim, mostra-se a importância do bom desempenho físico em competição e como a condição física influencia os indicadores de desempenho.

## ABSTRACT (INGLÉS)

The physical fitness in sports such as basketball is in continuous evolution due to the fact that the conditional section of the players is becoming and more decisive in the game. For this, the main objective of this Doctoral Thesis is to increase the limited scientific knowledge related to physical fitness in players of formative stages and elite level. Through the analysis of the physical fitness of the players, five objectives have been set: **Objective 1.** Identify and describe the tests most used and most similar to the real game situation. **Objective 2.** Propose the design of a battery of field and specific tests that measure the integral physical fitness of the basketball player. **Objective 3.** Create performance profiles in the different capacities evaluated based on different grouping variables (sex and age). **Objective 4.** Describe and analyze the differences in the physical fitness of players, taking into account different contextual variables (training methodology, game position and moment of the season). **Objective 5.** Find the correlation between physical fitness assessment tests with the technical-tactical performance indicators of a competition.

To meet the specific objectives, eight scientific studies have been conducted. With them it is intended to obtain results and information that allow increasing and improving the knowledge about the physical abilities evaluated through physical fitness tests and the evolution they suffer during the different training phases. In this way, the first work that has been carried out is a review of the literature to know the existing documents related to the evaluation of physical fitness. In the second work, a battery with different field and specific tests has been designed to assess the physical fitness of the player. In the third and fourth work, physical fitness has been analyzed through different tests and different performance profiles have been created depending on sex and age. In the fifth work, the players faced a test of aerobic capacity and another of lactic anaerobic capacity to know the differences in physical 33fitness based on the training methodology they are under. In the sixth, a comprehensive analysis of the physical fitness of female players in their last formative stage was carried out during different moments of the season and it was described how skills evolved depending on the specific position. In the seventh work, the relationships between variables were described in order to speed up the evaluations and have a better knowledge of the player, facing him with the least possible fatigue. Finally, in the eighth work, different

physical fitness tests were carried out on a professional basketball team and relationships were sought between the level of physical fitness and the technical-tactical performance indicators during a competition.

Everything mentioned previously in this Doctoral Thesis is a complete compilation of results that show the requirements that players face when facing the different physical fitness assessment tests. In addition, a set of evidence is provided for basketball coaches and strength and conditioning coaches to take into account when planning training. The existing literature on the assessment of physical fitness in basketball players is not very large and is mainly focused on amateur category teams that are at the high level or are part of national teams. The level of players analyzed, demographics, and economic resources mean that, in most investigations, the variety in the selected tests or instruments used is heterogeneous. For this, an instrument has been designed that assesses the athlete's physical performance through different tests. In addition, differences have been established in the quantification of the load they bear during the tests according to age, gender, training methodology or game position. Furthermore, performance profiles have been established based on these variables. Knowledge is also provided about which training methodologies are more conducive to use during training and that help through the design of tasks to improve the physical performance. Regarding the relationships between tests that assess different abilities, the results show that there is a relationship between some of the tests. These results facilitate the work of the strength and conditioning coaches to know the physical state of the athlete without having to perform the entire designed battery. Finally, the importance of good physical performance in competition and how physical condition influences performance indicators is shown.



# CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN





*“Puedo porque pienso que puedo”*

**Carolina Marín**

Jugadora de badminton, número 1 del mundo y Medalla de Oro JJOO 2016.





## CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

El baloncesto es un deporte de invasión que fue inventado por James Naismith, un profesor canadiense de Educación Física en 1891 en Springfield (Estados Unidos). Con el paso de los años, el deporte se ha popularizado llegando a estar entre los más practicados a nivel mundial y teniendo practicantes y competiciones en todos los continentes. Durante el proceso desde su creación hasta nuestros días, el baloncesto ha sufrido cambios en la normativa, reglas de juego, aspectos técnicos y tácticos, pero sobre todo en las demandas que soporta un jugador durante su práctica. Estos requerimientos repercuten directamente en la condición física (en adelante, CF) del deportista que debe hacer frente a las demandas del entrenamiento o competición. Un método para conocer estas demandas y si la planificación llevada a cabo por el entrenador es correcta o, por el contrario, debe modificarse, es la realización de test que valoren el estado físico del deportista. Por ello, el planteamiento general de esta Tesis Doctoral fue caracterizar las demandas que soportaban los jugadores ante los test que valoran diferentes capacidades y, además, conocer la evolución de las capacidades analizadas en los jugadores de diferentes etapas formativas y género.

Atendiendo a la normativa vigente de Doctorado de la Universidad de Extremadura, el documento de Tesis Doctoral ha sido diseñado por compendio de publicaciones y tiene por título **“Avances en el análisis y evaluación de la condición física de jugadores de baloncesto”**. El documento de Tesis Doctoral consta de un total de **8** artículos, en los que el candidato a Doctor es primer autor de todos ellos.

En la figura 1 se presenta la cronología que resume el proceso de elaboración de la Tesis Doctoral de manera organizada y detalla con el objetivo de cumplir con los plazos del programa de doctorado y llevar a cabo el desarrollo de la misma.

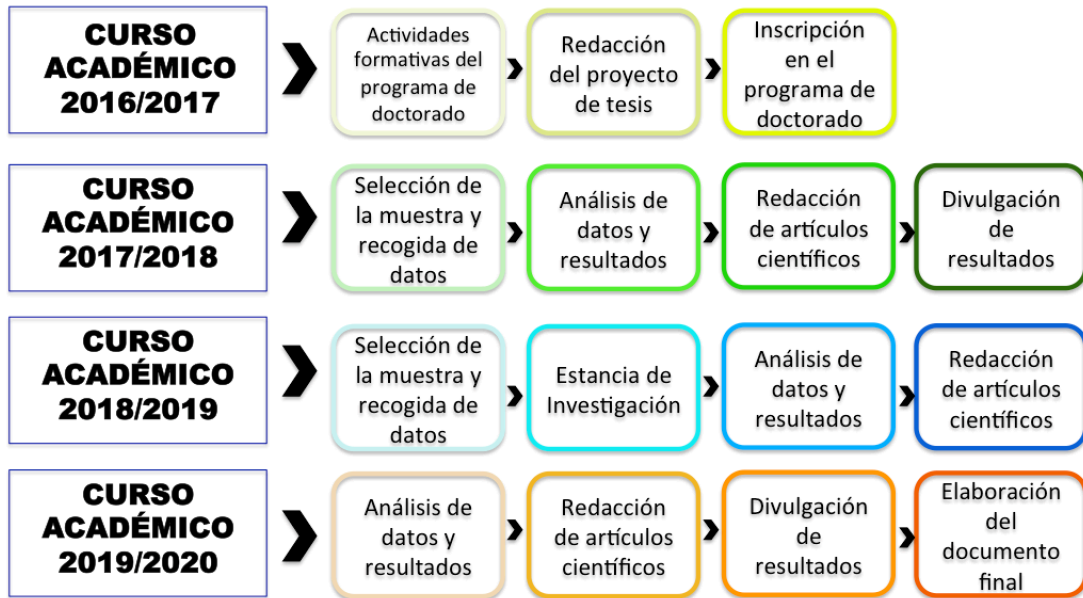


Figura 1. Cronología del proceso de elaboración de la Tesis Doctoral

### 1.1.Fases para el desarrollo de la Tesis Doctoral

Para llevar a cabo la investigación, se dividió el proyecto en 5 fases (Figura 2).

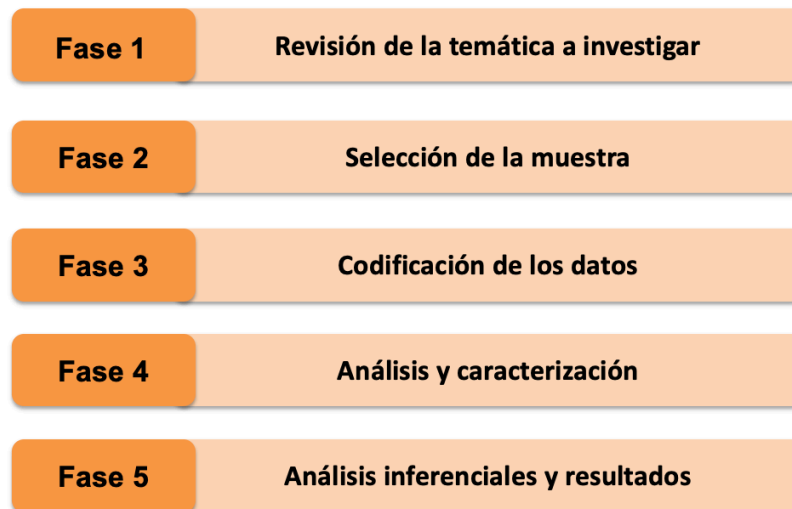


Figura 2. Fases para el desarrollo de la Tesis Doctoral

***Fase I: Revisión de la temática a investiga para el desarrollo, sistematización y diseño de un instrumento.***

En primer lugar, se realizó una contextualización acerca del estado del estudio de test de valoración de la condición física en jugadores de baloncesto. Seguidamente, se llevó a cabo un periodo de familiarización con los dispositivos inerciales (WIMU™, Realtrack Systems) que se iban a emplear en la recogida de datos para tener un mayor

domino no solo en el uso o manejo, sino también en el análisis e interpretación de los resultados con el objetivo de aprovechar al máximo sus capacidades.

En segundo lugar, se diseñó un instrumento para valorar la condición física de manera integral a través de test de campo específicos para jugadores de baloncesto. Además, se diseñó un protocolo de actuación para la recogida de datos. Esta etapa del trabajo fue muy importante, pues la elaboración del protocolo nos permitió una segura recogida de datos y un aprovechamiento del tiempo más eficaz, así como una mejora en el diseño del instrumento a utilizar. El protocolo contaba con dos periodos. En el primero, se centraba en la puesta a punto de los sistemas inerciales WIMU™, es decir, encendido, obtención de la señal y comienzo del grabado de datos de cada uno. En el segundo periodo, dividido en dos días, se llevaba a cabo la organización de las pruebas a realizar y colocación del material necesario. Para ayudar a una correcta planificación y obtención de los resultados, se diseñó una hoja de registro que variaba en función de la prueba a valorar. Por último, se solicitó los permisos para la recogida de datos.

#### **Fase II: Selección de la muestra y recogida de datos.**

En esta fase se seleccionó la muestra que iba a formar parte del proyecto, para la que debían cumplir un conjunto de requisitos previos:

- Equipos que participan en campeonato nacional: Con este requisito se buscaba que la muestra fuese de nivel y así, evitar posibles resultados alejados de la situación real o que desvirtuasen los valores medios.
- Baloncesto de formación: Este aspecto era el más importante, puesto que se considera la gran aportación al campo científico. Esto se debe a que en la mayoría de investigaciones se emplean como muestra equipos amateurs o selecciones nacionales. Estos resultados no pueden ser extrapolables a jugadores en etapas de formación. Por ello, en ocasiones se realizan pequeñas adaptaciones que hacen cometer errores de planificación y, por tanto, al resultado.
- Baloncesto de élite femenino: En este apartado también se aporta un conocimiento novedoso al campo del entrenamiento y que no es usual, puesto que la mayoría

de investigaciones en el baloncesto amateur están realizadas en el deporte mas masculino

➤ Características de los equipos:

- El equipo debe contar al menos con 10 jugadores con el objetivo de tener una muestra amplia.
- Entrenar al menos 4 horas y 30 minutos semanales sin tener en cuenta el partido.
- Competir como mínimo a nivel autonómico y participar en campeonato nacional de su categoría.
- Analizar el calendario competitivo para que las pruebas de valoración se realicen en los periodos de ausencia con la finalidad de no generar una fatiga extra que afecte a la competición.

Establecidos los requisitos mencionados, se procedió a la selección de la muestra priorizando la disposición de los equipos, la cercanía geográfica, etc. También se tuvo en cuenta el calendario competitivo de todos los equipos y se seleccionaron semanas de trabajo en las que no existiese competición durante el fin de semana (puentes, festivos o ausencias de competición por calendario).

**Fase III: Codificación de los datos.**

En primer lugar, se analizaron los resultados obtenidos de las pruebas realizadas a través del software SPRO™. Este software exportaba los resultados a documentos excel para su mejor almacenamiento.

Se realizó el análisis descriptivo de cada una de las variables para ver que valores muestra cada sujeto respecto al valor medio. Posteriormente, se realizó un análisis inferencial con el objetivo de conocer las posibles diferencias en función de las diferentes variables contextuales utilizaas (edad, género, posición de juego, momento de la temporada, ...).

**Fase IV: Análisis y caracterización de cada una de las categorías de cada capacidad a evaluar.**

En primer lugar, se realizó análisis descriptivos para la caracterización de cada capacidad y variables a evaluar en las diferentes etapas y sexo. Se elaboró un conjunto de estudios en los que se definió como se encuentra el objeto de estudio (capacidades físicas) en cada categoría y género. El mismo procedimiento realizado se utilizó para los diferentes análisis inferenciales o de correlación entre variables o capacidades físicas. Por último, los resultados fueron empleados en la realización de diferentes manuscritos científicos.

**Fase V: Análisis inferenciales y resultados**

Se realizó el mismo proceso que el apartado anterior, pero con el objetivo de conocer las diferencias y relaciones entre las diferentes variables y capacidades analizadas. Por último, se obtuvieron gran variedad de resultados a través de diferentes métodos estadísticos que fueron empleados en la realización de diferentes documentos científicos.

## **1.2. Capítulos de la Tesis Doctoral**

En la redacción de este documento se ha llevado a cabo un proceso lógico y coherente durante 10 capítulos. Estos capítulos están organizados en el documento con el objetivo de facilitar la lectura y comprensión de forma progresiva e íntegra. El proceso está compuesto por los siguientes capítulos: i) Introducción, ii) Marco Teórico, iii) Objetivos, iv) Instrumentos, v) Estudios realizados, vi) Discusión, vii) Conclusiones (en español, portugués e inglés), viii) Fortalezas, Limitaciones y Prospectivas de Futuro, ix) Referencias Bibliográficas, x) Anexos.

El **Capítulo 1** se muestra una pequeña Introducción con el objetivo de explicar por qué motivos el doctorando y autor del documento ha decidido realizar esta investigación. Además, este apartado también cuenta con un apartado que explica la cronología llevada a cabo y el procedimiento de elaboración (desde el comienzo hasta la realización de este documento).

El **Capítulo 2** está formado por el Marco Teórico donde se exponen las deficiencias de literatura científica en este tópico de investigación y, por tanto, las posibilidades

reales de realizar con este trabajo una gran contribución al ámbito científico. Se establecen 7 sub apartados: Historia y evolución del baloncesto; La CF en baloncesto; Capacidades físicas relevantes en la práctica del baloncesto; Evaluación de las capacidades físicas; Demandas físicas-fisiológicas de la práctica de baloncesto; Influencia de diferentes variables contextuales de entrenamiento en las demandas físicas-fisiológicas; Influencia de las demandas físicas-fisiológicas en el rendimiento en competición.

Seguidamente, el **Capítulo 3** se presentan los objetivos que se pretenden conseguir con el desarrollo de esta Tesis Doctoral. Los estudios realizados agruparon dentro de 5 grandes objetivos. Con la intención de dar respuesta al **objetivo 1** se realizó una revisión sistemática sobre el tópico a investigar para obtener un mayor conocimiento sobre el estado actual de la temática y facilitar procesos y objetivos posteriores. Conocida la ausencia de instrumentos específicos que valoren la CF de manera integral del deportista a través de test de campo, en el **objetivo 2** se diseñó un instrumento que aunase las características descritas y que facilitase la valoración de la CF de jugadores en etapas formativas y amateur. En el **objetivo 3** se crearon diferentes perfiles de rendimiento para agrupar los resultados de las variables analizadas en función del sexo y categoría. El **Objetivo 4** se centró en el análisis de la CF y la evolución de las variables en función del puesto específico durante una temporada completa. Estas diferencias mostraron que los entrenamientos y competición no afectan a todas las jugadoras de igual modo y que la posición de juego repercutía en esta evolución. También se realizó un control de las sesiones de entrenamiento y valoración de diferentes capacidades de CF en función de la metodología de entrenamiento que llevaban a cabo durante la planificación y entrenamientos. La metodología empleada en los entrenamientos repercute en la CF de los jugadores. Por último, en el **Objetivo 5** debido al elevado número de pruebas de valoración y en ocasiones el poco tiempo del que se dispone en el entrenamiento, se planteó diferentes correlaciones entre variables y pruebas con la finalidad de conocer si esas capacidades están relacionadas. Además, se buscó la relación que tiene la CF de los jugadores en la competición (a través de indicadores de rendimiento). En la tabla 1 se muestran los objetivos de esta Tesis Doctoral y los trabajos desarrollados.

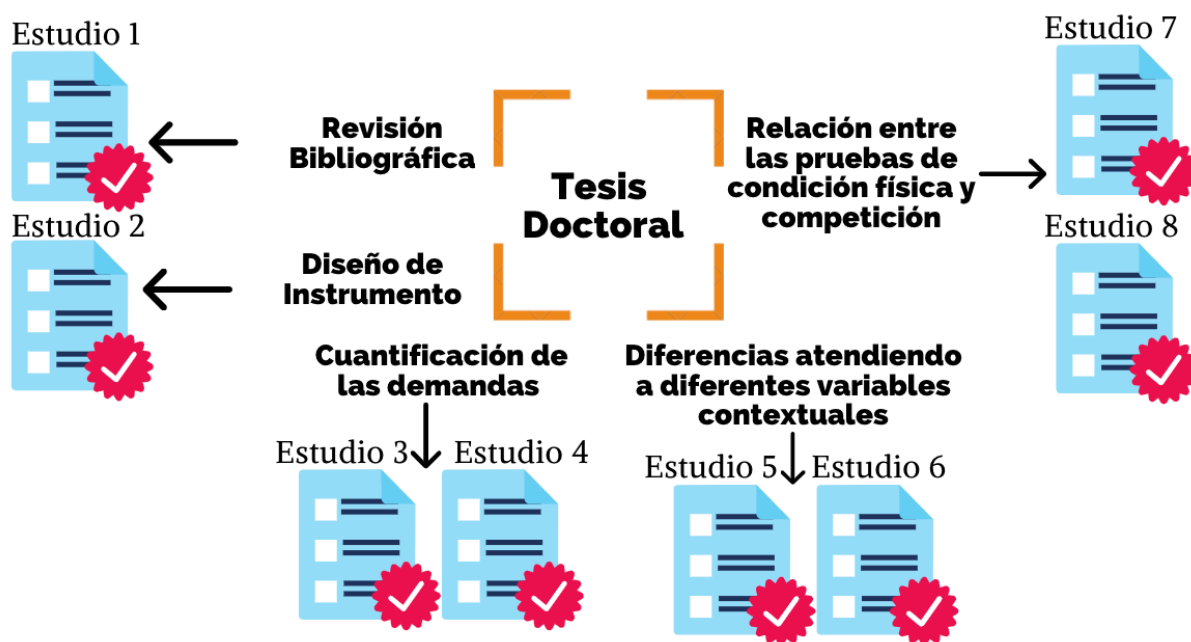


Tabla 1. Relación entre los objetivos planteados y los estudios realizados					
Objetivo	Tipo	Estudio	Index	F.I.	Q
Objetivo 1	Revisión bibliográfica.	Mancha-Triguero, D., García-Rubio, J., González-Calleja, J., & Ibáñez, S. J. (2019). Aptitud física en jugadores de baloncesto: una revisión sistemática. <i>The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness</i> , 9, 1513–1525.	JCR	1,302 (2018)	Q4
Objetivo 2	Diseño del Instrumento.	Mancha-Triguero, D., García-Rubio, J., & Ibáñez, S. J. (2019). Batería de test de campo para evaluar la condición física de jugadores de baloncesto: SBAFIT. <i>E-Balonmano.com Revista de Ciencias del Deporte</i> , 15(2), 107-126.	SJR		
Objetivo 3	Creación de perfiles de rendimiento físico.	Mancha-Triguero, D., García-Rubio, J., Antúnez, A., & Ibáñez, S. J. (2020). Physical and Physiological Profiles of Aerobic and Anaerobic Capacities in Young Basketball Players. <i>International Journal of Environmental Research and Public Health</i> , 17(4), 1409-1423.	JCR	2.849 (2019)	Q1
		Mancha-Triguero, D., García-Rubio, J., Gamonales, J. M., & Ibáñez, S. J. (2020). Strength and Speed Profiles Based on Age and Sex Differences in Young Basketball Players. <i>International Journal of Environmental Research and Public Health</i> , 18(2), 643-656	JCR	2.849 (2019)	Q1
Objetivo 4	Evolución de la Condición Física atendiendo a diferentes variables contextuales.	Mancha-Triguero, D., Martín-Encinas, N., & Ibáñez, S. J. (2020). Evolution of Physical Fitness in formative female Basketball Players: A case study. <i>Sports</i> , 8(7), 97-113.	ESCI Pubmed	(2020)	
		Mancha-Triguero, D., Ibáñez, S. J., Reina-Román, M., & Antúnez, A. (2017). Estudio comparativo de resistencia aeróbica y anaeróbica en jugadores de baloncesto en función de la metodología de entrenamiento. <i>SPORT TK-Revista EuroAmericana de Ciencias del Deporte</i> , 6(1), 183-192.	ESCI	(2017)	
Objetivo 5	Relación entre pruebas de condición física y la competición.	Mancha-Triguero, D., Gómez-Carmona, C. D., Gamonales, J. M., García-Rubio, J., & Ibáñez, S. J. (2020). Are there differences between the loading of an anaerobic capacity test and an agility test in basketball players? <i>Revista Brasileira de Cineantropometria &amp; Desempenho Humano</i> , 22, 1-9.	SJR	0.240 (2019)	Q4
		Mancha-Triguero, D., Reina, M., García-Rubio, J., & Ibáñez, S. J. (2020). Does physical fitness influence the technical-tactical performance indicators in a professional female basketball team. <i>RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte</i> , 64(17), 174-188.	SJR	0.33 (2019)	Q3

F.I.: Factor de impacto; Index: Indexación; Q: Cuartil; JCR: Journal Citation Report; ESCI: Emerging Source Citation Index; SJR: Scimago Journal Rank.

En el **Capítulo 4** se presenta el instrumental que se ha empleado para la recolección e interpretación de los resultados. La creación de este capítulo se debe a que todos los artículos en los que se publican resultados se han realizado con el mismo material. Además, se pretende que queden agrupados y facilite su comprensión, así como, no ser tan repetitivo en la lectura de este documento.

El **Capítulo 5** muestra los estudios que se han desarrollado en la realización de esta Tesis Doctoral organizados en función de los objetivos que se han mencionado en capítulos anteriores (Figura 3).



**Figura 3.** Estudios desarrollados durante la Tesis Doctoral

A continuación, en el **Capítulo 6** se ha llevado a cabo la discusión general de los resultados que se han obtenido a través de los diferentes estudios. Además, en este capítulo, la discusión está dividida atendiendo a los objetivos que se han planteado. A lo largo de este capítulo se acomete comparar los resultados obtenidos en los diferentes artículos de investigación en esta Tesis Doctoral respecto a la literatura científica existente y razonar o justificar las posibles diferencias en el caso de las hubiese.

El **Capítulo 7** recoge las conclusiones generales de las diferentes investigaciones realiza agrupadas en función de los objetivos planteados. Además, en este capítulo también se muestran las aplicaciones prácticas que tiene la valoración de la CF en los jugadores o el desarrollo de esta Tesis Doctoral. Las aplicaciones prácticas no solo

tienen como destinatario el campo científico, sino que también se plantean para el campo profesional.

En el **Capítulo 8** se exponen las fortalezas, limitaciones y las perspectivas de futuro que tiene el desarrollo de esta Tesis Doctoral. Este capítulo pretende mencionar diferentes aspectos positivos y negativos que han presentado los diferentes estudios científicos que lo conforman, así como, las posibilidades que existen en este tópico para futuras investigaciones.

En el **Capítulo 9** se presentan las referencias bibliográficas que se han empleado en la realización de todos los trabajos científicos que conforman esta Tesis Doctoral.

Por último, en el **Capítulo 10** se muestran los artículos originales que conforman esta Tesis Doctoral en el formato de compendio de artículos. Los trabajos han sido aceptados por las revistas científicas y han sido publicados o se encuentran en el proceso de publicación. Además, se añadieron los Informes de Bioética empleados para el desarrollo de las diferentes investigaciones.





# *CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO*







*“Tener grandes expectativas es la clave de todo”*

**Sam Walton.**

Fundador de Walmart y empresario.



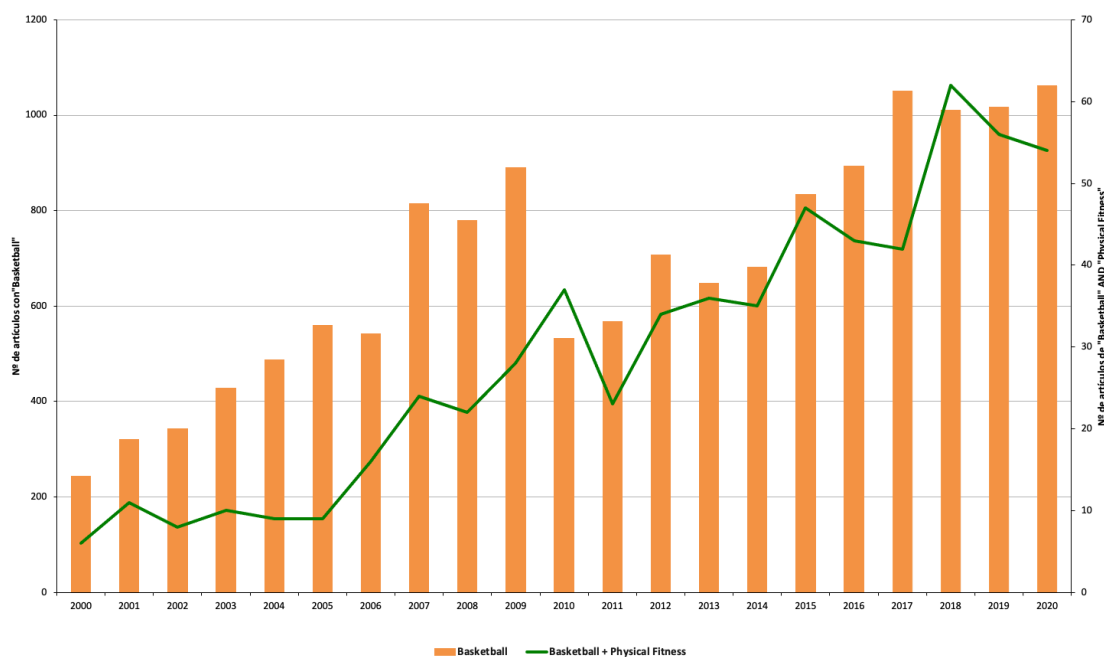


## **CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO**

En este capítulo, se pone en contexto el tópico de investigación en el que se ha centrado el desarrollo de esta Tesis Doctoral. El Marco Teórico se aborda siguiendo un proceso que comienza desde lo genérico y finaliza con lo más específico. En primer lugar, existe un elevado número de investigaciones sobre baloncesto. Esto puede deberse a la popularidad de la que goza el baloncesto, siendo la Federación Española de Baloncesto es la segunda federación nacional con mayor número de licencias federativas. Este número de licencias federativas ha ido incrementándose en los últimos años debido a diferentes éxitos obtenidos los jugadores nacionales a título individual con sus clubes y de manera colectiva con sus participaciones en las selecciones nacionales. En cuanto al reparto entre géneros, el sexo masculino siempre ha gozado de un mayor número de estas licencias y en los últimos años, su incremento ha sido más pausado. Mientras que, en el sexo femenino, debido a la visibilización del deporte femenino en medios de comunicación y los continuos éxitos obtenidos por las selecciones nacionales en diferentes edades y campeonatos, el número de licencias se ha incrementado en los últimos años de manera notoria.

Culturalmente, por tradición, las mujeres han sido practicantes de deportes relacionados con el arte (baile, gimnasia, ...) o en deportes individuales (natación, atletismo, ...). En la actualidad y fruto de una evolución necesaria, el deporte femenino se encuentra en auge gracias a la visibilización en medios de comunicación sin diferenciar por deportes o estereotipos. Este avance ha conseguido que el baloncesto, entre otros deportes sea una opción de práctica deportiva para niñas y adolescentes que antes no practicaban ningún deporte.

Relacionado con la producción científica, el incremento en el número de investigaciones científicas ha seguido en línea con el incremento de licencias y popularidad con el que goza este deporte. En primer lugar, el número de artículos científicos relacionados con el baloncesto que contiene la Web of Science a fecha de 22 de Febrero de 2021 son 16974 artículos, mientras que, si la búsqueda se centra en la CF en baloncesto, el número de documentos se reduce a 675 (Figura 4).



**Figura 4.** Evolución de los documentos científicos encontrados en Web of Science.

En segundo lugar, conocida la importancia de la CF en el baloncesto y en su rendimiento, se definen las capacidades con mayor relevancia en el deporte. En tercer lugar, como evaluar la CF del jugador de baloncesto a través de diferentes test o pruebas específicas y que se realizan durante el terreno de juego. En cuarto lugar, se cuantifican las demandas que presentan los deportistas ante las diferentes pruebas en función del sexo, edad o posición de juego.

## 2.1. Historia y evolución del baloncesto

El baloncesto es un deporte de equipo donde dos equipos de cinco jugadores cada uno intentan conseguir el objetivo de encestar el balón en la canasta del equipo contrario e intentar que el equipo rival no lo consiga. Fue creado por James Naismith en 1891, un canadiense que se dedicaba a dar clases de Educación Física en Springfield (Massachusetts, EEUU). El objetivo de este profesor fue que sus alumnos pudiesen realizar deporte en un lugar cerrado durante los meses de invierno en los que no se podía realizar al aire libre.

### *2.1.1. Historia y evolución del baloncesto mundial.*

Este deporte empezó a extenderse rápidamente por las escuelas de Estados Unidos y comenzó a ser popular a principios del siglo XX. Años después, en 1932 se creó la Federación Internacional de Baloncesto (FIBA) que en la actualidad es la encargada de organizar este deporte a nivel continental y mundial. Unos años después, en 1946 en Estados Unidos se creó la primera liga profesional de baloncesto con el nombre de National Basketball Association que sigue vigente en la actualidad y conocida popularmente bajo el nombre de NBA.

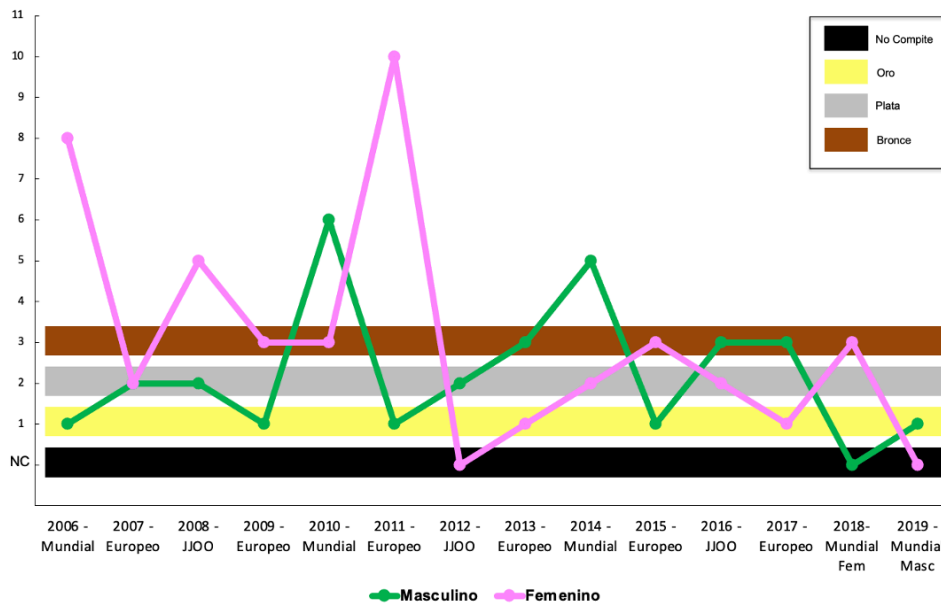
En la actualidad, el baloncesto goza de una popularidad mundial convirtiéndose en uno de los deportes más practicados en los cinco continentes. Dentro de los cinco continentes existen ligas nacionales con diferentes niveles, competiciones continentales para jugar por clubes deportivos y competiciones continentales por países. Esta popularidad del baloncesto ha hecho que, con el paso de los años, el baloncesto haya ido evolucionando tanto en su juego, normativa e incluso en factores relacionados con el deportista como la técnica, táctica o capacidades físicas. Esta variedad en los practicantes ha conseguido crear diferentes modalidades dentro del baloncesto donde destacan el baloncesto 3x3, el Streetball o el baloncesto para personas con discapacidad como es el baloncesto para personas en sillas de rueda.

### *2.1.2. Historia y evolución del baloncesto en España.*

El comienzo oficial del baloncesto en España data del 1921 de la mano del padre escolapio Eusebio Millán que conoció este deporte en Cuba y lo introdujo en la Escuelas Pías de San Antón de Barcelona. Años después, en 1935, y después de una expansión por todo el territorio nacional, se creó la primera Selección Española para participar en un Campeonato de Europa que se realizó en la ciudad de Ginebra. Semanas antes, se realizó el primer partido amistoso que enfrentó a la selección contra la selección de Portugal. Este primer campeonato para la selección como combinado nacional otorgó la posibilidad de participar en 1936 en los primeros Juegos Olímpicos en los que se introdujo la modalidad de Baloncesto y que se realizaron en Berlín, aunque finalmente no asistieron debido al momento bélico en el que se encontraba nuestro país.

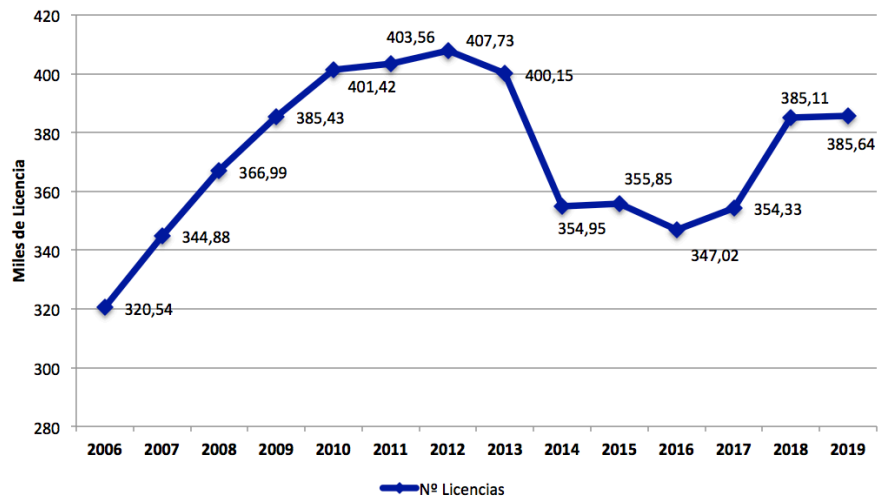
En cuanto a competiciones nacionales, en 1957 se creó la Liga Española de Baloncesto (LEB) que en la actualidad se encuentra bajo el nombre de Liga ACB. Esta liga era organizada por la Federación Española de Baloncesto (FEB) hasta 1983 cuando se crea la Asociación de Clubs de Baloncesto (ACB) y deciden ser los organizadores de esta liga, pasando la FEB a organizar el resto de competiciones nacionales.

En los últimos años, el baloncesto español ha copado gran parte de los éxitos en competiciones continentales en las modalidades masculinas, femeninas y categorías de formación. A nivel mundial, España se encuentra en segunda posición del ranking FIBA, tan sólo por detrás de Estados Unidos. Los éxitos deportivos a nivel nacional en competiciones continentales, campeonatos del mundo, Juegos Olímpicos (Figura 5) o competiciones nacionales en clubes españoles, repercuten en el número de practicantes y en la popularidad de este deporte.



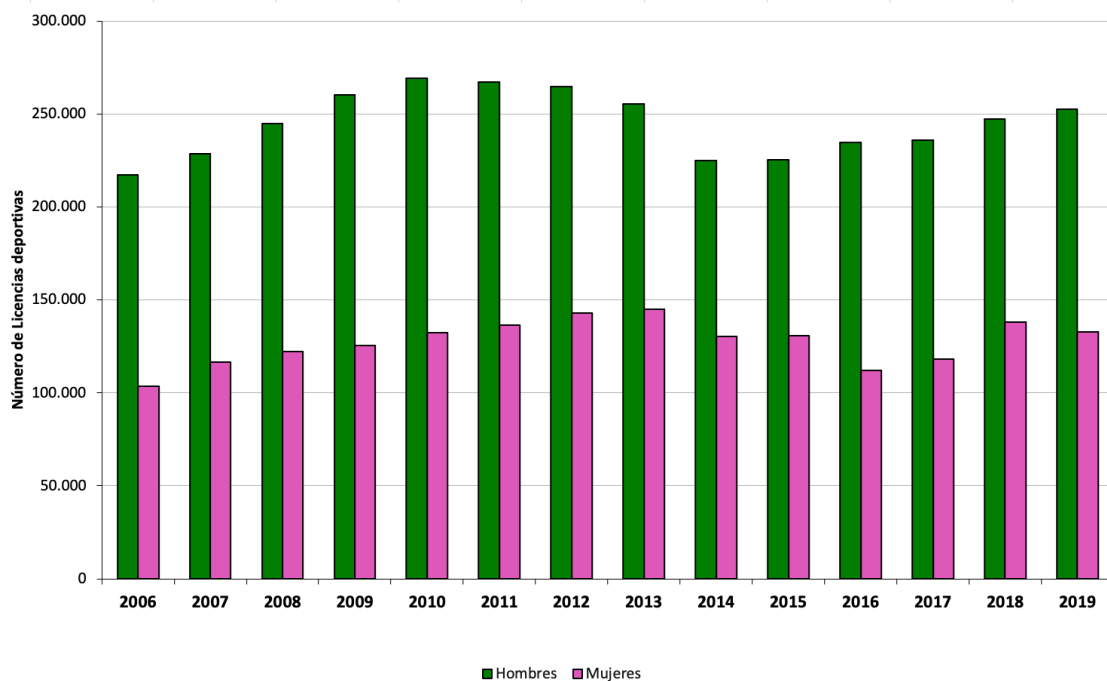
**Figura 5.** Historial de los Resultados obtenidos por España en Campeonatos. Obtenido de la Federación Española de Baloncesto.

En la actualidad, el baloncesto es el segundo deporte con mayor número de licencias federativas por detrás del fútbol y el primer deporte practicado por mujeres según los datos del Consejo Superior de Deporte (CSD). Esta posición se debe en gran parte a la creciente tendencia que ha tenido en los últimos años fruto de los éxitos del baloncesto nacional (Figura 6).



**Figura 6.** Evolución del número de licencias federativas en baloncesto. Adaptado de CSD (Ministerio de Cultura y Deporte, 2020).

Teniendo en cuenta los practicantes del baloncesto, mayoritariamente son de sexo masculino, aunque en los últimos años la incorporación de la mujer a este deporte de manera federada ha sufrido un incremento positivo debido a diferentes factores entre los que se encuentra el desarrollo del deporte femenino, una mayor visibilidad o los éxitos del baloncesto femenino nacional (Figura 7).



**Figura 7.** Evolución del número de licencias federativas en baloncesto en función del sexo. Adaptado de CSD (Ministerio de Cultura y Deporte, 2020).

## **2.2. La condición física en baloncesto**

El baloncesto es un deporte de equipo dinámico y complejo que combina estructuras de movimientos explosivos con diferentes habilidades técnicas, como el bote, pase o lanzamiento a canasta (Erculj, Blas, & Bracic, 2010). Estos requisitos tienen gran importancia en el rendimiento deportivo cuando se realiza a alto nivel (Aoki et al., 2017). El rendimiento deportivo está supeditado a diferentes parámetros que están involucrados en el juego. En función de cada deporte, los parámetros o aspectos tienen mayor o menor importancia en el resultado final. En cuanto a los deportes de equipos como el baloncesto, el rendimiento final en una competición está conformado por aspectos técnicos (Drinkwater, Pyne, & McKenna, 2008) y tácticos de los jugadores (Ibáñez et al., 2008), por el aspecto psicológico y el apartado fisiológico del deportista (Ziv, & Lidor, 2010), relacionado directamente con los factores morfológicos del deportista (Ostojic, Mazic, & Dikic, 2006) y por último, la aptitud física (Drinkwater et al., 2008). En este último aspecto, un apartado muy importante durante una temporada deportiva a tener en cuenta es la CF del deportista de manera individual y del equipo de manera grupal (McGill, Andersen, & Horne, 2012). Este aspecto tiene una repercusión directa en el juego debido a su volatilidad para alterarse debido a diferentes causas o situaciones. Con el objetivo de optimizar el entrenamiento, las capacidades relacionadas con el deporte deben poder ser evaluadas, facilitar que se mantengan los valores durante un periodo de tiempo y si fuese necesario, mejorarla (Bangsbo, 2008).

Para conocer el estado físico del deportista, el uso más extendido en el ámbito profesional e investigador es la realización de test que valoran la CF (Montgomery, Pyne, Hopkins, & Minahan, 2008). Respecto a los test, existen diferentes tipos, los test inespecíficos son aquellos que miden una capacidad o habilidad de forma general y sin tener en cuenta el deporte que se practica, mientras que los test específicos se caracterizan por tener relación con el deporte a practicar (Salinero et al., 2013), obteniendo resultados de mayor validez y fiabilidad que los test inespecíficos. Además, se diferencian por el empleo de aspectos del deporte que se pretende evaluar o por replicar las necesidades específicas de la competición. La práctica específica de baloncesto es el mejor método para mejorar las características físicas de los jugadores de baloncesto (Trninic, Markovic, & Heimer, 2001). Las demandas



fisiológicas y de movimientos consisten en esfuerzos repetidos que van desde la intensidad media-baja hasta la máxima. Otros factores que pueden influir en las demandas del baloncesto incluyen el ritmo del juego, la calidad de la oposición, el estilo de juego y las intervenciones de recuperación utilizadas por el entrenador (Montgomery, Pyne, & Minahan, 2010). El rendimiento óptimo en baloncesto es muy complejo ya que requiere una combinación de habilidades técnicas y tácticas y un alto grado de aptitud física (Ziv, & Lidor, 2009). Los entrenadores generalmente esperan que la CF del deportista se mantenga durante toda la temporada, aunque de manera realista, puede aumentar o disminuir en algunos jugadores durante una temporada (Montgomery et al., 2008).

Hay datos limitados y equívocos de diferentes deportes de equipo en los que se demuestra una correlación entre los indicadores de rendimiento durante la competición y diferentes capacidades de aptitud física, como es la capacidad aeróbica (Green, Pivarnik, Carrier, & Womack, 2006), la fuerza, la potencia y la capacidad de sprint repetido (Burr, Jamnik, Baker, Macpherson, Gledhill, & McGuire, 2008; Peyer, Pivarnik, Eisenmann, & Vorkapich, 2011; Carbonell, Aparicio, & Delgado, 2009). La principal limitación sobre los estudios que comparten esta temática suele encontrarse en la elección del deporte y en el test seleccionado. Esta variación de resultados y opiniones puede estar causada por que las pruebas físicas seleccionadas por algunos de los autores no fueran suficientemente específicas o la variable a analizar no sea relevante en el desarrollo físico del deportista durante la competición.

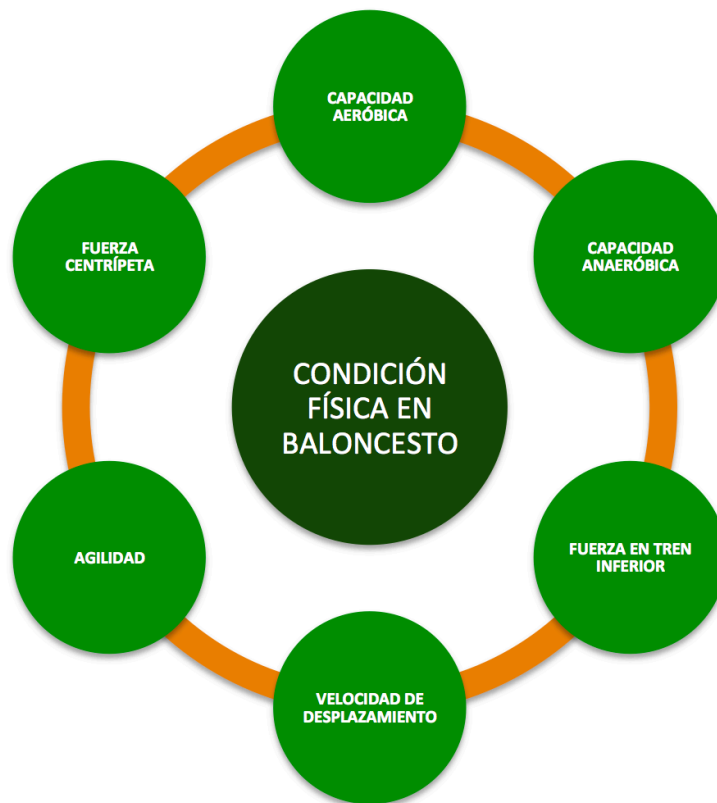
En línea con lo anterior, McGill y colaboradores (2012) estudiaron si las pruebas específicas de aptitud y calidad del movimiento, medidas mediante la pantalla de movimiento funcional, podían predecir la resistencia a las lesiones y los indicadores de rendimiento de un partido de baloncesto. Los resultados mostraron que un mejor rendimiento en la competición se relacionó con diferentes pruebas físicas, entre las que se incluyen pruebas de agilidad y saltos amplios. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la relación entre el rendimiento durante la competición y la aptitud física puede variar según múltiples factores, como la edad, el nivel de rendimiento, el sexo y la experiencia (Fort-Vanmeerhaeghe, Montalvo, Latinjak, & Unnithan, 2016).

### **2.3. Capacidades físicas relevantes en la práctica del baloncesto.**

Relacionado con los atributos físicos y la morfología del jugador se encuentra la CF que afecta directamente al rendimiento deportivo. La importancia del análisis de la CF reside en la relación existente entre la aptitud física y los indicadores de rendimiento de los deportistas durante la competición (Peyer et al., 2011; Gomes et al., 2017). En la actualidad, el análisis de la CF tiene un papel importante en el desarrollo de los deportistas (Ziv & Lidor, 2009). Para los equipos de alto nivel, las pruebas de CF pueden ser utilizadas atendiendo a diferentes objetivos entre los que se encuentra la evaluación de las capacidades del deportista, con la finalidad de individualizar el entrenamiento (Kellmann et al., 2018), recuperar el rendimiento posterior a un periodo de inactividad (Csapo, Hoser, Gföller, Raschner, & Fink, 2019), o como método de detección de talento (Lorenzo, 2002; Vaeyens, Lenoir, Williams, & Philippaerts, 2008; Issurin, 2017). En cuanto a la evaluación de las capacidades físicas del deportista y atendiendo siempre el principio de especificidad, los valores de referencia se toman a partir de los datos de la propia competición de manera individual, pudiendo ser medida a través de diferentes técnicas (Abdelkrim, El Fazaa, & El Ati, 2007). El análisis de la competición puede realizarse a través de medidas subjetivas (análisis de vídeo, cuestionarios, entrevistas con jugadores, ...) (Conte et al. 2015) o través de instrumentos objetivos o Ultra Wide Band (Time Motion Analysis, Acelerometría, Frecuencia Cardíaca, GPS, ...) (Barreira et al., 2017) (Bastida-Castillo, Gómez-Carmona, De la Cruz-Sánchez, Reche-Royo, Ibáñez, & Pino-Ortega, 2019; Pino-Ortega et al., 2019).

En equipos de élite, durante el periodo competitivo, no se suelen realizar test de CF para no someter al deportista a un esfuerzo extra que pueda producir un déficit de rendimiento (Calleja-González, Leibar, & Terrados, 2008). En este caso, la evaluación de la CF se realiza en los periodos de la temporada donde existe ausencia de la competición. Por este motivo, en ocasiones, se obtiene información a través de medidas indirectas en los casos en los que el periodo competitivo es muy denso (Calleja-González et al., 2008), aun sabiendo que la fiabilidad de los resultados puede verse afectada.

Revisada la literatura, se observa que las capacidades relacionadas con la CF mas analizadas en los jugadores de baloncesto son: i) Capacidad Aeróbica; ii) Capacidad Anaeróbica Láctica; iii) Fuerza de Tren Inferior; iv) Velocidad de Desplazamiento; v) Agilidad; vi) Fuerza Centrípetra. La importancia de estos factores en el deporte del baloncesto se debe al componente físico que tiene la propia competición (Figura 8).



**Figura 8.** Habilidades primarias que intervienen en la práctica del baloncesto.

### 2.3.1. Capacidad Aeróbica

La importancia de la evaluación de la Capacidad aAeróbica en baloncesto reside en que este es un deporte híbrido que mezcla vías de obtención de energía. En este caso, el mayor tiempo de la competición, el deportista se encuentra en vía aeróbica (Narazaki, Berg, Stergiou, & Chen, 2009). Además, la Capacidad Aeróbica colabora garantizando la resíntesis de fosfocreatina y el aclaramiento de lactato de la actividad muscular (Castagna et al., 2010). Esta capacidad es necesaria desarrollarla puesto que un jugador recorre entre 4500-6000 metros por partido en función de diferentes variables como son el sexo, el nivel, la edad o la posición de juego (Abdelkrim et al., 2010).

### *2.3.2. Capacidad Anaeróbica Láctica*

Como se ha mencionado en la capacidad anterior, el jugador de baloncesto entremezcla durante la competición momentos en los que la obtención de la energía se realiza por la vía aeróbica y momentos de alta intensidad en los que la energía se obtiene a través de la vía anaeróbica. Esta capacidad es muy importante en el desarrollo del juego y está relacionada con el resultado final en competición, puesto que, los equipos ganadores suelen ser los equipos que mayor número de acciones anaeróbicas realizan, de mayor duración y a mayor intensidad que los equipos perdedores (Chaouachi et al., 2009). Por este motivo, es un aspecto a tener en cuenta, puesto que la propia competición exige que el jugador esté habituado a enfrentarse a numerosas acciones a máxima intensidad, siendo habitual la encadenación de esfuerzos repetidos con recuperaciones incompletas (Narazaki, Berg, Stergiou, & Chen, 2009).

### *2.3.4. Fuerza de Tren Inferior*

La importancia del trabajo y desarrollo de la fuerza del tren inferior en el baloncesto reside en que la mayoría de acciones de alta intensidad o explosivas llevan implícitas movimiento o gestos que requieren de una gran fuerza y explosividad en el tren inferior como son los movimientos defensivos, sprint o saltos.

### *2.3.5. Velocidad de Desplazamiento.*

La velocidad de desplazamiento se encuentra dentro del grupo de capacidades anaeróbicas por las distancias que recorren los jugadores y el tiempo de duración (Mancha-Triguero, García-Rubio, & Ibáñez, 2019). Esta capacidad repercute en la competición debido a que el propio deporte tiene una limitación temporal para alternar las fases de juego (Ataque/Defensa), lo que implica un alto nivel de ejecución en sus acciones (Delextrat, & Cohen, 2009). Además, al contrario que otros deportes, el baloncesto se caracteriza por ser un deporte en el que todos los integrantes en el juego forman parte de la fase de ataque y defensa simultáneamente. En esta línea, Peyer, Pivarnik, Eisenmann y Vorkapich (2011) afirmaron que el equipo ganador de una competición es el que realiza mayor número de acciones explosivas, de mayor duración e intensidad. Además, la naturaleza del deporte del baloncesto se basa en la repetición de esfuerzos con recuperaciones incompletas (Narazaki, Berg, Stergiou,

& Chen, 2009). La importancia de esta habilidad se fundamenta en que el reglamento obliga al deportista a desplazarse en un tiempo menor a 8 segundos desde el campo propio (después de sacar de fondo o de línea lateral) hasta el medio campo y otorga al equipo atacante de un máximo de 24 segundos en total para realizar la posesión e intentar conseguir el objetivo (Jakovljevic, Karalejic, Pajic, Macura, & Erculj, 2012).

#### *2.3.6. Agilidad*

El baloncesto es un deporte que se caracteriza por reunir a dos equipos en un espacio reducido en que el comparten la lucha del balón para conseguir el objetivo. En esta línea, el jugador de baloncesto debe reunir diferentes aptitudes entre las que se encuentra ser inteligente, rápido y ágil para poder realizar cambios de dirección (Abdelkrim et al., 2010). Por ello, la agilidad en jugadores de baloncesto puede ser una cualidad limitante de rendimiento, esto se debe a que el deporte por su naturaleza intrínseca, exige al deportista que realice desplazamientos rápidos con diferentes trayectorias y direcciones en un terreno de juego compartido con diferentes compañeros y adversarios (Green, Pivarnik, Carrier, & Womack, 2006).

#### *2.3.7. Fuerza Centrípetas*

El baloncesto es un deporte de invasión dotado de gran imprevisibilidad. Por este motivo, se debe diferenciar entre cambios de dirección y agilidad. Los cambios de dirección se caracterizan por tener condiciones planeadas (Nimphius, Callaghan, Bezodis, & Lockie, 2018), mientras que la agilidad se caracteriza por ser imprevisible (DeWeese, & Nimphius, 2016). Esta imprevisibilidad requiere que el deportista tenga un componente explosivo, pues está relacionada con la capacidad de realizar cambios de ritmo y dirección que se realizan continuamente en deportes de oposición (Abdelkrim et al., 2010). Esto afecta directamente a la fuerza centrípeta que puede generar el deportista en la zona estabilizadora del tronco (Core), puesto que es donde se encuentra el centro de masas del deportista (Behm, Drinkwater, Willardson, & Cowley, 2010).

## **2.4. Evaluación de las capacidades físicas.**

La CF puede ser evaluada a través de diferentes métodos o instrumentos. Atendiendo al lugar o emplazamiento, existen dos grandes tipos de pruebas. La pruebas de laboratorio y las pruebas de campo. Las pruebas de laboratorio se caracterizan por realizarse a través de protocolos estables (temperatura, humedad, ...) en los que se intentan reproducir las condiciones a todos los deportistas a evaluar. Además, estos test exigen al deportista que se enfrenten a un esfuerzo máximo en un ambiente y contexto desconocido, pudiendo verse afectado los resultados obtenidos, así como la fiabilidad y validez de los valores obtenidos (Mancha-Triguero, García-Rubio, Calleja González, & Ibáñez, 2019). Por el contrario, se encuentran los test de campo. Este tipo de test obtienen resultados más ecológicos, pudiendo ser fiables y válidos si el procedimiento realizado está bien diseñado, puesto que el deportista, al igual que en los test de laboratorio, también se enfrenta a un esfuerzo máximo, pero en este caso, se realiza en un ambiente cotidiano (material y emplazamiento). Este hecho hace que el deportista se enfrente al test con menor estrés, repercutiendo en las demandas soportadas por el deportista. (Figura 9).



**Figura 9.1.** Test de campo



**Figura 9.2.** Test de laboratorio

**Figura 9.** Imágenes sobre test de campo y test de laboratorio

En cuanto al tipo de test, existen dos grandes grupos. Por un lado, existen los test de tipo Inespecíficos. Estos test se caracterizan por no tener relación con la práctica deportiva que realiza el sujeto a evaluar. Suelen ser test descontextualizados y que enfrentan al deportista a una actividad o acción desconocida en su deporte. Por otro lado, se encuentran los test específicos, que se caracterizan por enfrentar al deportista a una actividad cotidiana o habitual del deporte que practica.

A continuación en la tabla 2 se muestra por orden de predilección el tipo de test a elegir para valorar la condición física.

**Tabla 2.** Orden de preferencia para la elección de los test de condición física.

1.-	Test de Campo y Específico
2.-	Test de Campo e Inespecífico// Test de Laboratorio y Específico
3.-	Test de Laboratorio e Inespecífico

La información obtenida a través de los test realizados para evaluar la CF de los deportistas puede tener diferentes finalidades. La finalidad más conocida para la realización de los test de CF es el obtener un conocimiento sobre el estado físico del deportista en un momento concreto de la temporada. Otra finalidad es realizar test de valoración a deportistas que han estado un periodo de tiempo de inactividad o lesión y como parte del proceso del “Return to Play”. También pueden ser utilizados como método de selección de talentos (jugadores jóvenes talento, jugadores pre-draft NBA, ...) (García-Rubio, Carreras, Feu, Antúnez, & Ibáñez, 2020; Sullivan, Kempton, Ward, & Coutts, 2020). Por último, una de las finalidades menos empleadas en la actualidad es la valoración de CF para conocer la asimilación que tiene un deportista a la carga de entrenamiento o competición con la finalidad de planificar las siguientes sesiones de entrenamiento y adaptar las cargas de entrenamiento en función de los resultados obtenidos.

## **2.5. Demandas físicas-fisiológicas de la práctica del Baloncesto**

Hablar de demandas físico-fisiológicas en baloncesto, obliga en primer lugar a diferenciar entre demanda física-fisiológica y requerimiento físico-fisiológico. La demanda que tiene un deportista ante una actividad o acción es el trabajo o esfuerzo que le supone realizar lo acordado. En cuanto al requerimiento que soporta es la acción o actividad que se le solicita. Por ello, es común que ante un mismo requerimiento, las demandas sean diferentes. Las demandas pueden variar en función del deportista incluso de un mismo deportista en función de diferentes variables como puede ser hora del día, alimentación, entrenamiento, descanso, etc.



En cuanto a las demandas que soporta el deportista, pueden ser evaluadas a través de dos vías. Por un lado, se puede conocer las demandas a través de carga interna y por otro lado, las demandas de carga externa. Para ello, la carga se define como la suma total de estímulos a los que se enfrenta el deportista durante su práctica deportiva (Coque, 2009). El control de esta carga está directamente relacionado con el rendimiento final en una competición. Este control no es una práctica común en categorías de formación debido en la mayoría de casos a los costes económicos de la mayoría del instrumental empleado (Del Campo, Álvarez & Lorenzo, 2008). aunque en la actualidad, existen herramientas de bajo coste que ayudan en el diseño y planificación del entrenamiento, permitiendo conocer la carga soportada por los jugadores (Hernández, Casamichana, & Sánchez-Sánchez, 2017).

En cuanto a las demandas de carga interna, el valor estará influenciado por parámetros del deportista como son la frecuencia cardíaca, volumen de oxígeno máximo, concentración de lactato en sangre o parámetros enzimáticos, en minerales u hormonas (Schelling, & Torres-Ronda, 2016). Mientras que la carga externa dependerá de parámetros ajenos al deportista relacionados con el tiempo, la distancia, intensidades o fuerzas que soportan durante la práctica (Schelling, & Torres-Ronda, 2016).

Por último, en cuanto al método de obtención de la carga, se encuentran dos métodos. El método de medición de manera objetiva, que se caracteriza por obtenerse a través del uso de herramientas de cuantificación de carga. Opuesto y complementario a este método, se encuentra el método de medición de manera subjetiva, caracterizado por el uso de valoraciones personales, escalas autopercepción del jugador o entrenador, este último con menor fiabilidad y rigor científico.

### **2.5.1. Carga Interna**

La cuantificación de la carga a través de la carga interna que soporta durante un periodo de tiempo un jugador de baloncesto es un valor individual que no puede ser comparado con ningún otro compañero. El empleo de la Frecuencia Cardíaca como método de control para conocer la intensidad está bastante asentado en el deporte (Reina, Mancha-Triguero, García-Santos, García-Rubio, & Ibáñez, 2019a), aunque no

es el único. La carga se agrupa en función del instrumental empleado para la obtención de la información en Objetiva y Subjetiva.

#### *2.5.1.1. Carga Interna Objetiva*

Los métodos más empleados en la literatura y en el campo profesional para cuantificar la Carga Interna Objetiva son la Frecuencia Cardíaca y el Lactato en sangre.

i) Frecuencia Cardíaca. Hace relación al número de latidos por minuto que tiene el deportista durante el periodo analizado. A partir de este valor, se obtiene el valor máximo (Frecuencia Cardíaca Máxima), valor medio (Frecuencia Cardíaca Media), Intensidad (% de Frecuencia Cardíaca Máxima) y recuperación (Frecuencia Cardíaca en Recuperación) cuando ha pasado un periodo de tiempo estimado desde el final de la actividad.

ii) Lactato en sangre. Este método, al igual que la frecuencia cardíaca, es un método de cuantificación de la carga que no puede ser comparado entre diferentes personas. El Ácido Lactico es un material de desecho que produce el cuerpo ante una situación de esfuerzo máxima (anaeróbica) prolongada en el tiempo. Este método tiene como punto negativo que en acciones en las que el deportista no se enfrenta a esfuerzos de máxima intensidad y prolongados en el tiempo, los resultados no son fiables puesto que si el jugador no obtiene la energía por la vía anaeróbica, este método no es fiable.

iii) Marcadores Hormonales. Este método se obtiene a través del análisis de la sangre o el fluido salival del deportista. Aporta información relevante a factores enzimáticos, hormonales o hematológico que repercuten en la práctica deportiva

#### *Carga Interna Subjetiva*

La *Carga Interna Subjetiva* es el método de cuantificación de la carga a través de instrumentos que valoran de manera subjetiva el esfuerzo. El instrumento más empleado es la Escala Subjetiva del Esfuerzo (RPE) (Borg, 1975).

i) La Escala Subjetiva del Esfuerzo fue diseñada por Borg en el 1975, este instrumento se caracteriza por aportar una valoración autopercebida del deportista al finalizar un periodo de tiempo. Por ello, este instrumento tampoco es generalizable y debe ser analizado de forma individual. En sus comienzos, la escala tenía un rango de 6 a 20 (Figura 10.1) en función de las pulsaciones (60-200), pero con el paso de los años, la escala se adaptó de 1 a 10 (Figura 10.2) donde 1 es el valor más bajo y el 10 el valor máximo de fatiga del deportista.

PUNTUACION	VALORACION DEL ESFUERZO
6	Muy, muy ligero
7	
8	
9	Muy ligero
10	
11	Moderado
12	
13	Algo duro
14	
15	Duro
16	
17	Muy duro
18	
19	Muy, muy duro
20	Máximo, extenuante

Figura 10.1. Escala RPE en sus inicios

ESCALA DE ESFUERZO DE BORG	
0	Reposo total
1	Esfuerzo muy suave
2	Suave
3	Esfuerzo moderado
4	Un poco duro
5	
6	Duro
7	
8	Muy duro
9	
10	Esfuerzo máximo

Figura 10.2. Escala RPE en la actualidad

Figura 10. Tipos de escalas RPE empleadas para cuantificar la carga.

### Carga Externa

La cuantificación de la carga a través de la Carga Externa es un método genérico en el que varios deportistas sin importar factores individuales (edad, sexo, nivel deportivo, ...) pueden ser tratados de manera conjunta.

#### Carga Externa Objetiva

La *Carga Externa Objetiva* cuantifica la carga a través de diferentes instrumentos como son Time Motion Analysis (Hulka, Cuberek, & Svoboda, 2014) o los Sistemas de Posicionamiento Global (GPS) que en la actualidad están acaparando un mayor número de investigaciones y mayor empleo en el campo profesional del entrenamiento en deporte de equipos (Reina et al., 2019a).

i) Time Motion Analysis. Es un sistema que cuenta con diferentes cámaras alrededor del terreno de juego y que cuantifican variables relacionadas con el desplazamiento de los deportistas. Empleado mayoritariamente en competición.

ii) Sistemas de Dispositivos Inerciales (IMUS). Este método cuantifica las variables de carga externa en deportes que se practican al aire libre como el fútbol (outdoor). Para deportes de interior (indoor) como el baloncesto, se ha desarrollado el sistema Ultra Wide Band (UWB). Ambos sistemas comparten dispositivos. Estos métodos se caracterizan por equipar a cada deportista con un dispositivo inercial que aportan las variables como el Time Motion Analysis pero además, también recogen variables relacionadas con fuerzas que soporta el deportista durante un entrenamiento o competición (variables neuromusculares).

### *Carga Externa Subjetiva*

La Carga Externa Subjetiva cuantifica la carga que soporta un deportista a través de diferentes instrumentos como la Escala Subjetiva de la carga de entrenamiento (Coque, 2008) o el instrumento Sistema Integral para el Análisis de las Tareas de Entrenamiento, SIATE (Ibáñez, Feu, & Cañadas, 2016). Estos instrumentos se caracterizan por cuantificar a través de una escala con ayuda de diferentes variables que interaccionan en el entrenamiento. Aunque estos instrumentos no se emplean en el análisis de la CF, por tanto, no son importantes en esta temática.

#### *2.5.1. Demandas y requerimientos a través de la vía Aeróbica.*

La vía de obtención de energía aeróbica es la opción encargada de producir un estímulo prolongado en el tiempo a una intensidad media o media alta (Billat, 2002). La vía aeróbica se divide en Capacidad y Potencia. La capacidad es la habilidad de mantener un estímulo el mayor tiempo posible. Mientras que la potencia es la habilidad de generar mucha energía en un periodo breve (hasta 10 minutos aproximadamente). La Capacidad Aeróbica tiene gran relevancia en el baloncesto debido a que es un deporte de invasión con encadenamiento de esfuerzos y recuperaciones incompletas. Este encadenamiento de esfuerzos prolongados a lo largo de un periodo de tiempo provoca en el deportista un conjunto de adaptaciones que le permite economizar los esfuerzos y enfrentarse a ellos posteriormente produciendo un menor gasto energético (Bompa, 2006).

En cuanto a los resultados obtenidos por jugadores de baloncesto en competición relacionados con esta habilidad, Reina, García-Rubio e Ibáñez (2019) demostraron que los jugadores de baloncesto durante la competición tienen una frecuencia cardíaca de 169 pulsaciones por minuto, llegando hasta 192 en su momento máximo. En cuanto a la intensidad que tiene una competición, el deportista se encuentra en torno al 85% de su frecuencia cardíaca máxima. Estos valores de frecuencia cardíaca se deben a que la distancia que puede llegar a recorrer por partido un jugador se encuentra entre 6000 y 7500 metros (Abdelkrim et al., 2010). Los resultados pueden variar en función de diferentes variables entre las que se encuentra el sexo, la edad, la experiencia, el nivel competitivo o nivel físico del deportista (Mancha-Triguero et al., 2020).

### *2.5.2. Demandas y requerimientos a través de la vía Anaeróbica.*

La vía de obtención de energía anaeróbica es la opción encargada de producir un estímulo de una intensidad máxima durante un periodo breve de tiempo (Billat, 2002). Al igual que en la obtención de energía a través de la vía aeróbica, en la vía anaeróbica también se divide la habilidad en potencia y Capacidad Anaeróbica. En el caso de la potencia anaeróbica, es conocida como la Capacidad Anaeróbica Aláctica, pues se caracteriza por ser esfuerzos de intensidad máxima y una duración muy corta (hasta 10 segundos), mientras que por el contrario, en la Capacidad Anaeróbica Láctica la intensidad del esfuerzo es máxima pero la duración es superior (hasta 2 minutos).

El baloncesto es un deporte con carácter híbrido debido a la importancia que tienen la obtención de energía a través de las dos vías. Respecto a la obtención de energía a través de la vía anaeróbica, esta vía define el gasto de energía que tiene el metabolismo sin el uso de oxígeno. En el metabolismo anaeróbico, en función del tiempo, la energía es obtenida a través del sistema de adenosina trifosfato-fosfocreatina (ATP-PCr), para acciones con una duración de dos y diez segundos durante el esfuerzo de máxima intensidad. A partir de ese momento, la producción de energía se realiza a través de la glucólisis anaeróbica, que puede mantener ese esfuerzo hasta los 2 minutos aproximados (Wilmore, & Costill, 2004).

En cuanto a los resultados obtenidos por jugadores de baloncesto en competición relacionados con esta habilidad, existen investigaciones que mencionan la relevancia de las acciones de alta intensidad o explosivas en el juego. En esta línea, Ibáñez, Sampaio, Lorenzo, Gómez y Ortega (2008) describieron los indicadores de rendimiento de una competición atendiendo al ranking en la clasificación final. Los resultados obtenidos mostraron que los equipos ganadores se caracterizaban por tener mejor % de tiro y mayor número de rebotes. Para realizar estas acciones o gestos técnicos, el deportista debe realizar un esfuerzo máximo. Además, se ha demostrado que un deportista durante la competición llega a realizar hasta 1000 acciones de alta intensidad que cambian cada 2 segundos aproximadamente (Köklü, Alemdaroğlu, Koçak, Erol, & Findikoğlu, 2011), en torno a 2 saltos por minuto (Reina, García-Rubio, Feu, & Ibáñez, 2019b) o 45 sprints cortos (Delextrat et al., 2015).

Estos resultados han hecho que el rendimiento final en una competición dependa en gran parte de este factor. Por ello, en los últimos años el baloncesto ha sufrido una evolución que ha afectado tanto a las demandas como a los requerimientos que tienen que soportar el deportista durante la competición. Por tanto, los esfuerzos de mayor intensidad en la actualidad se producen en mayor número de ocasiones, durante un mayor tiempo de ejecución y a una intensidad mayor que hace unos años (Padulo et al., 2016). Todo esto también ha sucedido no solo por la evolución física, sino que el reglamento también ha sufrido un conjunto de adaptaciones (Ibáñez, García-Rubio, Gómez, & González-Espinosa, 2018) que facilitan este hecho con el objetivo de mejorar el espectáculo.

## **2.6. Influencia de diferentes variables contextuales del entrenamiento en las demandas físicas-fisiológicas**

### *2.6.1. Influencia de la metodología de entrenamiento en las demandas físico-fisiológicas.*

En los deportes de equipo, la competición se organiza en categorías dependiendo de la edad de los jugadores, precisando cada período formativo un tratamiento diferenciado de los contenidos y empleando unos medios determinados que favorezcan ese desarrollo de la forma más adecuada (Cañadas, Ibáñez, García, Parejo, & Feu, 2010). El encargado de dirigir el proceso formativo es el entrenador, el cuál asume las funciones de planificar, diseñar y llevar a cabo el proceso de entrenamiento deseado (Ibáñez, 2008). Además, el papel del entrenador es muy relevante, pues no sólo debe realizar la dirección del proceso, sino por el liderazgo que ejerce sobre los deportistas (Falcão, Bloom, & Bennie, 2017; Machida, Schaubroeck, Gould, Ewing, & Feltz, 2017; Rathwell, & Young, 2018).

La investigación sobre el entrenador en España es cada vez más relevante, pues se está produciendo un incremento en el número de tesis doctorales defendidas sobre esta temática (Ibáñez, García-Rubio, Antúnez, & Feu, 2019), siendo el análisis del proceso de entrenamiento un tópico en auge en la actualidad (Milistetd, Trudel, Mesquita, & do Nascimento, 2014; Gamonales, Gómez-Carmona, León, Muñoz-Jiménez, & Ibañez, 2020; Reina, García-Rubio & Ibáñez, 2020a). Además, esta temática que está en continuo crecimiento, alcanzará una mayor madurez cuando

existan un mayor número de trabajos que compartan este tópico de investigación (Ibáñez et al., 2019). La formación del entrenador está cada vez más reglada y se incluyen competencias vinculadas con la intervención profesional desde diferentes aspectos relacionados con la formación del deportista de manera integral (Feu, García-Rubio, Antúnez, & Ibáñez, 2018).

El proceso de entrenamiento que dirige el entrenador, así como su metodología, es fruto de la formación que ha recibido, las experiencias previas y la capacidad de innovación (Clemente, Martins, & Mendes, 2015). En cuanto la figura del entrenador, Ibáñez (1998) estableció seis perfiles teóricos de entrenador. Para representar la orientación del entrenador durante el proceso de entrenamiento, se tienen en cuenta aspectos relacionados con la filosofía, el estilo, clima del entrenamiento, los recursos materiales, la relación entrenador-ayudantes y la relación entrenador-jugadores. La clasificación diferencia entre entrenador tradicional, tecnológico, innovador, colaborador, dialogador y crítico. Profundizando en esta clasificación, Feu, Ibáñez, Graça y Sampaio, (2007) complementaron las dimensiones utilizadas por Ibáñez (1998) sobre la filosofía del entrenamiento e incluyen el método, la planificación y evaluación del entrenamiento. Los perfiles caracterizan la figura del entrenador aportando una visión general y autoperceptiva sobre sus rasgos como instructor (Feu et al., 2007).

Los perfiles del entrenador tienen relación directa con la intervención que realiza y, por tanto, describen su metodología concreta. Se pueden diferenciar dos grandes aproximaciones metodológicas. La metodología centrada en el profesor/entrenador (Teacher Centered Approach, en adelante TCA), caracterizada por estar basada en la habilidad y fundamentada por la enseñanza de habilidades técnicas específicas dentro de lecciones altamente estructuradas (Allison, & Thorpe, 1997). Por otro lado, está la metodología centrada en el alumno (Student Centered Approach, en adelante SCA). Una alternativa que se caracteriza por la conciencia táctica y la toma de decisiones dentro de la estructura de un juego deportivo apropiado, por el uso de juegos modificados y la enseñanza de habilidades cuando son apropiadas y siempre adaptadas a los niveles individuales (Furley, & Memmert, 2015). En cuanto al enfoque del proceso de entrenamiento, el modelo bajo el que se encuadra es también relevante. Se pueden diferenciar dos modelos, el modelo de Instrucción Directa que



es el modelo más común de la metodología TCA (Pereira et al., 2015) caracterizados por ser el entrenador el que “se coloca en el centro de la escena” (Curtner-Smith, & Sofo, 2004), mientras que en la metodología SCA o Tactical Games Approach (caracterizada por ser un enfoque centrado en el estudiante como eje del proceso formativo y enfocado desde una perspectiva multidimensional (Farias, Mesquita, & Hastie, 2015)).

La metodología del entrenador influye en el diseño de las tareas y la intervención sobre las variables que relacionan con el entrenamiento. Las tareas están formadas por diferentes variables pedagógicas que ofrecen información al entrenador sobre las características, contenido que se desea trabajar durante la actividad, tipo de actividad y relación entre los deportistas que explican cómo se ha de organizar la tarea (Ibáñez, 2008). Por otro lado, además, cada tarea tiene un componente de carga interna y externa que puede ser evaluada por el entrenador con el fin de cuantificar el componente físico de la sesión de entrenamiento. Para ello, Ibáñez et al., (2016) diseñaron un instrumento con la finalidad de cuantificar la carga de entrenamiento que provocan las tareas, siendo ésta la suma de estímulos a los que se enfrenta el deportista durante un periodo de tiempo concreto. Este valor, aporta al entrenador una información relevante que ayudará al entrenador con el diseño de las sesiones, así como, a la prevención de lesiones entre otras facetas relacionados con el entrenamiento (Ibáñez et al., 2016).

La carga de entrenamiento durante un periodo de tiempo debe seguir una serie de principios demostrados científicamente para favorecer resultados positivos, necesitando este control en la mayoría de las ocasiones un alto coste económico (Del Campo, Álvarez, & Lorenzo, 2008). Algunos entrenadores realizan entrenamientos y competiciones sin tener una valoración de la asimilación de la carga por parte de los jugadores, incidiendo sobre el proceso formativo del jugador. La cuantificación de la carga es una responsabilidad del entrenador, pudiendo marcar la diferencia entre estar perfectamente preparado para competir o no (Barbero-Álvarez, & Castagna, 2007). La cuantificación de la carga de entrenamiento se puede organizar en función de diferentes variables y del material disponible. Se identifican dos métodos de cuantificación de carga (Mencionados en el apartado 2.5. Demandas físicas-fisiológicas de la práctica del Baloncesto).

### *2.6.2. Influencia del momento de la temporada en las demandas físico-fisiológicas.*

La evaluación de la CF puede llevarse a cabo con distintas finalidades, como el seguimiento, control y validación del acondicionamiento físico. Esto permite evaluar y comparar el estado físico de un deportista en diferentes momentos de la temporada. Esta información permite adecuar métodos y medios consiguiendo una optimización del entrenamiento y como consecuencia mejorar el rendimiento del deportista (Kellmann et al., 2018), recuperar el nivel del jugador posterior a un nivel de inactividad por lesión (Csapo, Hoser, Gföller, Raschner, & Fink, 2019) o como método de detección de talento (Lorenzo, 2002). La importancia de someter al deportista a continuas evaluaciones se debe a que la CF es un aspecto cambiante en el deportista (Mancha-Triguero et al., 2019b), siendo un factor limitante del rendimiento, puesto que, debido al entrenamiento se produce un conjunto de adaptaciones que pueden afectar a la planificación del mismo (Bangsbo, 2008). En esta línea, existen investigaciones que afirman que al menos deben de realizarse en tres ocasiones diferentes de la temporada (en función del momento u objetivos de la temporada) y que los resultados de éstas deben ser tenidos en cuenta tanto en la competición como en la planificación de los entrenamientos siguientes (Bangsbo, 2008).

Históricamente el indicador de rendimiento en deportes de invasión más utilizado han sido las estadísticas individuales (Ibáñez et al., 2009). Pero los resultados de diferentes estudios que analizan los indicadores de rendimiento técnico-tácticos individuales como el factor de rendimiento del equipo se ven influenciados por diferentes situaciones contextuales como son la puntuación final, el sexo, el nivel de la competición, la edad y las características físicas del equipo (Lorenzo, Ibáñez, & Ortega, 2010). Por todo ello, algunos autores se decantan más por los atributos físicos como factor de rendimiento en el baloncesto como mejora individual de cada jugador y sin tener en cuenta el juego en equipo (Puente, Abián-Vicén, Areces, López, & Del Coso, 2017).

## **2.7. Influencia de las Demandas físicas-fisiológicas en el rendimiento final en competición.**

Al igual que en el resto de deportes de invasión, la práctica deportiva se ve influenciada por diferentes aspectos entre los que se encuentra la C (Ziv, & Lidor, 2009). Dentro del proceso de evolución que están sufriendo los deportes de invasión como el baloncesto, las causas pueden deberse a la modificación de sus reglas (Ibañez, Mazo, Nascimento, & Garcia-Rubio, 2018) como la delimitación temporal (24 segundos de posesión, 8 segundos para pasar a campo de ataque y no poder estar mas de 3 segundos en la zona de ataque de manera continua) o la creación de la línea de tres puntos con el objetivo de mejorar el nivel de la competición y, por tanto, el espectáculo.

La evolución del baloncesto se debe en gran medida a la mejora de la CF de los practicantes. En esta línea, diferentes investigaciones han tenido como objetivo el análisis de la CF de los jugadores y su influencia en la competición (McGill et al., 2012), aunque existe controversia sobre los resultados obtenidos. En deportes de invasión, existen investigaciones que encontraron relación entre los Indicadores de Rendimiento técnico-tácticos con la Capacidad Aeróbica (Green et al., 2006), la fuerza, la potencia y la capacidad de sprint repetidos (Burr et al., 2008; Peyer et al., 2011; Carbonell et al., 2009). De manera específica en el baloncesto, (McGill et al., 2012) encontraron relación entre el rendimiento técnico-táctico con la agilidad y saltos horizontales. Además, (Zarić, Dopsaj, & Marković, 2018) confirmaron que existe relación entre los Indicadores de Rendimiento técnico-táctico con una prueba de resistencia aeróbica y de velocidad de 20 metros. Por tanto, el nivel de CF del deportista puede ser una medida indirecta para conocer el desempeño que podría tener en competición.





# CAPÍTULO 3. OBJETIVOS





*“No quiero ser una estrella. Prefiero ser un buen ejemplo”*

**Zinedine Zidane**

Ex jugador, Balón de Oro y Entrenador de Fútbol.





## **CAPÍTULO 3. OBJETIVOS.**

El este capítulo, se presentan los objetivos generales de esta Tesis Doctoral. Para ello, en primer lugar, se expone el planteamiento del problema con la finalidad de conocer las carencias que existen en la línea investigación y, a continuación, se detallan los objetivos que se plantean en esta Tesis Doctoral con la que se pretende dar respuesta a la problemática planteada. Los estudios llevados a cabo durante la Tesis Doctoral se encuadraron dentro de cinco grandes objetivos: **(1)** Revisar sistemáticamente la literatura sobre CF en jugadores de baloncesto; **(2)** Diseñar un instrumento que evalúe la CF del jugador de baloncesto de manera integral; **(3)** Conocer los perfiles de rendimiento físico de los deportistas basados en la edad el sexo; **(4)** Discernir las diferencias que soportan los jugadores de baloncesto atendiendo al momento de la temporada, la posición de juego o la metodología de entrenamiento; **(5)** Analizar la importancia de la CF en el rendimiento final de una competición.

### **3.1. Planteamiento del problema**

El planteamiento del problema de esta investigación está conformado por diferentes cuestiones a resolver a lo largo de este documento. En primer lugar, no existe un conocimiento homogéneo relacionado con las pruebas de valoración de la CF. Estas diferencias no solo se producen en el campo profesional, sino que en el campo científico, la elección de los test más óptimos es heterogénea y no existe un uso común.

En segundo lugar, conociendo que no existe una opinión general sobre qué test de valoración son los más óptimos, debido a que no existe un instrumento que aborde esta problemática y existe un vacío en la literatura. Esto conlleva a que el empleo de los test de valoración de la CF por parte del preparador físico del equipo emplee los test que conoce o le parecen más óptimos a su interpretación personal. Esto repercute en la heterogeneidad de los resultados y la imposibilidad de realizar comparativas y generar un conocimiento común.

Por último, en tercer lugar, conocido el vacío en la literatura y la inexistencia de un instrumento que valore la CF integral de los jugadores siguiendo dos premisas (test de campo y específico para el deporte). Se desconoce el rendimiento físico del jugador de baloncesto en etapas de formación y como influyen diferentes variables contextuales en el desarrollo de la CF.

Por todo lo mencionado anteriormente, se puede justificar el diseño de esta investigación para garantizar un conocimiento en este tópico de estudio. Sin embargo, el estudio de la CF es un campo que a menudo crea un conocimiento sobre el estado físico del deportista, incluso puede aportar información sobre las adaptaciones que está sufriendo el jugador al entrenamiento o si la planificación de las sesiones de entrenamientos es correcta o si, por el contrario, debe sufrir una modificación. Sin embargo, en ocasiones, se encuentra que el empleo de test de valoración de la CF no es una práctica común en los equipos de baloncesto de categorías de formación. Además, no se encuentra el empleo homogéneo de test para valorar la CF. Por todo ello, se considera importante en el análisis de la CF de jugadores de baloncesto crear un instrumento que valore diferentes habilidades que repercuten en la práctica del baloncesto, con el objetivo de poder homogeneizar los resultados, crear un conocimiento común y poder obtener perfiles de rendimiento. Estos resultados permitirán caracterizar al deportista física y fisiológicamente atendiendo a las variables contextuales.

La revisión realizada a comienzo de este proceso y que forma parte de este documento final (Mancha-Triguero, García-Rubio, Calleja-González, & Ibáñez, 2019a) confirma que no existe un conocimiento común, siendo la elección del test influenciada por el gusto o conocimientos del preparador físico o entrenador. Además, como se muestra en ese documento, la mayoría de sujetos que forman parte de los artículos de esa revisión son de categoría senior o nivel élite. Esto supone que, en equipos de alto nivel o selecciones nacionales, el instrumental del que se disponga sea en ocasiones no sea de fácil para el resto de practicantes en categorías de formación o nivel amateur.

Conocida la importancia del apartado físico-fisiológico en el jugador de baloncesto y la continua evolución del baloncesto convirtiéndose en un deporte con mayores

requerimientos, es interesante que la valoración de la CF de los practicantes ocupe la importancia en los entrenamientos que tiene en la competición. Esto permite que el deportista mejore su rendimiento físico durante los entrenamientos y que repercuta en una mejora en la competición y, por tanto, en la consecución de objetivos como equipo. Además, el trabajo de la CF bajo los principios del entrenamiento puede ayudar a reducir el número de lesiones de un equipo durante la temporada. Todo esto va a permitir desarrollar y mejorar el campo del entrenamiento y la CF para jugadores de baloncesto a través de test específicos de baloncesto, repercutiendo en la práctica deportiva debido a la implementación de las aplicaciones prácticas que tiene la valoración de la CF.

### **3.2. Objetivos generales**

El objetivo general de esta investigación fue, con ayuda de la tecnología más novedosa, caracterizar la CF de los jugadores de baloncesto. Con esta finalidad, se plantearon los objetivos específicos mencionados a continuación (Figura 11).

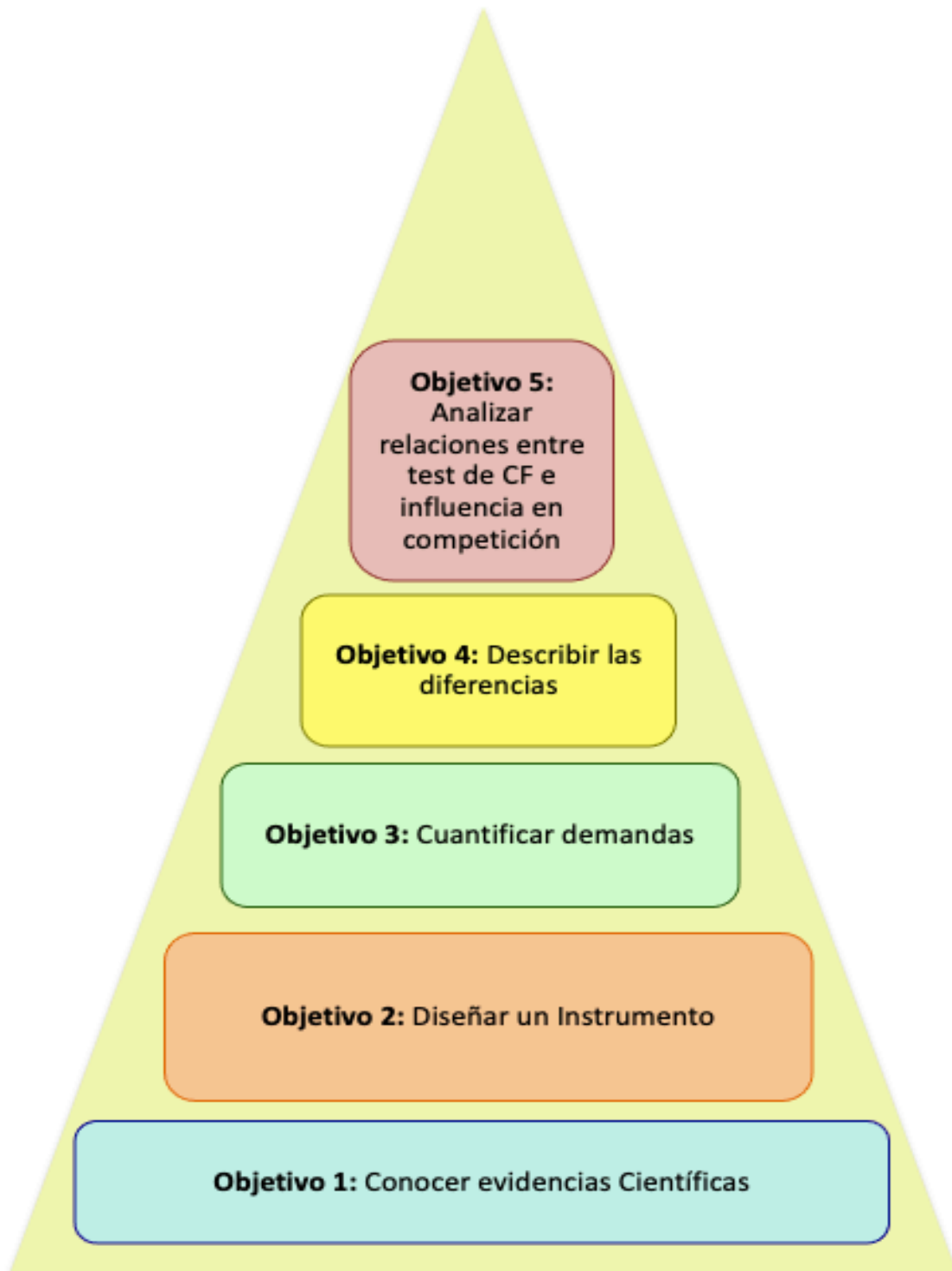
**Objetivo 1.** Conocer la evidencia científica relacionada con la valoración de la CF y la elección del test empleado con el objetivo de comprender y analizar la realidad sobre la temática objeto de estudio.

**Objetivo 2.** Diseñar un instrumento que valore la CF del jugador de baloncesto de manera integral a través de diferentes test que evalúan diferentes habilidades relacionadas con el baloncesto. Sin importar el material del que se disponga, la edad de los practicantes o el nivel de rendimiento.

**Objetivo 3.** Realizar perfiles físicos-fisiológicos de las demandas que soportan los jugadores en las diferentes habilidades analizadas (mediante test diseñados en el Objetivo 2) en función de la edad y el sexo

**Objetivo 4.** Describir la influencia de diferentes variables contextuales (metodología de entrenamiento, posición de juego o momento de la temporada) en las demandas que soportan las deportistas ante un mismo estímulo (test).

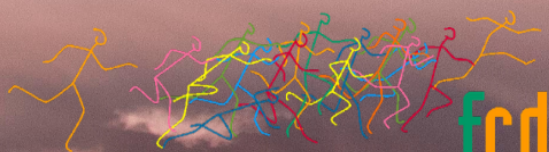
**Objetivo 5.** Analizar las relaciones entre diferentes test de valoración de la condición física y la influencia en los indicadores de rendimiento que aporta la competición.



**Figura 11.** Objetivos planteados en el desarrollo de la Tesis Doctoral



# CAPÍTULO 4. INSTRUMENTOS



Facultad de Ciencias del Deporte  
Universidad de Extremadura









*“Todos somos genios.  
Pero si juzgas a un pez por su habilidad para trepar árboles,  
vivirá toda su vida pensando que es un inútil”.*

**Albert Einstein**

Científico



## **CAPÍTULO 4. INSTRUMENTOS**

Cuantificar la carga soportada por el deportista cuando se enfrenta a un test de valoración de la CF requiere el empleo de instrumentos fiables y válidos que aporten información al preparador físico o entrenador. Para ello, en este capítulo se mencionan y desarrollan todos los instrumentos empleados para la obtención y análisis de los datos.

Para la realización de todas las pruebas físicas, cada jugador fue equipado con un dispositivo inercial WIMUPRO™ (RealTrack Systems, Almería, Andalucía, España) para cuantificar objetivamente las variables cinemáticas relacionadas con la distancia, la acelerometría y las variables neuromusculares (Ibáñez, Antúnez, Pino-Ortega, & García-Rubio, 2018). Este dispositivo se colocó en la zona interescapular del deportista e iba sujeto al deportista con un arnés anatómicamente ajustado y diseñado para la práctica deportiva. Además, el jugador portaba una banda de frecuencia cardíaca para cuantificar las variables de carga interna objetiva (relacionadas con la frecuencia cardíaca) (Ibáñez et al., 2018). Además, se emplearon células fotoeléctricas para cuantificar las variables cinemáticas relacionadas con el tiempo. Por último, los test que se emplean en las diferentes evaluaciones han sido diseñados como parte de esta Tesis Doctoral y empleados como instrumentos.

### **4.1. Dispositivo Inercial WIMUPRO™**

El dispositivo inercial WIMUPRO™ (Figura 12) empleado para la recogida de datos de esta Tesis Doctoral es de la empresa Realtrack System (Almería, España). Este dispositivo de carácter inalámbrico está compuesto por diferentes sensores para monitorizar y almacenar la actividad física de la persona que lo porta con la finalidad de proporcionar un conjunto de información objetiva que le ayude a mejorar su rendimiento deportivo, su calidad de vida o recuperarse de un periodo de inactividad. La cobertura y precisión del seguimiento se debe al Sistema Híbrido con el que cuenta, puesto que puede emplearse en el modo GPS/GNSS (para los deportes de outdoor) y el modo Ultra Wide Band (para deportes indoor). Cuenta con los siguientes sensores y especificaciones técnicas (obtenidas del fabricante, Realtrack System):

- ❖ Sensores de Seguimiento (Tracking):
  - Sensor Ultra Wide Band para posicionamiento indoor (de 10 a 1000 Hz).
  - Sensor GNSS/GPS para posicionamiento outdoor (18 Hz).
- ❖ Sensores Inerciales:
  - Un barómetro (para analizar acciones con  $\pm 120$  kPa).
  - Tres giroscopios 3D (funcionando a una potencia de 1000Hz pueden analizar hasta  $8000^\circ$  por segundo).
  - Seis acelerómetros triaxiales por rangos para mejorar la precisión (tres acelerómetros 3D para recibir fuerzas de hasta 16G, tres acelerómetro 3D para recibir fuerzas de hasta 400G trabajando a una potencia de 1000Hz).
  - Un magnetómetro 3D (para analizar acciones con  $\pm 8$  Gauss trabajando el dispositivo a una potencia de 100 Hz).
- ❖ Otras Especificaciones:
  - Peso aproximado de 70 gramos y un tamaño de 15mm en su parte más ancha.
  - Puerto USB 2.0 de alta velocidad.
  - Cuatro modos de monitorización en tiempo real (Wifi / Bluetooth 4.1/ ANT+/ BLE).
  - Pantalla OLED.
  - Procesador Intel Atom 2 Cores 1 Ghz.
  - Sistema operativo Linux.
  - Se mantiene fijado al deportista mediante un arnés específico y ajustado (Figura 13).



**Figura 12.** Dispositivo Inercial WIMU PRO TM empleado en las investigaciones.



**Figura 13.** Jugador portando el dispositivo inercial y arnés empleado.

#### **4.2. Banda de Frecuencia Cardíaca**

Este instrumento es el encargado de contabilizar el número de latidos por minuto (lpm) o pulsaciones por minuto (ppm) a las que se encuentra el deportista durante una actividad. El conteo se realiza en tiempo real a través de la tecnología ANT+, siendo el receptor el propio dispositivo inercial que porta el deportista el encargado de recibir la información y almacenarla junto al resto de variables. La marca del instrumento empleado para todas las investigaciones que conforman esta Tesis Doctoral es GARMIN® (Garmin Ltd., Lenexa, Kansas, Estados Unidos).

Especificaciones del Instrumento (obtenidas del fabricante):

- ✓ Tamaño del módulo: 62x34x11 mm.
- ✓ Correa elástica ajustable.
- ✓ Peso: 54 gramos.
- ✓ Resistente al agua.
- ✓ Fuente de energía: Compatible con pila CR2032 y CR2035.
- ✓ Larga autonomía (dependiendo del uso y cuidados).
- ✓ Conectividad mediante tecnología ANT+ y BLUETOOTH.

El monitor se encuentra fijado a una correa elástica. El deportista colocará esta banda en el tórax en una posición central y sobre la apófisis xifoides (Figura 14). La elección de esta posición se debe a que la correa elástica, por el lado reverso del monitor cuenta con dos electrodos que son los encargados de recibir la actividad cardíaca para que el monitor pueda transmitir esta información al dispositivo receptor (en este caso, el dispositivo inercial). Para facilitar la transmisión de la información, se

humedecen los electrodos y se ajusta al deportista (teniendo en cuenta que la correa es elástica).



**Figura 14.** Banda de frecuencia cardíaca y lugar de colocación en el deportista.

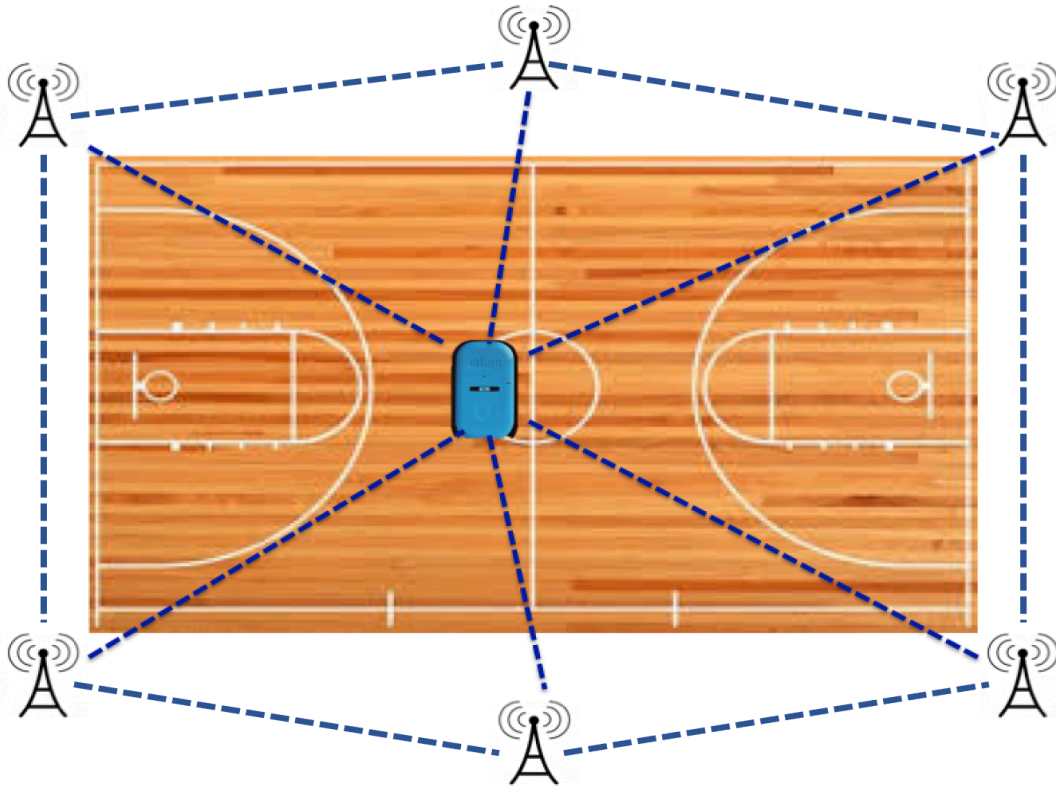
En algún documento publicado que conforma esta Tesis Doctoral, los dispositivos inerciales fueron empleados con el Sistema de Posicionamiento Local (LPS) a través de la tecnología Ultra Wide Band.

#### **4.3. Sistema de Ultra Wide Band.**

El sistema de Ultra Wide Band es una de las dos opciones que permite el dispositivo para analizar las variables relacionadas con el tracking y posicionamiento (Figura 15). La principal fortaleza de este sistema es la independencia de satélites. Las variables son analizadas a través del posicionamiento basado por un sistema de referencias (antenas) que se sitúan alrededor del terreno de juego. Este marco de referencia evita los problemas relacionados con la climatología, el lugar de la instalación deportiva (edificios de gran altura próximos o gradas de estadios muy elevadas), descalibraciones de los satélites o instalaciones deportivas de interior (pabellones, etcétera) que afectan a la señal de los satélites y por tanto a la obtención de los datos.

Para ello, cuando se colocan las antenas (un total de seis/ ocho según especificaciones del fabricante) alrededor del campo del juego, se realiza un recorrido por el terreno de juego (siguiendo las líneas que delimitan el terreno de juego) para que se establezca como marco de referencia y conocer la calidad (margen de error) de los resultados que se van a obtener. Los resultados obtenidos por los dispositivos inerciales tienen dos opciones para transmitir la información. Por un lado, el dispositivo a través de tecnología ANT+ envía la información a tiempo real al software encargado

de su recepción (SVivo). Por otro lado, el dispositivo inercial cuenta con una memoria interna que permite guardar la información de la sesión y poderla obtener al finalizar y analizarla a través de otro Software (SPro).



**Figura 15.** Representación gráfica del Sistema de Ultra Wide Band.

Al igual que el dispositivo inercial, tanto el sistema de Ultra Wide Band como los softwares empleados pertenecen a la empresa Realtrack Systems (Almería, Andalucía, España) (Figura 16).

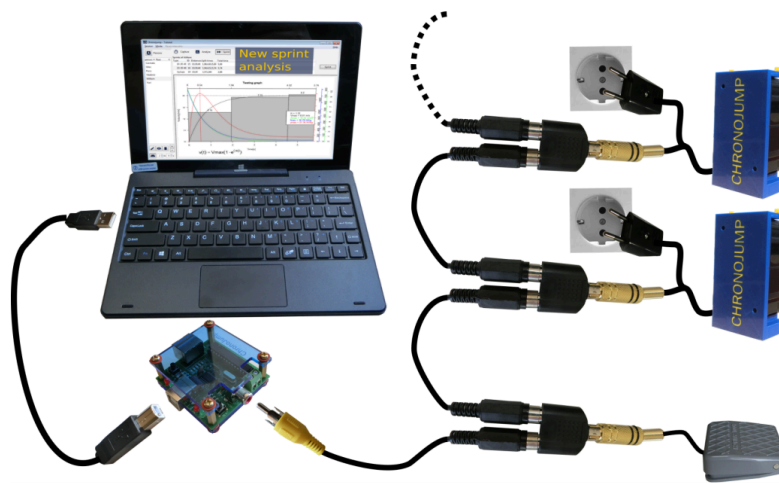


**Figura 16.** Sistema completo para el empleo de Ultra Wide Band.



#### **4.4. Células Fotoeléctricas**

Para el análisis de la carga externa a través de las variables cinemáticas relacionadas con el tiempo, se empleó células Fotoeléctricas ChronoJumps Bosco System (Barcelona, Cataluña, España). Las células Fotoeléctricas (Figura 17) son una herramienta tecnológica diseñadas para la evaluación, gestión y estadística deportiva que se emplea en la realización de tests deportivos que tienen una duración corta. Este instrumental tiene diferentes finalidades y pueden registrar saltos, carreras y ejercicios de fuerza. En esta investigación solo se empleo para evaluar tests de carreras y conocer de manera fiable el tiempo real de los jugadores.



**Figura 17.** Sistema de células fotoeléctricas empleado en esta investigación

En el modo de empleo, se colocaba una célula fotoeléctrica con su reflectante en el comienzo del tramo que iba a ser evaluado y se repetía el instrumental sobre la línea final del tramo a evaluar . Los resultados obtenidos por el deportista eran analizados y almacenados por el Software ChronoJumps Bosco System.

#### **4.5. Batería SBAFIT**

La batería SBAFIT es un instrumento diseñado dentro de esta propia investigación (será desarrollada más extensamente en el capítulo de “Estudios Desarrollados”). Esta batería se caracteriza por agrupar diferentes test que valoran las habilidades físicas más importantes que repercuten en la práctica del baloncesto, con la finalidad de obtener un conocimiento integral sobre la CF del deportista evaluado.

Las características principales de los test que conforman este instrumento son que están diseñados específicamente para el deporte del baloncesto (aunque puede coincidir la habilidad a evaluar con otro deporte) y que todos los test seleccionados se realizan sobre el terreno de juego (no se realizan test de laboratorio).

La batería está formada por los test que evalúan las siguientes habilidades (Figura 18):

- ✓ Capacidad Aeróbica: SIG/AER (Ibáñez, Sáenz-López, & Gutiérrez, 1995a).
- ✓ Capacidad Anaeróbica Láctica: SIG/ANA (Ibáñez, Sáenz-López, & Gutiérrez, 1995b).
- ✓ Fuerza Máxima de Tren Inferior: Test de Abalakov (Bosco, 1994).
- ✓ Fuerza Reactiva: Test de Multisaltos (Mancha-Triguero, García-Rubio, & Ibáñez, 2019).
- ✓ Velocidad de Desplazamiento: Test de RSA (14x5) (Mancha-Triguero et al., 2019).
- ✓ Agilidad: T Test (Fort-Vanmeerhaeghe, Montalvo, Latinjak, & Unnithan, 2016)
- ✓ Fuerza Centrípeta: Test del Arco (Mancha-Triguero et al., 2019).

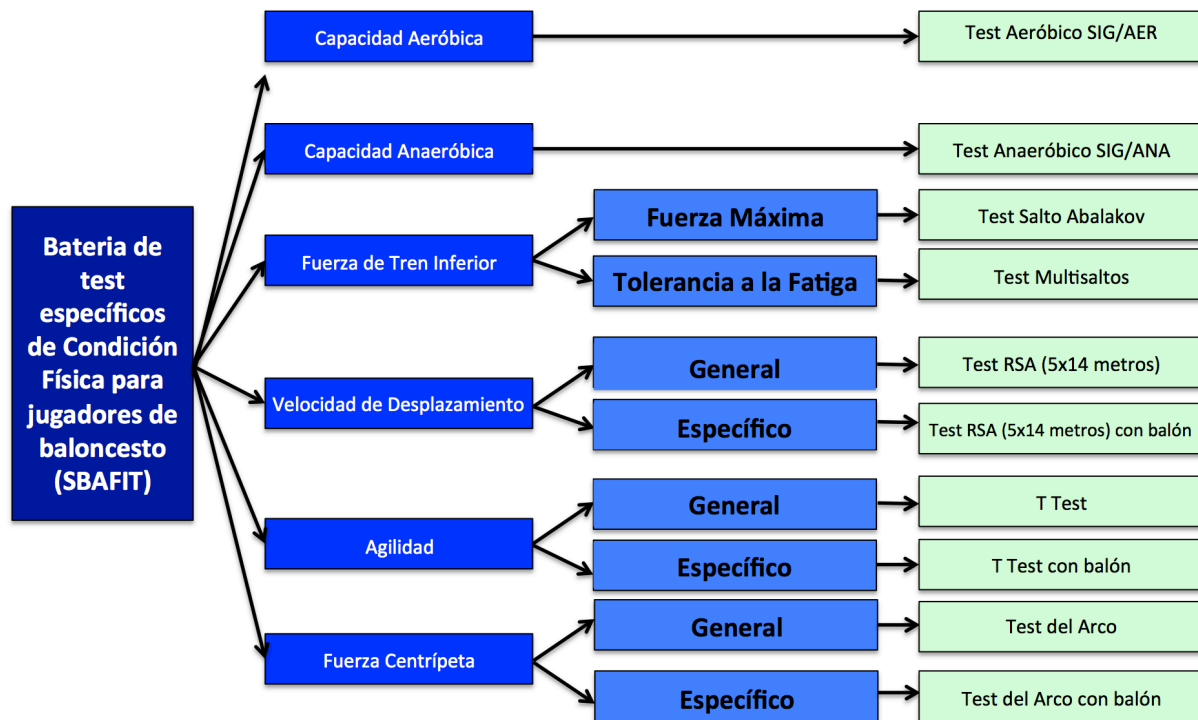
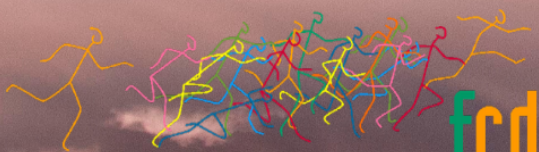


Figura 18. Conjunto de Test y habilidades que evalúa la Bateria SBAFIT.



# CAPÍTULO 5. ESTUDIOS DESARROLLADOS



Facultad de Ciencias del Deporte  
Universidad de Extremadura







*“Rendirse no es una opción”*

**Ramón Arroyo**

Finisher de Ironman con Esclerosis Múltiple





## CAPÍTULO 5. ESTUDIOS DESARROLLADOS

A continuación, se desarrollan aspectos principales relacionados con los objetivos, la metodología llevada a cabo y los resultados obtenidos fruto de cada uno de los artículos realizados que conforman esta Tesis Doctoral. Si se desea encontrar información más detallada, se puede encontrar esa información en los artículos publicados (que aparecen en el Capítulo 10, Anexos).

### 5.1. Revisión bibliográfica.

Para evaluar la CF de un deportista, conocer las características individuales de cada deportista debe ser la parte inicial y fundamental del proceso. Esto se debe a que conocer la antropometría tiene una repercusión directa en el rendimiento final del deportista. En cuanto a la evaluación a través de test de CF, existe una gran disparidad entre las pruebas que se utilizan actualmente para evaluar la CF en jugadores de baloncesto (Delextrat, & Cohen, 2008). Además, no se ha encontrado ni batería de pruebas específicas en la literatura ni investigaciones que lo clasifiquen.

#### 5.1.1. Estudio I: *Physical fitness in basketball players: A systematic review.*

##### Objetivo

Los objetivos de este estudio fueron:

- i) Revisar sistemáticamente y clasificar la literatura existente sobre CF de baloncesto referente test de valoración.
- ii) Identificar y agrupar tanto los test específicos y no específicos, así como, baterías de prueba diseñadas para medir la CF en jugadores de baloncesto y seleccionar los test de valoración más específicos para evaluar cada habilidad del jugador de baloncesto.

## Método

### 1. Diseño del estudio

El diseño de esta investigación es *teórico* (Ato, López, & Benavente, 2013), pues se recopilan los avances producidos sobre test de CF para evaluar la CF a de jugadores de baloncesto a través de diferentes documentos encontrados en bases de datos. Específicamente se trata de una revisión sistemática, al realizar un análisis teórico sobre los manuscritos encontrados (capítulos de libros, artículos científicos, libros y revisiones bibliográficas) sobre la temática objeto de estudio, con un desarrollo sistemático de la metodología para la obtención de los datos (selección de estudios, definición de variables, codificación, análisis, etc.), pero sin utilizar complejos procedimientos estadísticos para integrar los resultados de los estudios. Para el desarrollo de esta investigación se siguió las características clave de una revisión sistemática propuestas por la *metodología PRISMA* (Moher et al., 2015), que son: 1) definición de los objetivos de *metodología explícita y reproducible*; 2) *búsqueda sistemática de evidencias* siguiendo los criterios de elegibilidad; 3) *valoración de la validez* de los hallazgos; y 4) *presentación sistemática y síntesis* de las características y hallazgos de los estudios incluidos.

### 2. Criterios para la selección de los estudios

La búsqueda se realizó en diferentes idiomas, finalmente se decantó por elegir la búsqueda en inglés y español. Las palabras claves fueron *basketball, test, physical fitness, performance, elite*. Estos términos se introdujeron en inglés con la finalidad de recopilar el mayor número de trabajos sobre nuestra temática y obtener una mejor visión sobre el objetivo de este trabajo.

Para que finalmente estos documentos fuesen aceptados y posteriormente analizados, debían cumplir los criterios de inclusión y exclusión que se detallan a continuación:

Criterios de inclusión: i) Tratar sobre baloncesto; ii) Tratar sobre CF; iii) Cualquier tipo de documento; iv) Aceptados los artículos en inglés o español.

Criterios de exclusión: i) Tratar sobre Baloncesto no referente a CF; ii) Tratar sobre CF general o CF en deporte que no es baloncesto; iii) Descartar documentos que no

se pueden referenciar o que no se han podido encontrar; iv) Tratar sobre preparación física en árbitros de baloncesto; v) Tratar sobre baloncesto en silla de ruedas.

### 3. Muestra

Los documentos analizados consistieron en libros, artículos de revistas indexadas en bases de datos, capítulos de libros y artículos de revisiones científicas que compartían tópico de estudio. Los resultados de la primera búsqueda, después de introducir las palabras claves en Web of Science (WoS) y Pubmed identificaron 109 documentos. El número de documentos aumentó con la inclusión de 3 capítulos de libros recuperados de la literatura sobre el tema específico, haciendo un total de 112 documentos. El número final de documentos seleccionados que conformaban la muestra de estudio fueron 40 (noviembre de 2018). La elección de Web of Science como base de datos se debe al hecho de que este motor de búsqueda agrupa diferentes bases de datos como: 1) Collection Principal de Web of Science; 2) Current Contents Connect; 3) Derwent Innovations Index; 4) Korean Journal Database; 5) Medline; 6) Russia Science Citation Index; 7) SciELO Citation Index. Los documentos no fueron analizados usando la metodología PRISMA (Moher et al., 2015), la metodología PRISMA fue utilizada exclusivamente para el proceso de tratamiento y filtrado de los documentos seleccionados.

### 4. Codificación de las variables

La clasificación utilizada para los documentos fue la siguiente:

Autor/es y fecha, tipo de documento, muestra, especificidad de las pruebas, batería de pruebas utilizadas y principales resultados:

- Autor/es y fecha: los nombres científicos de los autores y fecha de publicación del documento.

- Tipo de documento: si el documento seleccionado era artículo científico (A), revisión científica (R) o capítulo de libro (BC).

- Especificidad de la prueba: las pruebas descritas en cada documento fueron clasificados como específicas y no específicas atendiendo a lo formal (canasta, pelota, cancha, ...) y funcional (ciclo de ataque/defensa, colaboración/oposición, ...) aspectos de la prueba. Si la prueba involucró al menos un elemento funcional se clasificó como específico, si no, como no específico. Para que una prueba se califique como

específica, debe tener en cuenta los aspectos formales y funcionales. Formal se refiere a aspectos intrínsecos específicamente relacionados con el deporte como canastas o la pelota. Funcional hace referencia a la naturaleza del deporte, pues el deporte debe implicar ciclo de ataque/defensa, colaboración/oposición

- Muestra: número de sujetos que participaron en el estudio y nivel de la muestra.
- Batería de pruebas: la batería de pruebas presentada en el documento relacionado con la preparación física en baloncesto. Los test se agruparon en: Capacidad Aeróbica, Capacidad Anaeróbica, Potencia de Salto, Prueba de Velocidad y Prueba de Agilidad.
- Principales resultados: resultados o información destacable del documento.

## 5. Procedimiento de registro de los estudios y análisis de datos

Una revisión sistemática de la literatura requiere procedimientos rigurosos y herramientas que permitan explicar claramente las contribuciones científicas continuas (Thomas, Silverman, & Nelson, 2015). Para ello, se siguió la metodología PRISMA 18 (Figura 19) que tiene cuatro fases: 1) Identificación; 2) Cribado; 3) Elegibilidad; e 4) Inclusión.

En la primera fase de identificación, un total de 112 documentos fueron recuperados de las diferentes bases de datos incluyendo todos los términos seleccionados en el tema y el título, haciendo posible identificar el objeto de estudio en términos generales (noviembre 2018). Durante la fase de selección, los títulos, resúmenes y palabras claves se leyeron solo de los documentos seleccionados que los autores consideraron que la CF de jugadores de baloncesto era el tópico principal de estudio. A menudo el término "condición física" figuraba en abstracto como secundario en el estudio o carecer de connotación deportiva. Por tanto, los criterios de inclusión y exclusión se aplicaron estrictamente, reduciéndose la muestra a 40 documentos después de codificar los documentos. En la fase de elegibilidad, los documentos recuperados de Web of Science (WoS) y de Pubmed fueron evaluados. Finalmente, en la fase de inclusión, los documentos seleccionados fueron analizados utilizando 9 variables definidas (5 relacionadas con las cualidades evaluadas en los estudios y 4 relacionadas a las cualidades contextuales del documento). Las variables evaluadas

fueron: i) Capacidad Aeróbica, ii) Capacidad Anaeróbica, iii) Potencia de Salto, iv) Agilidad y v) Velocidad. Las variables contextuales fueron autor/es y fecha, tipo de documento, participantes y principales resultados. La exclusión de documentos se debe a varios factores: 1) se han eliminado ciertos estudios por no ser relacionados con el tema a pesar de que mencionan el objeto de estudio, no es el eje principal de la investigación (otros tema  $n= 9$ ); 2) algunos documentos se eliminan porque son investigaciones de CF relacionadas con otro equipo deportes que no son baloncesto; 3) varios documentos también se han eliminado porque se trata de baloncesto, pero no ocuparse de la aptitud física (Otros deportes  $n= 19$ ); y 4) hay tres documentos que han sido inaccesibles ni su resumen, siendo luego eliminado de la muestra final.

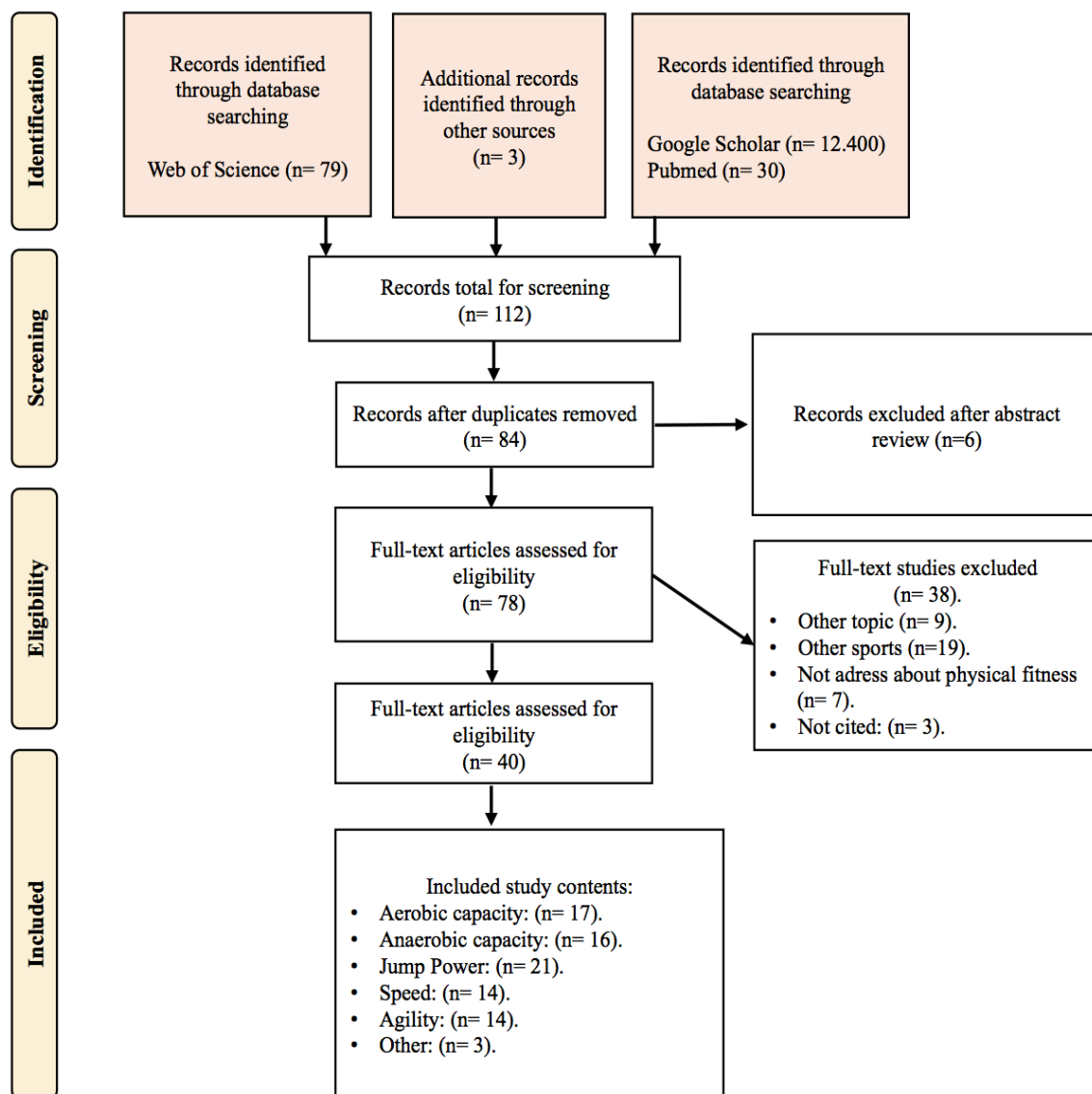
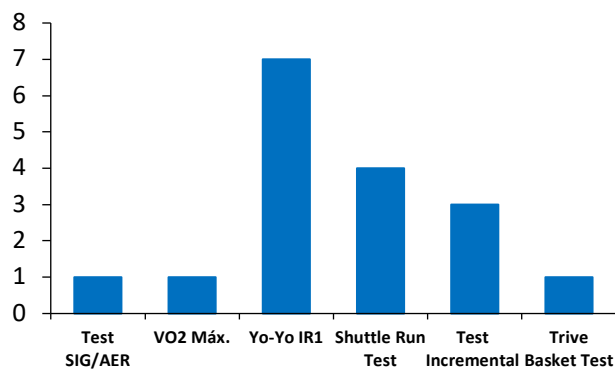


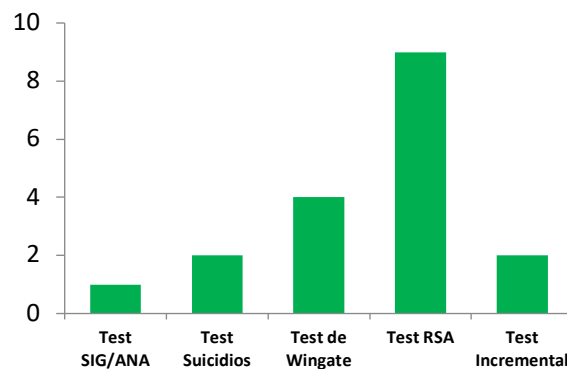
Figura 19. Diagrama de flujo de la revisión sistemática.

## Resultados

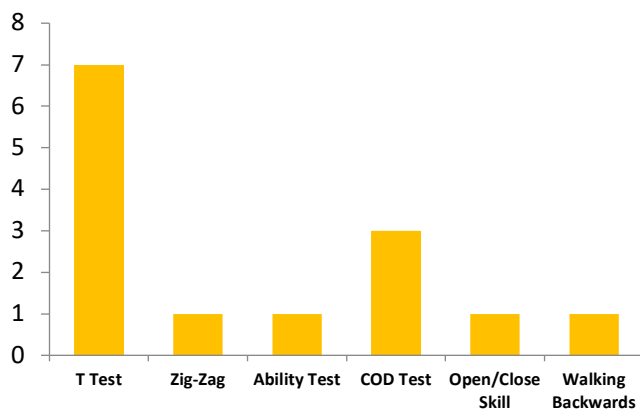
En este apartado se encuentran agrupados los artículos seleccionados en la revisión bibliográfica en función de la habilidad que evalúan. En la figura 20 se presentan gráficamente los resultados obtenidos de los test empleados en la revisión de la literatura. Además, en las tablas que se muestran a continuación, se agrupan por capacidad a evaluar y diferentes especificaciones de los artículos analizados.



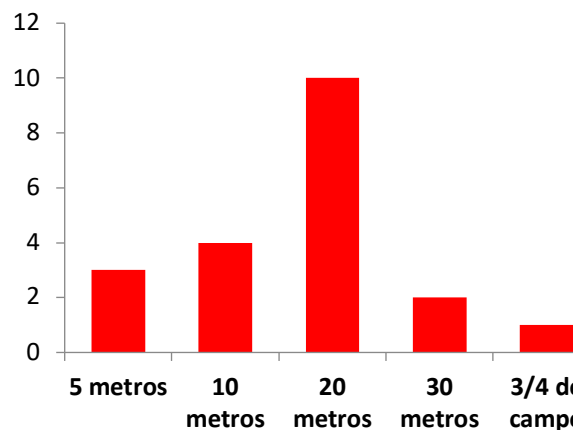
20.1. Test Aeróbicos



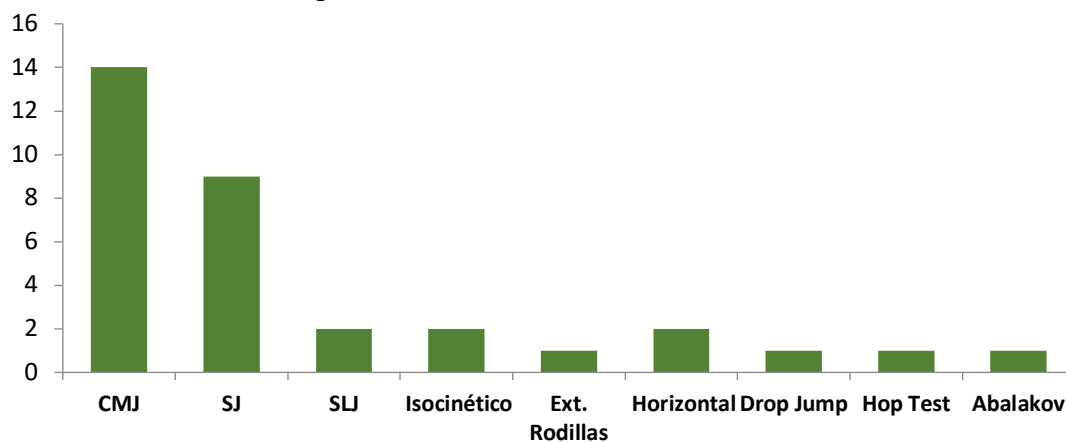
20.2. Test Anaeróbicos



20.3. Test de Agilidad



20.4. Test de Velocidad



20.5. Test de Saltos

Figura 20. Representación gráfica de los test empleados en la literatura.

Tabla 3. Documentos seleccionados que evalúan la capacidad aeróbica.

Autor/es y Fecha	Tipo	Muestra	Tests Realizados
Ibañez, Sáenz-López, & Gutiérrez (1995).	CL	12 jugadores de baloncesto jóvenes	SIG/AER Test.
Apostolidis, Nassis, Bolatoglou, & Geladas (2004).	A	13 jugadores de baloncesto de élite.	VO <sub>2 max.</sub> Test (Test de Laboratorio)
Castagna, Chaouachi, Rampinini, Chamari, & Impellizzeri (2009).	A	22 jugadores de baloncesto.	Yo-Yo IR1 Test.
Veale, Pearce, & Carlson (2010).	A	Jugadores de baloncesto australianos Sub 18.	Yo-Yo IR1 Test.
Abdelkrim, Castagna, Jabri, Battikh, El Fazaa, & El Ati (2010).	A	18 jugadores de baloncesto de categoría junior.	Aerobic 20m shuttle run test.
Abdelkrim, Chaouachi, Chamari, Chtara, & Castagna (2010).	A	45 jugadores de baloncesto.	Yo-Yo IR1 Test.
Vernillo, Silvestri, & La Torre (2012).	A	125 adolescentes	Yo-Yo IR1 Test.
Boone, & Bourgois, (2013).	A	144 jugadores de baloncesto de la primera división de Bélgica.	Test Incremental.
Štrumbelj, Vučković, Jakovljević, Milanović, James, & Erčulj (2014).	A	24 jugadoras de baloncesto de nivel élite.	30m Shuttle run performance test.
Boone, Deprez, & Bourgois (2014).	A	39 jugadores de baloncesto.	Test Incremental.
Gharbi, Dardouri, Haj-Sassi, Chamari, & Souissi (2015).	A	16 jugadores de baloncesto.	20 m multistage shuttle run test.
Pion, Segers, Fransen, Debuyck, Deprez, Haerens, Vaeyens, Philippaerts, & Lenoir (2015).	A	141 jugadores de baloncesto de élite Sub 18	Shuttle run performance test
García-Tabar, Llodio, Sánchez-Medina, Ruesta, Ibañez, & Gorostiaga (2015).	A	10 jugadores de baloncesto.	90% HR <sub>Max.</sub> incremental test
Vaquera, Morante, García-López, Rodríguez-Marroyo, Ávila, Mendonca, & Villa (2016)	CL	18 jugadores de baloncesto profesionales.	Trive- Basket Test.
Fort-Vanmeerhaege, Montalvo, Latinjak, & Unnithan (2016).	A	23 jugadores de baloncesto de élite Sub 16 y Sub 18	Yo-Yo IR1 Test.
Gomes, Rebelo Mendes, Almeida, Zanetti, Leite, & Ferreira Júnior (2017).	A	11 jugadores de baloncesto de élite	Yo-Yo IR1 Test.
Moraes, Aoki, Freitas, Arruda, Drago, & Moreira (2017).	A	23 jugadores de baloncesto.	Yo-Yo IR1 Test.

CL: Capítulo de Libro; A: Artículo; R: Revisión



Tabla 4. Documentos seleccionados que evalúan la capacidad anaeróbica.

Autor/es y Fecha	Tipo	Muestra	Tests Realizados
Ibáñez, Sáenz-López, & Gutiérrez (1995).	CL	12 jugadores de baloncesto jóvenes	SIG/ANA Test.
Hoare (2000).	A	130 hombres y 130 mujeres jugadores de baloncesto	Test de Suicidios.
Apostolidis, Nassis, Bolatoglou, & Geladas (2004).	A	13 jugadores de baloncesto de élite.	Test de Wingate.
Delextrat, & Cohen (2008).	A	8 jugadores de baloncesto de élite y 8 jugadores de baloncesto universitario.	Test de Wingate. Test de Suicidios.
Montgomery, Pyne, Hopkins, & Minahan (2008).	A	93 jugadores junior 95 jugadoras junior de baloncesto.	Repeated Sprint Ability (RSA).
Zupan, Arata, Dawson, Wile, Payn, & Hannon (2009).	A	1585 sujetos.	Test de Wingate.
Jakovljevic, Karalejic, Pajic, Macura, & Erculj (2012).	A	118 jugadores de baloncesto de élite adolescente.	Repeated Sprint Ability (RSA) 4x15m.
Štrumbelj, Vučković, Jakovljević, Milanović, James, & Erčulj (2014).	A	24 jugadoras de baloncesto de élite.	Repeat Sprint Ability 5x30m.
Boone, Deprez, & Bourgois (2014).	A	39 jugadores de baloncesto.	Test Incremental.
Gharbi, Dardourí, Haj-Sassi, Chamari, & Souissi (2015).	A	16 jugadores de baloncesto.	Test de Wingate. Repeated Sprint Ability (RSA).
Pion, Segers, Franssen, Debuyck, Deprez, Haerens, Vaeyens, Philippaerts, & Lenoir (2015).	A	141 jugadores de baloncesto de élite Sub18	Repeated Sprint Ability (RSA). 10m X 5.
García-Tabar, Llodio, Sánchez-Medina, Ruesta, Ibáñez, & Gorostiaga (2015).	A	10 jugadores de baloncesto.	Test Incremental con análisis de lactato.
Steinberg, Nemet, Pantanowitz, Zeev, Hallumi, Sindiani, Meckel, & Eliakim (2016).	A	20 jugadores de baloncesto (12 mujeres, 8 hombres).	Repeated Sprint Ability (RSA) 12X20m.
Calleja-González, Mielgo-Ayuso, Lekue, Leibar, Erazuquin, Jukic, Ostojic, Sampaio, & Terrados (2016)	A	55 jugadores de baloncesto jóvenes.	Repeated Sprint Ability (RSA) 3x10m.
Fort-Vanmeerhaege, Montalvo, Latinjak, & Uthithan (2016).	A	23 jugadores de baloncesto de élite Sub16 y Sub18	Repeated Sprint Ability (RSA).
Gonzalo-Skok, Tous-Fajardo, Suarez-Arrones, Arjol-Serrano, Casajus, & Méndez-Villanueva (2017).	A	22 jugadores de baloncesto adolescentes.	Repeated Sprint Ability (RSA).

CL: Capítulo de Libro; A: Artículo; R: Revisión

Tabla 5. Documentos seleccionados que evalúan la capacidad de salto.

Autor/es y Fecha	Tipo	Muestra	Tests Realizados
Hoare (2000).	A	130 hombres y 130 mujeres jugadores de baloncesto	Counter Movement Jump (CMJ); Squat Jump (SJ).
Matavulj, Kukulj, Ugarkovic, Tihanyi, & Jaric (2001)	A	33 jugadores de baloncesto hombres adolescentes.	Counter Movement Jump (CMJ).
Ostojic, Mazic, & Dikic (2006).	A	5 equipos de jugadores de baloncesto que compiten en la primera liga Nacional.	Counter Movement Jump (CMJ); Squat Jump. (SJ).
Bloomfield, Polman, O'Donoghue, & McNaughton (2007).	A	60 jugadores de baloncesto.	Counter Movement Jump (CMJ); Stiff Leg Jumping (SLJ)
Delextrat, & Cohen (2008).	A	8 jugadores de baloncesto de élite y 8 jugadores de baloncesto universitario.	Counter Movement Jump (CMJ); Squat Jump (SJ); Test Isocinético; Test Máximo de Extensores de Rodillas.
Castagna, Chaouachi, Rampinini, Chamari, & Impellizzeri (2009).	A	22 basketball players.	Counter Movement Jump (CMJ); Stiff Leg Jumping (SLJ).
Ziv, & Lidor (2010).	R		Counter Movement Jump (CMJ); Squat Jump. (SJ). Unilateral y Doble.
Abdelkrim, Castagna, Jabri, Battikh, El Fazaa, & El Atti (2010).	A	18 jugadores de baloncesto junior.	5 Squat Jump. (SJ); 5 saltos Horizontales.
Abdelkrim, Chaouachi, Chamari, Chtara, & Castagna (2010).	A	45 jugadores de baloncesto.	5 Squat Jump. (SJ); 5 saltos Horizontales
Boone, & Bourgois (2013).	A	144 jugadores de baloncesto de la primera división de Bélgica	Squat Jump. (SJ); Test Isocinético.
Santos, Matias, Rocha, Minderico, Allison, Sardinha, & Silva (2014)	A	12 jugadores de baloncesto junior.	Counter Movement Jump (CMJ); Squat Jump (SJ).
Pion, Segers, Fransen, Debuyck, Deprez, Haerens, Vaeyens, Philippaerts, & Lenoir (2015).	A	141 jugadores de baloncesto de élite Sub18	Counter Movement Jump (CMJ); Squat Jump (SJ); Unilateral
Calleja-González, Mielgo-Ayuso, Lekue, Leibar, Erauzkin, Jukic, Ostojic, Sampaio, & Terrados (2016)	A	55 jugadores de baloncesto jóvenes.	Counter Movement Jump (CMJ).
Pareja-Blanco, Suarez-Arrones, Rodríguez-Rosell, López-Segovia, Jiménez-Reyes, Bacheró-Mena, & González-Badillo (2016).	A	21 atletas muy entrenados	Counter Movement Jump (CMJ).
Torres-Unda, Zarrazquin, Gravina, Zuber, Seco, Gil, Gil, & Irazusta (2016).	A	72 adolescentes. (13-14 años). Equipos participantes en la Mini Copa del Rey.	Counter Movement Jump (CMJ).
Gomes, Rebelo Mendes, Almeida, Zanetti, Leite, & Ferreira Júnior (2017).	A	11 jugadores de baloncesto de élite	Counter Movement Jump (CMJ). Vertical jump
Gonzalo-Skok, Tous-Fajardo, Suarez-Arrones, Arjol-Serrano, Casajus, & Mendez-Villanueva (2017).	A	22 jugadores de baloncesto adolescentes.	Test de presión Incremental; Drop Jump; Doble Drop Jump; Hop test.
Doma, Leicht, Sinclair, Schumann, Damas, Burt, & Woods (2017).	A	10 jugadoras de baloncesto de nivel élite	Counter Movement Jumps (CMJ)
Puente, Abián-Vicén, Areces, López, & Del Coso (2017).	A	25 jugadores de baloncesto	Abalakov Jump; Counter Movement Jump (CMJ).

CL: Capítulo de Libro; A: Artículo; R: Revisión

**Tabla 6.** Documentos seleccionados que evalúan la capacidad de sprint.

<b>Autores y Fecha</b>	<b>Tipo</b>	<b>Muestra</b>	<b>Tests Realizados</b>
Hoare (2000).	A	130 hombres y 130 mujeres jugadoras de baloncesto.	Sprint 5m. Sprint 10m. Sprint 20m.
Delextrat, & Cohen (2008).	A	8 jugadores de baloncesto de élite y 8 jugadores de baloncesto universitario.	Sprint 20 m.
Abdelkrim, Castagna, Jabri, Battikh, El Faaza, & El Aii (2010).	A	18 jugadores de baloncesto junior.	Sprint 10 m. Sprint 20 m. Sprint 30 m.
Jakovljevic, Karajević, Pajić, Macura, & Erculj (2012).	A	118 jugadores de baloncesto adolescentes de élite.	Sprint 20m.
Boone, & Bourgois (2013).	A	144 jugadores de baloncesto de la primera división de Bélgica.	Sprint 5 m. Sprint 10m.
Scanlan, Humphries, Tucker, & Dalbo (2014).	A	12 jugadores de baloncesto.	20 m sprint
Scanlan, Tucker, & Dalbo (2014).	A	12 jugadores de baloncesto de la Liga de Australia.	Sprint 5m. Sprint 10m. Sprint 20m.
Pion, Segers, Franssen, Debuyck, Deprez, Haerens, Vaeyens, Philippaerts, & Lenoir (2015).	A	141 jugadores de baloncesto élite Sub18	Sprint 30 m.
Calleja-González, Mielgo-Ayuso, Lekue, Leibar, Erauzkin, Jukic, Ostojic, Sampaio, & Terrados (2016)	A	55 jugadores de baloncesto jóvenes.	Sprint 20m.
Fort-Vanmeerhaege, Montalvo, Latiniak, & Unnithan (2016).	A	23 jugadores de baloncesto de élite Sub16 y Sub18.	Sprint ¼ track.
Pareja-Bianco, Suarez-Arrones, Rodríguez-Rosell, López-Segovia, Jiménez-Reyes, Bacherro-Mena, & González-Badillo (2016).	A	21 atletas muy entrenados.	Sprint 20 m.
Torres-Unda, Zarrazuquín, Gravina, Zubero, Seco, Gil, Gil, & Irazusta (2016).	A	72 adolescentes. (13-14 años). Equipos participantes en la Mini Copa del Rey.	Sprint 20 m.
Gomes, Rebello Mendes, Almeida, Zanetti, Leite, & Ferreira Júnior (2017).	A	11 jugadores de baloncesto de élite	Sprint 20m.

**CL:** Capítulo de Libro; **A:** Artículo; **R:** Revisión

Table 7. Documentos seleccionados que evalúan la habilidad de ser ágil.

Autor/es y Fecha	Tipo	Muestra	Tests Realizados
Bloomfield, Polman, O'Donoghue, & McNaughton (2007).	A	60 jugadores de baloncesto.	T-Test.
Delextrat, & Cohen (2008).	A	8 jugadores de baloncesto de élite y 8 jugadores de baloncesto universitario.	T-Test
Abdelkrim, Castagna, Jabri, Battikh, El Fazaa, & El Ati (2010).	A	18 jugadores de baloncesto junior.	T-Test.
Abdelkrim, Chaouachi, Chamari, Chtara, & Castagna (2010).	A	45 jugadores de baloncesto.	T-Test.
Jakovljevic, Karalejic, Pajic, Macura, & Erculj (2012).	A	118 jugadores de baloncesto adolescente de nivel élite.	T- Test. Zig-Zag Ability Drill.
Scanlan, Humphries, Tucker, & Dalbo (2014).	A	12 jugadores de baloncesto de la Liga de Australia.	COD ability test.
Scanlan, Tucker, & Dalbo (2014).	A	12 jugadores de baloncesto de la Liga de Australia.	Open/Closed skill agility assessment.
Pion, Segers, Fransen, Debuyck, Deprez, Haerens, Vaeyens, Philippaerts, & Lenoir (2015).	A	141 jugadores de baloncesto de categoría Sub18	Walking backwards on different surfaces.
Fort-Vanmeerhaege, Montalvo, Latinjak, & Unnithan (2016).	A	23 jugadores de baloncesto de élite Sub16 y Sub18	T- Test
Gomes, Rebelo Mendes, Almeida, Zanetti, Leite, & Ferreira Júnior (2017).	A	11 jugadores de baloncesto de élite.	T- Test
Gonzalo-Skok, Tous-Fajardo, Suarez-Arrones, Arjol-Serrano, Casajus, & Méndez-Villanueva (2017).	A	22 jugadores de baloncesto adolescentes.	COD Ability Test.
Doma, Leicht, Sinclair, Schumann, Damas, Burt, & Woods (2017).	A	10 jugadoras de baloncesto de élite	COD Ability test.

**CL:** Capítulo de Libro; **A:** Artículo; **R:** Revisión

## 5.2. Diseño del instrumento

En la actualidad, el análisis de la CF tiene un papel importante en el desarrollo de los deportistas (Ziv & Lidor, 2009). En equipos de élite, durante el periodo competitivo, no se suelen realizar test de CF para no someter al deportista a un esfuerzo extra que pueda producir un déficit de rendimiento (Calleja-González, Leibar, & Terrados, 2008). En este caso, la evaluación de la CF se realiza en los periodos de la temporada donde existe ausencia de la competición. Por este motivo, en ocasiones, se obtiene información a través de medidas indirectas en los casos en los que el periodo competitivo es muy denso (Calleja-González et al., 2008), aun sabiendo que la fiabilidad de los resultados puede verse afectada.

Revisada la literatura, se concluye afirmando que las capacidades relacionadas con la CF más importantes son: i) Capacidad Aeróbica (evaluada a través del Yo-Yo IR1 Test); ii) Capacidad Anaeróbica Láctica (evaluada a través de un test RSA); iii) Fuerza de Tren Inferior (evaluada a través de Test CMJ y SJ), iv) Velocidad de Desplazamiento (evaluada a través de test de sprint de 14 metros); v) Agilidad (evaluada a través del T Test); vi) Habilidad de generar Fuerza Centrípeta (Mancha-Triguero et al., 2019a). La importancia de estos factores en el deporte del baloncesto se debe al componente físico que tiene la propia competición. Por ello, se propone la creación de una batería de test específicos de baloncesto.

### *5.2.1. Estudio II: SBAFIT: A field-based test battery to assess physical fitness in basketball players.*

#### Objetivo

Diseñar una batería integral de test de campo y específicos para valorar la CF en jugadores de baloncesto



## Método

Este trabajo se cataloga como estudio instrumental, pues trata de desarrollar y realizar una propuesta de batería de test específicos para evaluar la CF de jugadores de baloncesto (Ato, López, & Benavente, 2013). Por tanto, es una propuesta sobre una batería integral de test que agrupa diferentes test de CF que reúnan las condiciones de ser test de campo y específicos para el deporte del baloncesto.

### Protocolo de actuación

Realizar la batería Specific Basketball Fitness Test (SBAFIT) completa con el objetivo de realizar una evaluación integral del jugador de baloncesto, requiere agrupar los test en dos jornadas diferentes, dependiendo de las demandas o vía energética que requiere cada test. Las jornadas de evaluación se deben separar al menos 48 horas (Bishop, Jones, & Woods, 2008). Antes de realizar las pruebas, los jugadores realizan un calentamiento específico similar al que realizan en la competición, puesto que, en ambas situaciones, las exigencias a las que se enfrentan son de máxima intensidad. Este calentamiento se establecerá en torno a 20 minutos. Durante ese periodo, se provocarán las respuestas fisiológicas necesarias para afrontar cualquier situación en las condiciones óptimas. Para ello, el deportista completará 10 minutos de actividad moderada, seguido de 5 minutos de diferentes ejercicios de estiramientos dinámicos y 3 minutos de recuperación activa o actividad suave (Zarić et al., 2018).

### Distribución de las pruebas

Día 1: Los jugadores realizan las pruebas siguiendo el siguiente orden: en primer lugar, las Pruebas de Fuerza de Tren Inferior (máxima y tolerancia a fatiga), seguido de la Prueba de Fuerza Centrípetra (general y específico) y por último el test Capacidad Aeróbica.

Día 2: Los jugadores realizan las pruebas en el siguiente orden: el Test de Sprint (general y específico), Test de Agilidad (general y específico) y Test de Capacidad Anaeróbica Láctica.

En las pruebas en las que se realizan de manera general y específica (desplazamientos con bote de balón) siempre se realiza en primer lugar la versión general, puesto que las versiones específicas introducen en sus desplazamientos el

bote de balón, afectando a generar un mayor número de estímulos y, por tanto, la fatiga generada también es mayor (Mancha-Triguero, Gómez-Carmona, Gamonales, García-Rubio, & Ibáñez, 2019c).

La batería está formada por dos pruebas que generan gran fatiga en el jugador (test de Capacidad Aeróbica y test de Capacidad Anaeróbica Láctica). Las pruebas de Capacidad Aeróbica y Capacidad Anaeróbica Láctica se realizan al final de cada jornada puesto que la fatiga que generan podría afectar a las pruebas que se hiciesen después. Estas dos pruebas deben realizarse en días separados en el tiempo. El diseño plantea un desarrollo incremental en cuanto a los requerimientos de las pruebas realizadas con el fin de que la fatiga no sea una variable contaminante en los resultados obtenidos.

#### *Propuesta de batería de test y protocolo de ejecución*

En este apartado se describe el conjunto de test que conforman la batería SBAFIT diseñada para evaluar la CF integral del jugador de baloncesto. La batería consta de las siguientes pruebas: i) Test Aeróbico SIG/AER; ii) Test Anaeróbico SIG/ANA; iii) Test de Abalakov; iv) Test de Multisaltos; v) Test de RSA; vi) T Test; vii) Test del Arco.

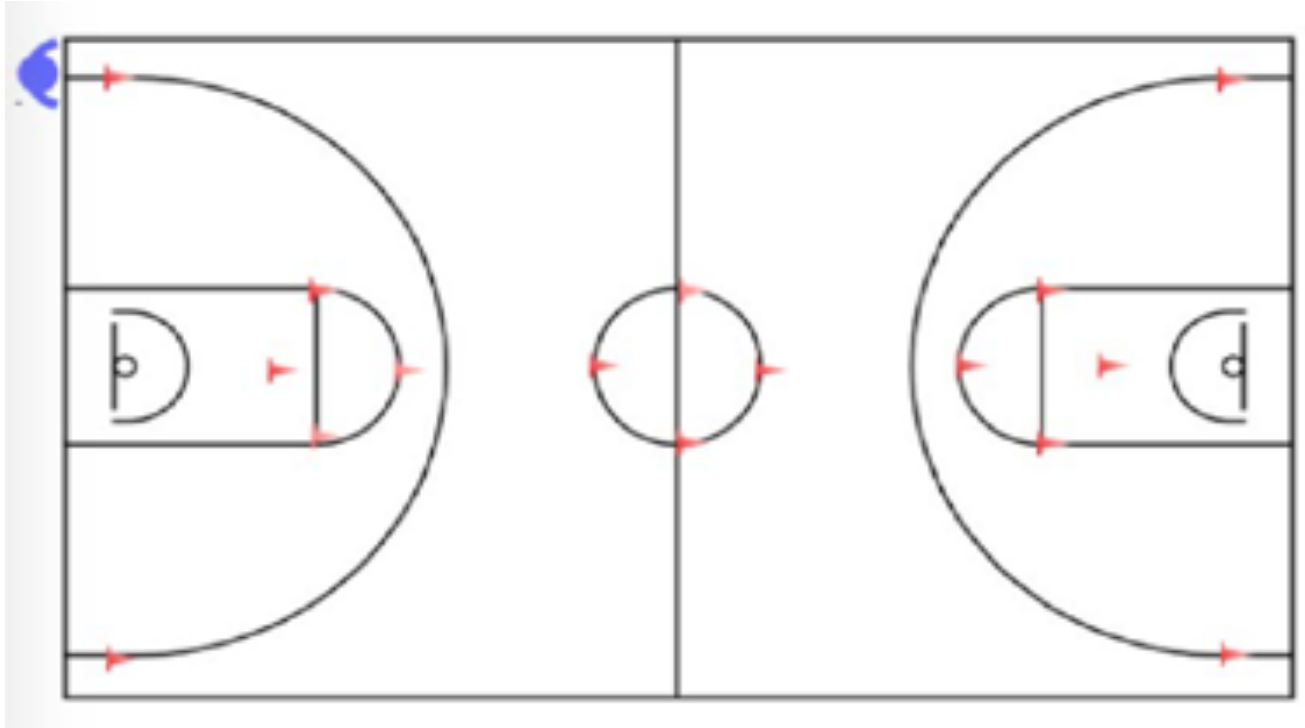
#### Test de Capacidad Aeróbica

La elección del Test Aeróbico SIG/AER (Ibáñez, Sáenz-López, & Gutiérrez, 1995a) se debe a que evalúa la Capacidad Aeróbica de manera más óptima siguiendo los criterios de especificidad y test de campo para el deporte del baloncesto. Este test tiene gran similitud con la propia competición debido a que utiliza un gran número de elementos formales del juego (terreno de juego, balón y elementos tácticos-técnicos del propio deporte)

#### Diseño

Se colocan en el terreno de juego una serie de referencias para orientar al jugador en el desarrollo de la prueba. Se colocan conos en las zonas próximas a las esquinas del terreno de juego, en los semicírculos de ambas zonas restringidas y sobre el círculo de medio campo (Figura 21).



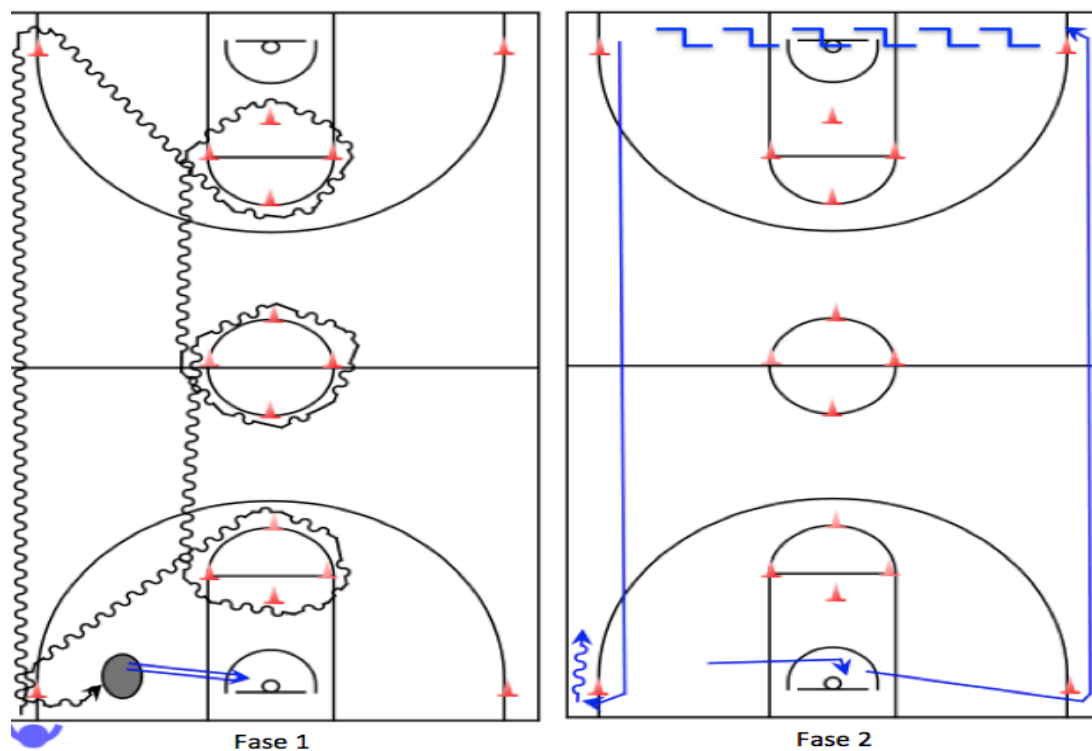


**Figura 21.** Distribución del terreno de juego para realizar el Test Aeróbico SIG/AER (Adaptado de Ibáñez et al., 2019).

### Desarrollo

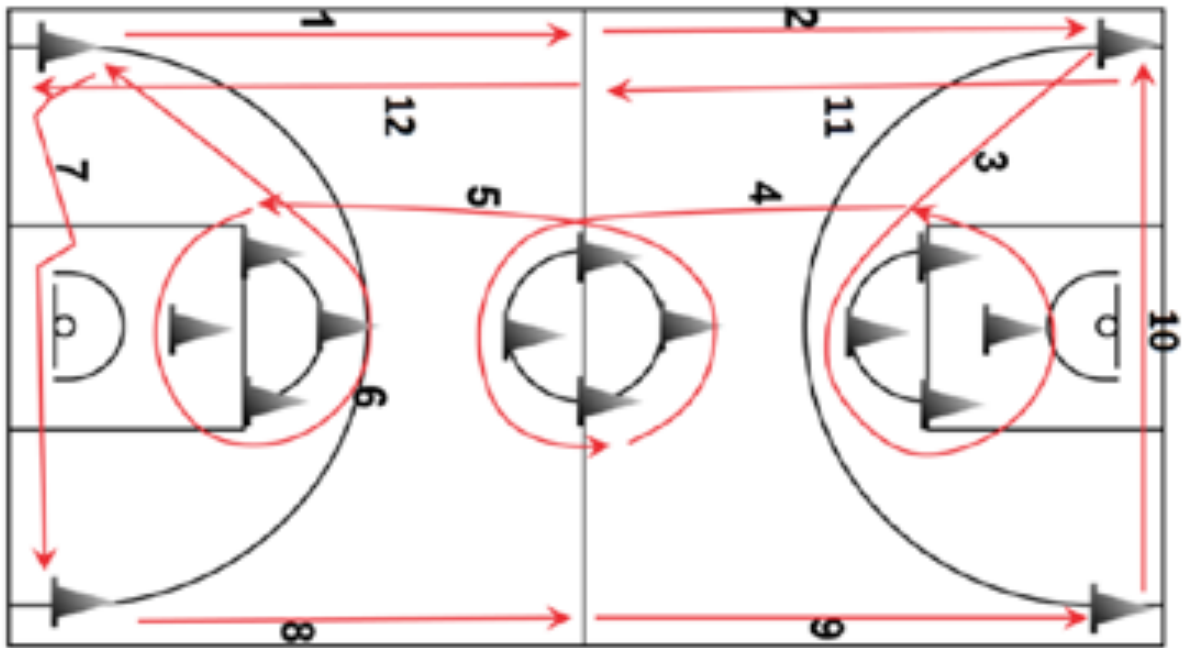
El Test SIG/AER, es una prueba de campo en la que el deportista realiza diferentes acciones técnico-tácticas durante doce minutos. El orden que estructura la secuencia atendiendo al orden similar que se podría encontrar durante un partido. El desarrollo es el siguiente (Figura 22). El jugador que se encuentra sobre la línea de fondo del campo, comienza a desplazarse hacia el campo contrario realizando carrera frontal mientras bota el balón. Llegado al final del campo, realiza un cambio de dirección, comienza a recorrer la línea que delimita el lanzamiento de tres puntos hasta llegar al primer círculo (situado sobre la zona de tiro libre), realiza un giro completo dejando siempre los conos en el lado izquierdo. Seguidamente, se desplaza corriendo con bote de balón hacia el medio campo para realizar un giro completo sobre el centro del campo y se desplaza hacia la otra zona defensiva del campo para realizar otro giro completo sobre la zona del tiro libre. Llegado hasta aquí, el deportista recorre nuevamente la línea de tres puntos para llegar al cono donde comenzó la carrera frontal, realiza un cambio de dirección y ejecuta un lanzamiento a canasta desde fuera de la zona. Realizado el lanzamiento, el jugador corre hacia la canasta con la intención de realizar un rebote (realiza un salto vertical máximo). A continuación, comienza su desplazamiento sin balón y se dirige hacia la esquina más próxima en sentido de la

carrera. Posteriormente, el deportista recorre todo el largo del campo hasta llegar al fondo contrario desplazándose de espalda simulando una acción de balance defensivo (carrera de espalda). Cuando se encuentra en el fondo contrario, el deportista realiza seis movimientos defensivos (desplazamientos laterales) que harán que se desplace durante todo el ancho del campo. Finalizado este conjunto de acciones, se realiza la última carrera frontal del circuito para volver a cruzar el campo hacia el punto de salida y volver a empezar el circuito, simulando una carrera frontal sin balón para el contraataque.



**Figura 22.** Representación gráfica del Test Aeróbico SIG/AER (Adaptado de Ibáñez et al., 2019).

En ese momento, al paso del deportista por el inicio, el jugador habrá concluido un circuito completo, debiendo comenzar de nuevo el recorrido con la finalidad de realizar el mayor número de circuitos posible durante los 12 minutos de duración del test. Además, el evaluador responsable de la prueba registrará no sólo las fracciones del test recorridas, sino que también complementará esta información con la eficacia de los lanzamientos realizados(intentos/aciertos). El circuito del Test SIG/AER está dividido en 12 fracciones, con el objetivo de poder cuantificar con exactitud la distancia recorrida por el jugador (Ibáñez et al., 2019) (Figura 23).



**Figura 23.** Representación de las fracciones del circuito (Adaptado de Ibáñez et al., 2019).

#### Procedimiento.

El test ofrece la posibilidad de ser realizado por varios deportistas de manera simultánea, siendo el tiempo recomendable de separación entre las salidas de cada deportista de al menos 2 minutos, con la intención de no molestar a los compañeros que se encuentran inmersos en el desarrollo de la prueba. La salida de un nuevo jugador sirve de referencia para el deportista que ya se encuentra realizando el test, puesto que en función de los compañeros que observe realizando el test, puede conocer el tiempo aproximado que lleva y esto le puede permitir dosificar su esfuerzo. El diseño de la prueba permite que los deportistas adelanten a otros compañeros con ritmo inferior, siempre que no afecte al jugador adelantado. Por el contrario, no está permitido que los jugadores corran en grupo (drafting) realizando el circuito de manera conjunta y adaptando su ritmo al del compañero.

El diseño del test es simple y fácil de reproducir en cualquier campo de baloncesto puesto que las medidas son universales y el material que se requiere es habitual emplearlo durante los entrenamientos. Por último, se detalla que, durante el test, el jugador realizará todos los elementos técnicos que se encuentra durante la práctica o competición a excepción del elemento técnico del pase, pues se considera que la

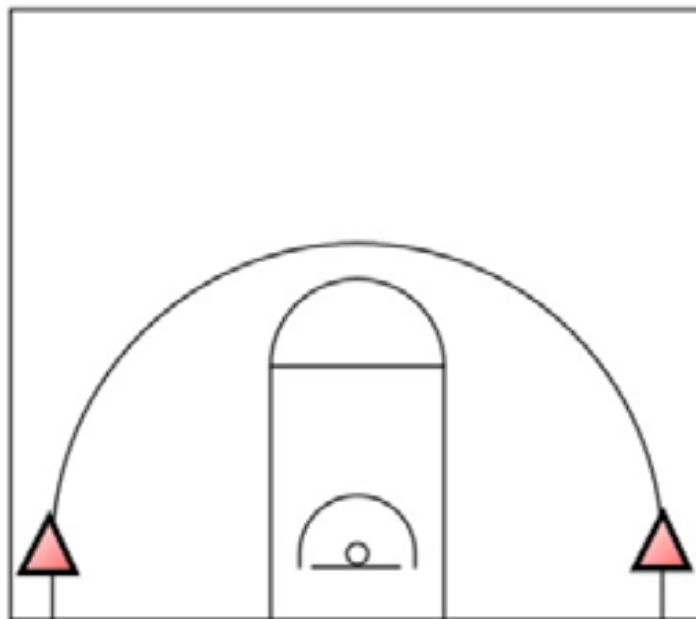
aparición de otro jugador receptor puede suponer una variable extraña para el desarrollo del test (Ibáñez et al., 1995a).

### Test de Capacidad Anaeróbica Láctica

El test propuesto para evaluar esta capacidad es el Test Anaeróbico SIG/ANA (Ibáñez, Sáenz-López, & Gutiérrez, 1995b) siguiendo los criterios de especificidad evalúa la capacidad de manera más óptima debido a su similitud con la propia competición. Al igual que en el test de capacidad aeróbica, el deportista se enfrenta durante la realización de la prueba a diferentes elementos estructurales del juego.

#### Diseño

El test seleccionado intercala periodos de trabajo con periodos de recuperación pasiva (ratio de trabajo y descanso es 1:1). El Test SIG/ANA tiene una duración de diez minutos (incluyendo los cinco minutos de actividad y los cinco minutos de recuperación) (Figura 24).

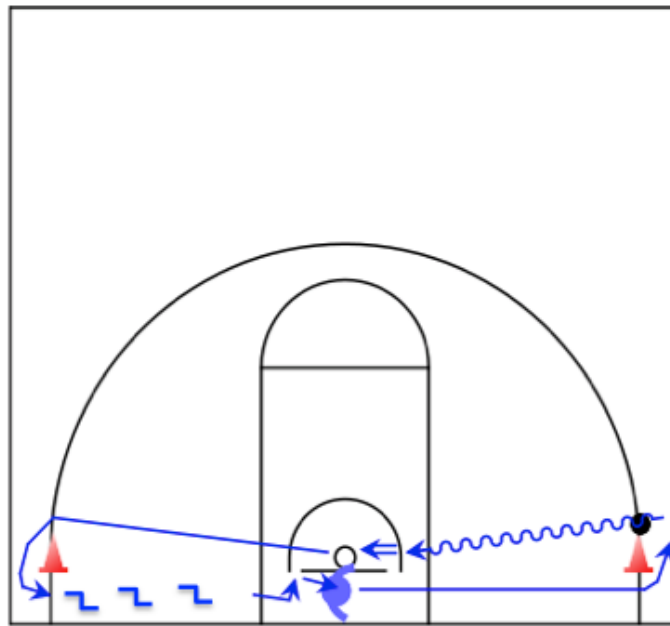


**Figura 24.** Distribución del terreno de juego para realizar el Test Anaeróbico SIG/ANA (Adaptado de Ibáñez et al., 2019).

#### Desarrollo

Durante la prueba, se realizan diferentes acciones técnico-tácticas específicas del baloncesto. La secuencia es la siguiente:

El jugador comienza la prueba desde debajo del aro de la canasta. A la señal de salida, comienza a desplazarse frontalmente hacia el cono situado sobre la línea de tres puntos, donde realiza un cambio de dirección para recoger un balón y comienza el desplazamiento frontal con balón hacia canasta para finalizar haciendo un lanzamiento próximo a canasta. Después del lanzamiento, el deportista se desplaza hacia el otro cono realizando carrera de espaldas donde simula un balance defensivo. Llegado al lateral del terreno de juego, realiza un cambio de dirección y comienza a realizar tres movimientos defensivos hasta la canasta (desplazamientos laterales). Finalmente, cuando esté próximo a la canasta, el jugador realiza un salto vertical (simulando la acción de rebote). Finalizadas todas estas acciones, el jugador habrá completado un circuito y deberá repetir la secuencia anterior el máximo número de veces posible durante el minuto de trabajo, durante los cinco periodos que dura la prueba (Figura 25).



**Figura 25.** Representación gráfica del Test Anaeróbico SIG/ANA (Adaptado de Ibáñez et al., 2019).

El test se realiza individualmente utilizando una canasta. Para tener un mayor conocimiento sobre el deportista, se pueden analizar la carga interna, carga externa o los parámetros obtenidos a través de la observación (número de fracciones realizadas, la eficacia en el lanzamiento y las series de acierto/ error de los lanzamientos de todos los palieres). Durante la prueba, se debe contar con la ayuda de dos ayudantes. Uno de ellos, próximo a la canasta será el encargado de anotar tanto el número de circuitos

que realiza como la eficacia de los lanzamientos, mientras que el otro ayudante, recoge el balón y lo lleva al inicio de la fracción 2. Los preparadores físicos y entrenadores pueden evaluar la evolución del deportista en los test mediante la distancia recorrida (circuitos realizados), frecuencia cardíaca y eficacia de lanzamientos (lanzamientos anotados/ lanzamientos realizados). La primera fracción de las cuatro que conforman el test comienza con el deportista colocándose debajo del aro y llega hasta la línea de tres puntos donde se encuentra un cono. En este punto, comienza la segunda fracción del circuito que finaliza con el lanzamiento a canasta. Seguidamente, realizado el lanzamiento, comienza la tercera de las cuatro fracciones y finaliza cuando el deportista llega a la línea de tres puntos en el lado opuesto al de la fracción 1 y 2. En la última fracción, el deportista comienza desde la línea de tres puntos hasta justo debajo del aro de canasta.

#### Procedimiento

Las diferentes versiones de organización de este test son múltiples. El test ofrece la posibilidad de realizar el test de manera individual en una canasta, individual en dos canastas o en la versión más compleja que requiere gran conocimiento por parte de evaluadores y jugadores sobre el test en el que evalúan a dos jugadores por cada canasta a la vez. Para esta última versión, la coordinación debe ser máxima puesto que se intercalan los periodos de actividad y recuperación de manera opuesta al compañero de la misma canasta (mientras jugador A está en minuto de actividad, jugador B tiene minuto de recuperación y viceversa), reduciendo así el tiempo empleado en la implementación de la prueba. A la hora de llevar a cabo, hay que tener en cuenta que por cada canasta que se utilice, el evaluador debe contar con dos ayudantes para que desarrollen las funciones mencionadas anteriormente. Existe una propuesta de cuantificación de la carga realizada por Ibáñez et al. (2019) en función del nivel competitivo, la edad de los deportistas y el sexo de los jugadores.

#### Test de Fuerza de Tren Inferior

La fuerza de tren inferior a través del salto puede ser evaluada a través de diferentes test. En esta ocasión, la evaluación de esta capacidad está formada por dos test diferentes. Por un lado, para evaluar la capacidad de Salto máximo, se propone realizar un test de Salto Abalakov (ABK) (Bosco, 1994; Garcia-Gil, et al., 2018). Por

otro lado, el test seleccionado para evaluar la tolerancia a la fatiga y la fuerza reactiva es el test de Multisaltos (Imai, Kaneoka, Okubo, & Shiraki, 2016).

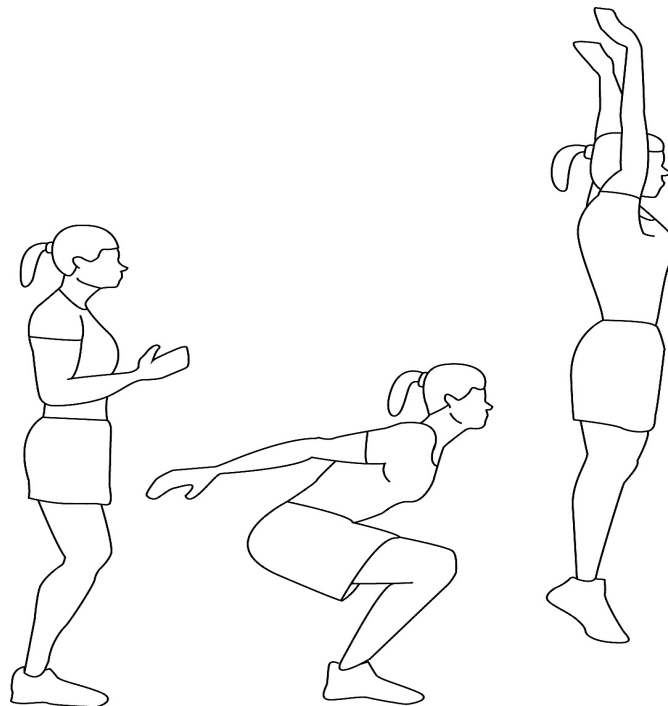
#### Test de Salto Abalakov (Test ABK).

##### Diseño

La colocación del test es sobre la línea de uno de los fondos con el objetivo de realizar el salto máximo e intentar llegar a tocar el tablero de canasta.

##### Desarrollo

El deportista realiza individualmente un salto máximo con el objetivo de conocer la potencia máxima de salto. Para realizar el salto más amplio, se ayudará de la impulsión del tren superior (brazos) (Figura 26).



**Figura 26.** Representación gráfica sobre la ejecución del Test de Abalakov (Elaboración propia)

##### Procedimiento

Realizar un salto de Abalakov con la finalidad de conocer la producción máxima de fuerza en el salto que tiene un deportista, es necesario tener en cuenta el número de intentos que se realizan y el periodo de tiempo que transcurre entre ellos. Para ello, cada deportista debe realizar tres intentos de manera individual con una recuperación de 30 segundos entre saltos (Heredia, Chiroso, Roldán, & Chiroso, 2009).



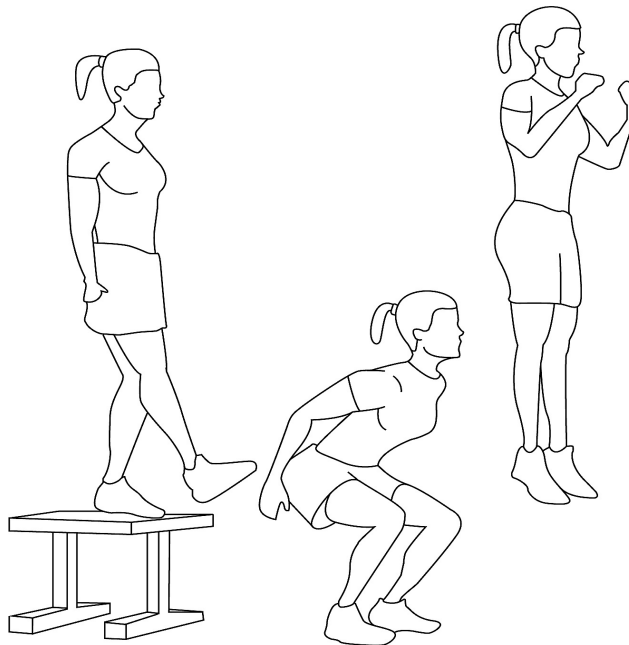
### Test de Multisaltos.

#### Diseño

El test de Multisaltos también está diseñado para que se realice sobre la línea de fondo para motivar al deportista con el reto de intentar tocar el tablero de canasta durante el salto o alcanzar la altura máxima posible.

#### Desarrollo

El test de salto Drop Jump es uno de los test más utilizados en la literatura para evaluar esta capacidad (Bobbert, & Huijing, 1987; Bedi, Cresswell, Engel, & Nicol, 1987; Peng, 2011), siendo objeto de estudio y realizando estudios adaptativos en función del sexo (Laffaye, & Choukou, 2010) o características antropométricas (Markovic, & Jaric, 2007). Por ello, se propone que el jugador concatene cinco saltos máximos con el objetivo de conocer la tolerancia a la fatiga (Imai, Kaneoka, Okubo, & Shiraki, 2016), la fuerza reactiva que tiene el deportista para aplicar la mayor fuerza posible en el menor tiempo de contacto y la capacidad contráctil del músculo en acciones máximas encadenadas (Figura 27).



**Figura 27.** Representación gráfica del Test de Multisaltos. (Elaboración propia).

#### Procedimiento

Para el test de Multisaltos, el test comienza con el jugador subido al cajón de salto. La altura estipulada para realizar el test variará en función del sexo y la categoría (Laffaye, & Choukou, 2010). Para los deportistas masculinos de categoría infantil

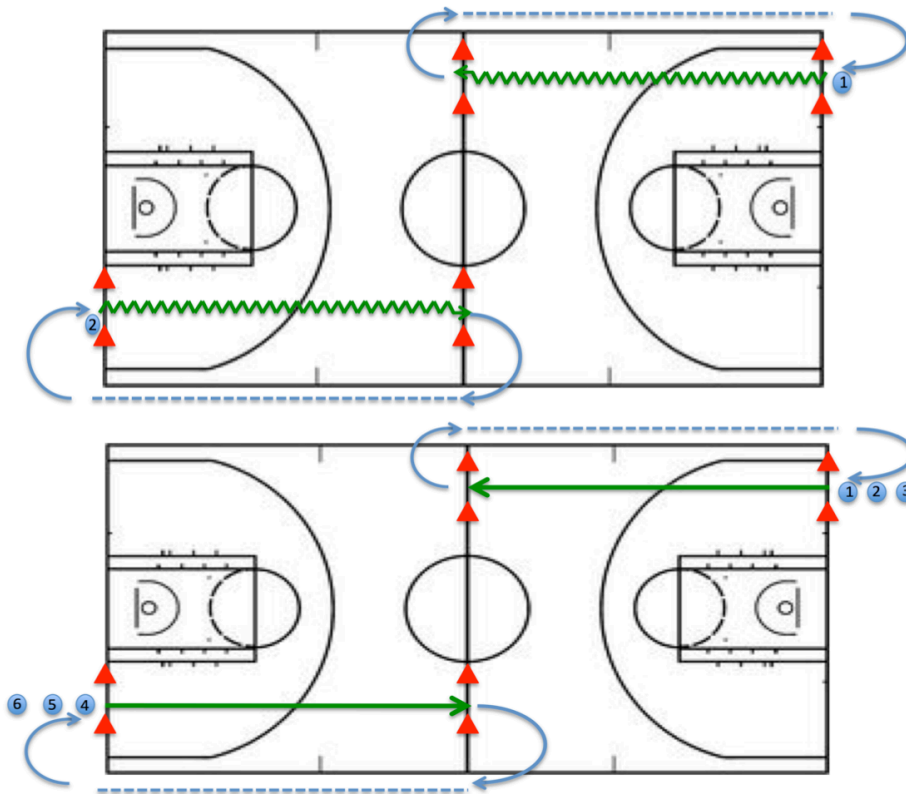
(Sub14) será de 30 cm. Para los jugadores de categoría cadete (Sub16), la altura del cajón será de 40 cm. Por último, para jugadores de categoría junior (Sub18) o amateur, la altura de la caída será de 50 cm (Markovic, & Jaric, 2007). Mientras que, para el sexo femenino, en las jugadoras de categoría infantil (Sub14) y categoría cadete (Sub16) la altura del cajón desde la que comenzará el test será de 30 cm, para las jugadoras de categoría junior (Sub18), la altura será de 40 cm y para las jugadoras de categoría senior (+18) la altura será de 50 cm. La ejecución del test consta de una caída libre y encadenar 5 saltos máximos en los que puede ayudarse del movimiento de brazos. Esta ejecución se realiza en 2 ocasiones, siendo el tiempo de recuperación entre ejecuciones de dos minutos de recuperación pasiva, pues el esfuerzo del test es similar a un sprint de 20 metros (Wiewelhove, Raeder, Meyer, Kellmann, Pfeiffer, & Ferrauti, 2015). Para realizar el test, se coloca el cajón sobre la línea de fondo (al igual que el Test de Abalakov) y el deportista debe realizar los saltos máximos con el objetivo de tocar el tablero de la canasta o llegar lo más alto posible.

#### Test de Velocidad de Desplazamiento

Con la finalidad de evaluar la velocidad de desplazamiento del deportista, se propone realizar un test Repeat Sprint Ability (RSA) (Pion et al., 2015). La elección de evaluar esta capacidad se debe a que el baloncesto es un deporte interválico en el que se encadenan esfuerzos máximos con recuperaciones incompletas (Jakovljevic et al., 2012).

#### Diseño

El deportista realiza 5 sprint de 14 metros (distancia existente entre la línea de fondo y el medio campo). Esta distancia se debe a que es fácilmente reproducible en cualquier campo donde se practica baloncesto. Además, es la distancia de referencia para correr un contraataque. La recuperación entre repeticiones de sprint será una recuperación activa de 30 segundos (Heredia et al., 2009). Para buscar la especificidad, se realiza teniendo en cuenta las dimensiones del terreno de juego (Figura 28).



**Figura 28.** Representación gráfica sobre la organización del test RSA.

#### Desarrollo

El test se realiza en dos ocasiones con una recuperación completa de dos minutos entre intentos. La primera ejecución del test (cinco sprints) evalúa la velocidad máxima de desplazamiento del deportista. En la segunda ejecución (cinco sprints), se pretende evaluar la velocidad máxima de desplazamiento con bote de balón.

#### Procedimiento

Llevar a cabo la ejecución de ambas variantes requiere un gran conocimiento y coordinación de evaluadores y deportistas si se quiere realizar las dos variantes de forma simultánea. Las dos pruebas comienzan sobre la línea de fondo (cada prueba en un lado diferente). Finalizan en la línea de medio campo, con el objetivo de que el deportista no interfiera en la prueba del compañero. La prueba se realizará de manera individual y requiere un ayudante por cada prueba. Si los resultados obtenidos pretenden ser fiables y válidos, es importante el empleo de tecnología como células fotoeléctricas sobre cada línea de salida y llegada de cada prueba (4 células fotoeléctricas en total). Para desplazarse desde la línea final hasta la salida

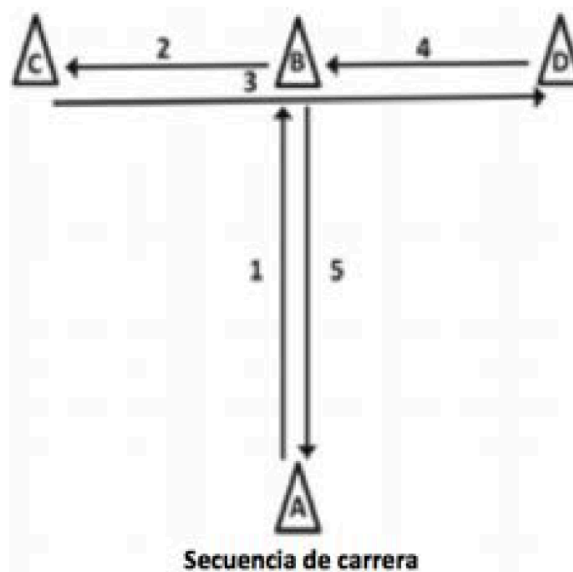
nuevamente, el deportista tiene 30 segundos que utilizará en volver andando o corriendo a baja intensidad. Finalizado el primer conjunto de esprines, el jugador, realizará una recuperación activa (caminando) de dos minutos y seguidamente, comienza el segundo conjunto de esprines repitiendo la dinámica anterior, pero introduciendo en los desplazamientos a máxima velocidad el bote del balón.

### Test de Agilidad

El test propuesto que evalúa esta capacidad de manera más óptima siguiendo el criterio de especificidad para el deporte del baloncesto es el T Test (Fort-Vanmeerhaeghe, Montalvo, Latinjak, & Unnithan, 2016). El test seleccionado evalúa diferentes tipos de desplazamientos que el deportista realiza durante la práctica de este deporte.

#### Diseño

La elección de este test se debe a la búsqueda de la especificidad con el propio deporte. Por ello, se plantea realizar el T test (en su versión habitual) y además, se plantea una versión adaptada al deporte del baloncesto en la que el deportista realiza los diferentes desplazamientos del T test mientras bota el balón. La distancia entre las marcas A y B es de 10 metros, mientras que la distancia entre las marcas B y C o B y D es de 5 metros (Figura 29).



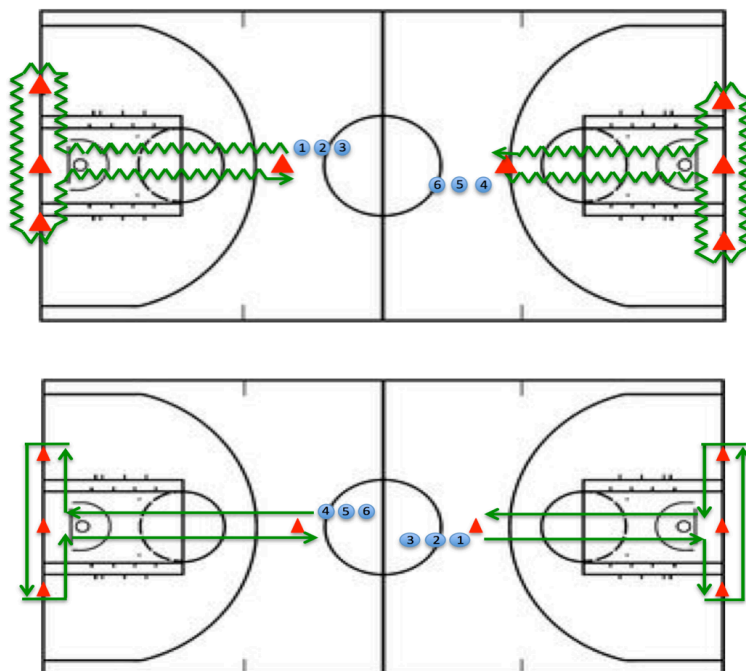
**Figura 29** Representación gráfica del T test.

## Desarrollo

Durante la realización del test, el jugador realiza diferentes desplazamientos (carrera frontal, lateral y de espalda). Para cambiar el tipo desplazamiento, el sujeto efectúa un cambio de dirección de 90° o 180° dependiendo de la posición. La elección de este test se debe a que los movimientos que ejecuta el deportista durante la prueba reproducen los que se encuentra en la competición. Además, esta propuesta sugiere realizar los desplazamientos de este test botando de balón, con el objetivo de buscar la máxima similitud con la situación real del baloncesto.

## Procedimiento

Las dos ejecuciones (sin bote de balón y con bote de balón) se realizan individualmente. Para realizar ambas versiones, en primer lugar, se realiza la versión sin bote de balón. En esta ocasión, el deportista tiene 2 oportunidades para realizar la prueba con un descanso entre intentos de 2 minutos (Balsom, Seger, Sjödin, & Ekblom, 1992). Finalizados los intentos de la primera ejecución, el deportista tiene un periodo de recuperación activa de dos minutos (Wiewelhove et al., 2015) para realizar los desplazamientos con el bote de balón (versión específica de baloncesto). Para rentabilizar el tiempo y que el tiempo sea mejor aprovechado, se proponen dos zonas sobre el campo para realizar test de manera simultánea (Figura 30).



**Figura 30.** Representación gráfica sobre la organización del T test.

## Fuerza Centrípetas

El test diseñado para evaluar la capacidad de generar fuerza centrípeta de manera más óptima atendiendo a los criterios de especificidad para el deporte del baloncesto es el Test del Arco. Esta propuesta busca aunar el mayor número de elementos formales del deporte. Para ello, se realizará el Test del Arco tanto en su versión general como en su versión específica.

### Diseño

El test del Arco es un test específico de baloncesto que valora la fuerza centrípeta del deportista. Para ello, el deportista realiza una carrera con trayectoria curva a máxima velocidad.

### Desarrollo

El deportista realiza durante el test diseñado una carrera a máxima velocidad sobre la línea de tres puntos pintada en el terreno de juego. Al igual que en pruebas anteriores, esta batería busca una evaluación específica para el deporte seleccionado. Para ello, el deportista realiza dos versiones de la prueba. En la primera versión, el deportista realiza en dos ocasiones la prueba a máxima velocidad posible (una vez teniendo en cuenta el radio de giro hacia derecha y otra con el radio de giro hacia izquierda). En la segunda versión, también realiza en dos ocasiones la prueba a máxima velocidad, además, se incluye el bote del balón durante el desplazamiento a máxima velocidad.

### Procedimiento

Para optimizar el tiempo de evaluación, al igual que en el resto de pruebas, se emplearán la mayor parte de recursos de los que se disponga. Para ello, el diseño plantea la utilización de las dos líneas de tres puntos existente en el campo. Para ello, sobre uno de los campos, los jugadores realizarán la prueba en la versión genérica y en el otro campo, se realizará la prueba en la versión específica con bote de balón. Cada prueba tendrá el mismo montaje y el mismo material, para ello se requieren dos células fotoeléctricas para cada tipo de prueba (4 en total). Las células fotoeléctricas se colocarán sobre la intersección de las líneas de fondo y las líneas de tres puntos. Cada deportista realizará la prueba de manera individual. Los jugadores realizan la prueba en una dirección y cuando finalizan la prueba, aprovechan el tiempo de

recuperación para que el resto de compañeros realicen la prueba con el objetivo optimizar el tiempo empleado y poder realizar de nuevo en el sentido contrario. El tiempo de recuperación entre pruebas será de 1 minuto, puesto que el esfuerzo es de corta duración y la recuperación es rápida (Wiewelhove et al., 2015) (Figura 31).

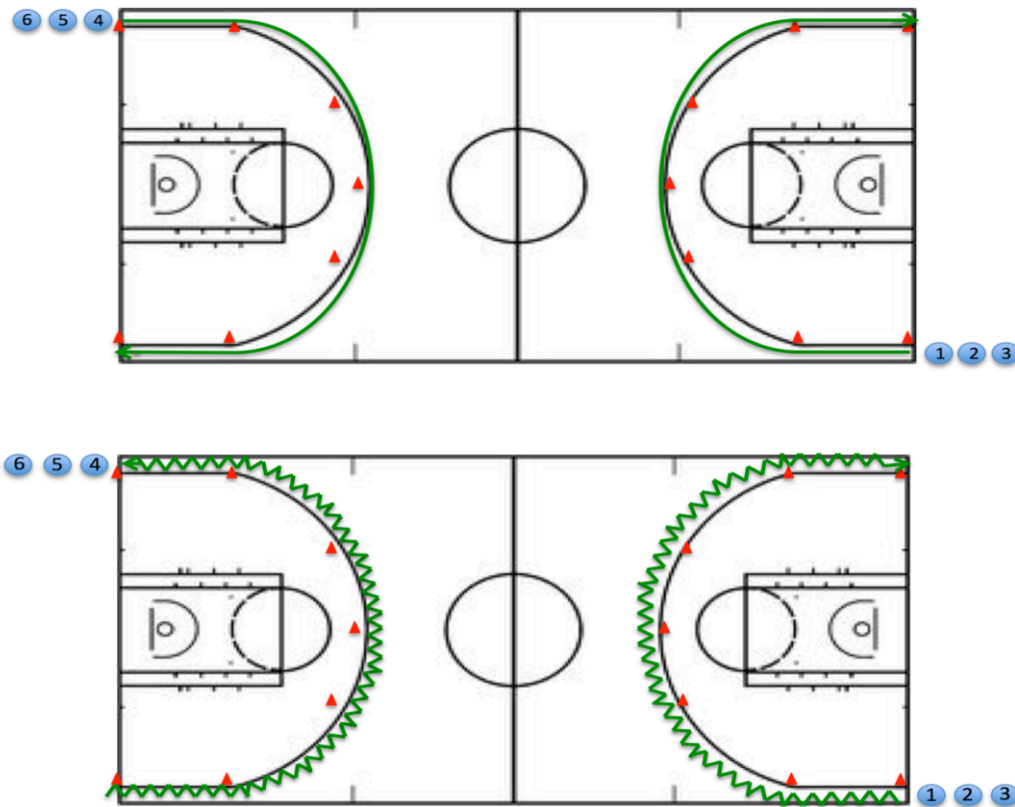


Figura 31. Representación gráfica sobre la organización del Test del Arco.

### 5.3. Cuantificación de las demandas físico-fisiológicas.

Para conocer el estado físico de un deportista y determinar si el proceso de entrenamiento está siendo óptimo o si, por el contrario, necesita una modificación de la planificación, se realizan valoraciones de la CF de los deportistas. Por ello, tener un buen estado físico durante la temporada ayudará al desarrollo de los entrenamientos, entrenar con mayor intensidad y soportar mayores demandas. Toda esta mejora en la CF se verá beneficiada durante la competición, donde el deportista obtendrá mejores resultados y ayudará a su equipo a conseguir el objetivo.



### *5.3.1. Estudio III: Physical and Physiological Profiles of Aerobic and Anaerobic Capacities in Young Basketball Players.*

El análisis de la carga interna y externa mediante una prueba de Capacidad Aeróbica y Anaeróbica Láctica no es una práctica común en jugadores en etapas formativas. Actualmente, gran parte de la información que se utiliza como referencia proviene de equipos de alto nivel (Doma et al., 2018) o equipos nacionales (Štrumbelj et al., 2015), que son evaluados a través de test de laboratorio o pruebas genéricas sin tener en cuenta el deporte practicado (Mancha-Triguero et al., 2019a). Por ello, se cree que el análisis de la CF en deportistas jóvenes es relevante puesto que ocasionalmente, al emplear los resultados de equipos de alto nivel, se está omitiendo el principio de especificidad e individualización del deportista (Bompa, & Buzzichelli, 2018). Por ello, el proceso de seguimiento de la CF proporciona al entrenador información relevante a la hora de planificar una competición, existiendo entonces una relación positiva entre una mejor forma física y un mejor rendimiento del deportista en la competición (McGill et al., 2012). Revisada la literatura, no existe un conocimiento objetivo de cómo las Capacidades Aeróbicas y Anaeróbicas evolucionan en las diferentes etapas formativas en baloncesto.

#### Objetivo

Los objetivos de esta investigación fueron:

i) Caracterizar las demandas físico-fisiológicas pertenecientes a la Capacidad Aeróbica y Anaeróbica en diferentes etapas formativas del baloncesto y en jugadores masculinos y femeninos a través de test de campos específicos de baloncesto.

ii) Describir las diferencias entre sexos según la edad.

La hipótesis de este manuscrito fue que las Capacidades Aeróbicas y Anaeróbicas obtendrán un aumento en los valores analizados a medida que el deportista se desarrolla. Por esta razón, los jugadores mayores tendrán mejores resultados en estas capacidades que los jugadores más jóvenes. Además, las diferencias entre jugadores de la misma edad, pero de diferentes sexos, serán confirmadas. Los jugadores masculinos son los que obtendrán mejores resultados en estas pruebas de CF.

## Método

### Diseño

Esta investigación se enmarca dentro de los *estudios empíricos* que siguen una *estrategia asociativa*, que buscan examinar las *diferencias entre los grupos* y las relaciones entre las pruebas, a través de *estudios comparativos* de tipo *transversal* y *evolutivo* (Ato, López, & Benavente, 2013), con el fin de caracterizar el rendimiento de jugadores de baloncesto de diferentes sexos y edades mediante pruebas de CF.

### Participantes

Se evaluaron a 149 jugadores pertenecientes a equipos de diferentes edades (Sub14, Sub16 y Sub18) de sexo masculino y femenino que pertenecen al mismo club y que participan en el campeonato nacional (Sub14 masculino:  $n=33$ , Sub14 femenino:  $n=12$ , Sub16 masculino:  $n=31$ , Sub16 femenino:  $n=12$ , Sub18 masculino:  $n=39$ , Sub18 femenino:  $n=22$ ). Para poder formar parte de la investigación, los deportistas debían realizar ambas pruebas con la finalidad de que la muestra fuese la misma y no fuese una variable contaminante la elección de los sujetos. Tanto el cuerpo técnico como los jugadores fueron informados previamente de los detalles de la investigación y de sus posibles riesgos y beneficios. La participación de los deportistas fue voluntaria. Para ello, se les solicitó su aprobación a través de un consentimiento informado. En los jugadores menores de edad, el consentimiento fue suscrito por sus tutores legales. El estudio se desarrolló sobre la base de las disposiciones éticas de la Declaración de Helsinki (2013), siendo aprobado por el Comité de Bioética de la Universidad ( $n^{\circ}$  registro 233/2019).

### Variables

Para esta investigación se definieron como variables independientes la edad (Sub14, Sub16 y Sub18) y el sexo (masculino y femenino). Para la valoración de la CF de los deportistas, se analizaron las siguientes variables, las cuales se dividen en cinco grupos según el tipo de exigencias (Ibáñez, Antúnez, Pino-Ortega, & García-Rubio, 2018): i) Variables Técnico-Tácticas, ii) Variables de Carga Interna Objetiva, iii) Variables de Carga Externa Objetiva Cinemáticas relacionadas con la Distancia, iv) Variables de Carga Externa Objetiva Cinemáticas relacionadas con la Acelerometría, v) Variables de Carga Externa Objetiva Neuromusculares.

i) *Variables Técnico-Tácticas*, analizan mediante metodología observacional los gestos técnico tácticos realizados durante cada prueba.

1) *Lanzamientos*: Es la cantidad total de lanzamientos que realiza el deportista durante la duración del test.

2) *Aciertos*: Es la cantidad de lanzamientos que son anotados.

3) *Eficacia (%)*: Es el valor (expresado en %) calculado del producto entre Aciertos y Número de lanzamientos.

Existe un documento que aporta unos valores orientativos sobre estas variables en función de la edad y sexo de los deportistas (Ibáñez et al., 2019)

ii) *Variables de Carga Interna Objetiva*, fue evaluada a través de la Frecuencia Cardíaca (FC). Es un indicador individual sobre las demandas que tiene el deportista sobre una tarea o entrenamiento. Dentro de esta variable, se analizan los siguientes parámetros relacionados.

1) *Frecuencia Cardíaca Máxima (FC Max)*: Valor máximo de pulsaciones por minuto alcanzado por el deportista durante la prueba.

2) *Frecuencia Cardíaca Media (FC Med)*: Valor medio de pulsaciones por minuto durante la prueba.

3) *% Frecuencia Cardíaca Máxima (% FC Max)*: Es un indicador de la intensidad del esfuerzo físico-fisiológico del deportista durante la prueba. Este valor se calcula teniendo en cuenta la FC Max.

4) *Frecuencia Cardíaca Recuperación (FC Rec)*: Valor obtenido de latidos por minuto pasados dos minutos de la finalización de la prueba. El deportista debe realizar una recuperación pasiva al finalizar los test.

iii) *Variables de Carga Externa Objetiva Cinemáticas relacionadas con la Distancia*, analizan la carga externa que soporta el jugador durante el tiempo de ejecución y su desplazamiento.

1) *Fracción de Circuito*: Número de fragmentos de circuito que realiza el jugador durante la duración de la prueba. En el test aeróbico, cada circuito está formado por 12 fracciones, mientras que, en el test anaeróbico, cada circuito está formado por 4 fracciones.

2) *Distancia (m)*: El número de metros recorridos durante la prueba. En la prueba aeróbica, cada fracción tiene una distancia aproximada de 15 metros y en la prueba anaeróbica, cada fracción tiene una distancia aproximada de 7.5 metros (Ibáñez et al., 2019).

Existen unas tablas orientativas sobre el nivel de los deportistas en función de la edad y sexo (Ibáñez et al., 2019)

iv) *Variables de Carga Externa Objetiva Cinemáticas relacionadas con la Acelerometría*, registran la carga externa que realiza el jugador en relación al tiempo de ejecución y su desplazamiento.

1) *Aceleraciones*: Incremento positivo de velocidad realizados durante el partido, total y por minuto.

2) *Deceleraciones*: Incremento negativo de velocidad realizados durante el partido, total y por minuto.

v) *Variables de Carga Externa Objetiva Neuromusculares*, analizan la carga externa que recibe el jugador en relación a la fuerza de la gravedad. Se registran 2 variables:

1) *Impactos*: Se miden a través de la fuerza que soportan las estructuras musculoesqueléticas en relación a la gravedad (fuerza G).

2) *PlayerLoad*: Es una magnitud vectorial derivada de datos de acelerometría triaxial que cuantifica el movimiento a alta resolución. Se utilizan las aceleraciones y desaceleraciones para construir una medida acumulativa de la tasa de cambio en la aceleración. Se utiliza una medida acumulativa (PL) y una medida de intensidad (PL.min<sup>-1</sup>), pudiendo, por tanto, indicar la tasa de estrés a la que el jugador somete su cuerpo durante un período de tiempo determinado. Como unidad de carga tiene un moderado-alto grado de fiabilidad y validez (Barreira et al., 2017; Schelling & Torres, 2016).

Las variables *Aceleraciones*, *Deceleraciones* y *PlayerLoad* fueron relativizadas por minuto para la equidad de los datos.

## Materiales e Instrumentos

Para el registro de las variables técnico-tácticas se empleó una cámara de video y una hoja de registro para contabilizar los lanzamientos a canasta y la secuencia acierto o error. Para el registro de las variables de carga interna objetiva, cada deportista fue equipado con una banda de frecuencia cardíaca de la marca GARMIN® (Garmin Ltd., Lenexa, Kansas, Estados Unidos) y para el registro de las variables de carga externa objetiva cada jugador fue equipado con un dispositivo inercial WIMU™ (RealTrack Systems, Almería, Andalucía, España), el cual fue fijado mediante un arnés anatómicamente adaptado a cada jugador. Tras el registro, los datos fueron analizados mediante el software SPRO™.

Para evaluar la Capacidad Aeróbica y Anaeróbica láctica de los deportistas, se realizaron dos pruebas validadas:

- Test Aeróbico SIG/AER (Ibáñez, Sáenz-López, Gutiérrez, 1995a): El Test SIG/AER, consiste en una prueba de doce minutos con el objetivo de realizar el mayor número de vueltas posibles a un circuito (1 circuito=12 fracciones) en el cuál, el sujeto realiza diferentes acciones técnico-tácticas del deporte tales como diferentes desplazamientos con y sin balón, lanzamientos a canasta y acción de rebote o defensa. Estas acciones son estructuradas en un orden secuencial similar al que puede ocurrir en un partido y sobre el terreno de juego (Ibáñez et al., 2019).

- Test Anaeróbico SIG/ANA (Ibáñez, Sáenz-López, Gutiérrez, 1995b): El Test SIG/ANA, consiste en una prueba de cinco minutos de trabajo que se realiza de manera intermitente (un minuto de actividad, un minuto de descanso pasivo) con la finalidad de realizar el mayor número de vueltas posibles a un circuito (1 circuito= 4 fracciones) en el cuál, el sujeto realiza diferentes acciones técnico-tácticas del deporte tales como diferentes desplazamientos con y sin balón, lanzamientos a canasta y acción de rebote o defensa entre otras. El test busca la capacidad de repetir una actividad máxima con recuperaciones incompletas. Estas acciones son estructuradas en un orden secuencial similar al que puede ocurrir en un partido y sobre el terreno de juego. Este test busca una similitud al test SIG/AER en el que se modifica la estructura para poder evaluar la capacidad seleccionada (Ibáñez et al., 2019).

## Procedimiento

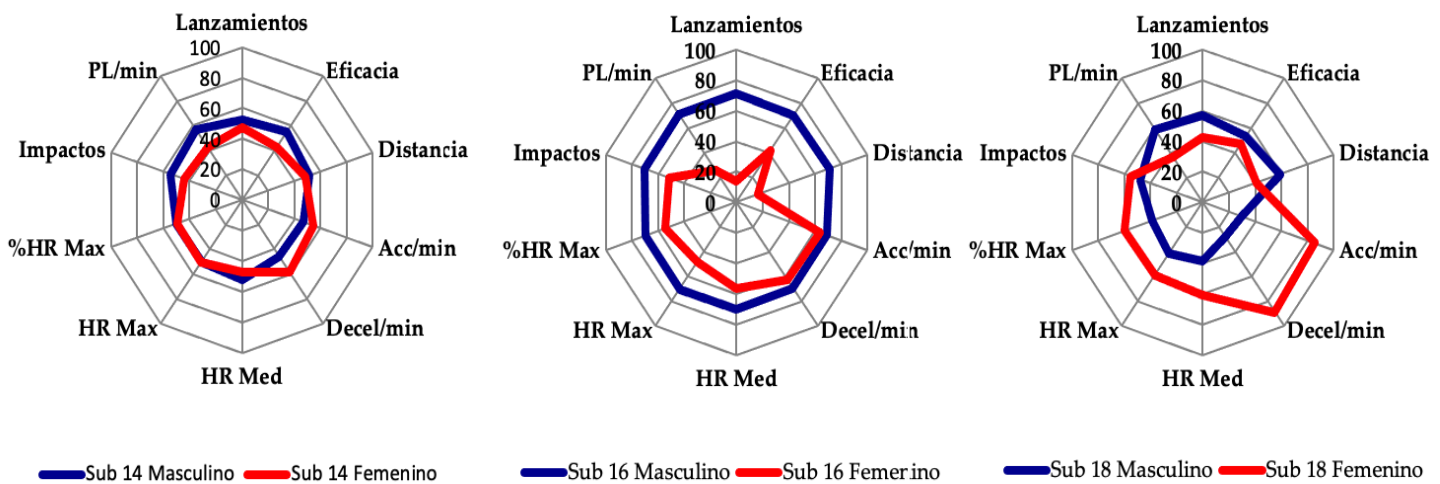
En primer lugar, se contactó con el club y los entrenadores para informar sobre el proyecto a realizar. Aceptada la propuesta, se realizó un consentimiento informado para los padres con información relevante de la investigación. Para la realización de los test, se llevó a cabo el protocolo descrito en la batería de test SBAFIT (Mancha-Triguero et al., 2019). Los test se realizaban en dos días distintos separados por al menos 72 horas de recuperación con la finalidad de que los jugadores realizaran una completa recuperación y los resultados fuesen de mayor fiabilidad. Por último, todos los participantes del estudio realizaron 2 sesiones de entrenamiento con el material que se empleó en la medición. Además, se realizó un reconocimiento de los test a evaluar con la finalidad de que el desconocimiento del test o la incomodidad de llevar el material no fuese una variable contaminante.

## Análisis de datos

En primer lugar, se realizó un análisis descriptivo de las variables cuantitativas (*Media y Desviación Típica*). En segundo lugar, se realizó un análisis exploratorio mediante las pruebas de asunción de criterios (Field, 2009), encontrando una distribución de los datos normal, por lo que se realizaron pruebas paramétricas para el contraste de la hipótesis. Se realizó un análisis para comparar el rendimiento entre categorías mediante la prueba *T para Muestras Independientes* para identificar diferencias significativas entre edades de juego y en cada sexo. Además, se calculó el tamaño del efecto mediante la *d de Cohen*, siendo clasificado como efecto bajo (0-0.2), efecto pequeño (0.2-0.6), efecto moderado (0.6-1.2), efecto grande (1.2-2.0) y efecto muy grande (>2.0) (Hopkins, Marshall, Batterham, & Hanin, 2009). El software utilizado fue SPSS 23.0 (SPSS Inc., Chicago IL, EEUU). La significatividad se estableció en el valor de  $p < .05$  (Pardo, & Ruíz, 2002). Por último, para la presentación de los resultados de forma gráfica, se utilizó la normalización de los resultados a través de *Z-Scores*. El propósito de *Z-Score* es estandarizar un valor para que represente el número de desviación estándar que tiene el valor por encima de la media (O'Donoghue, 2013). Para ello, los resultados fueron presentados en perfiles basados en la edad y el sexo de la muestra de deportistas.

## Resultados

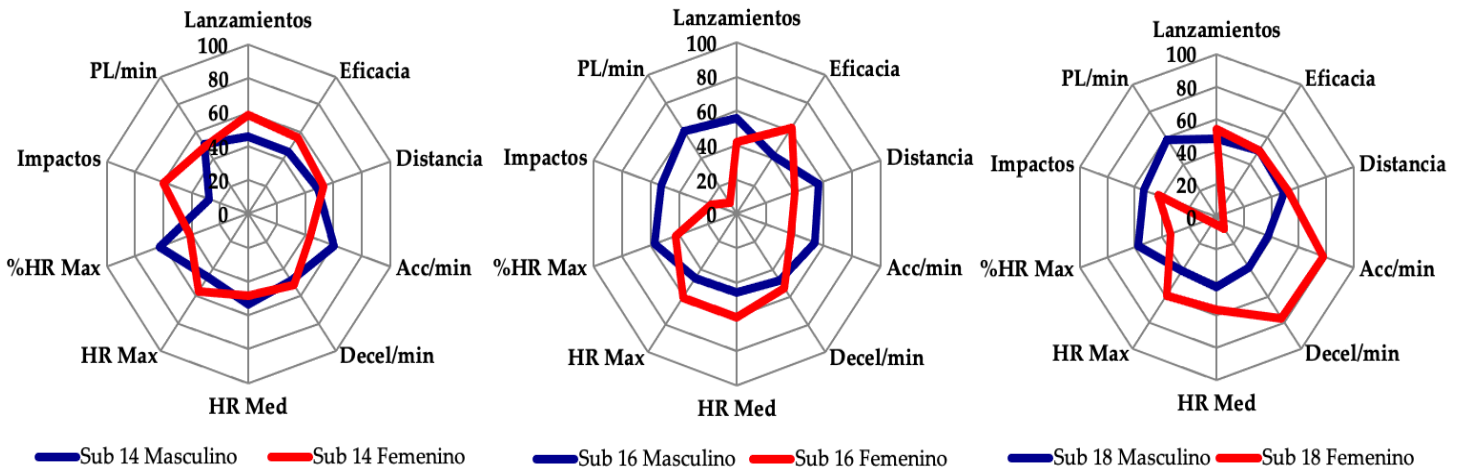
La Figura 32 muestra los resultados de la prueba aeróbica agrupados por sexo y edad. Se puede observar que las variables analizadas muestran diferencias según la edad y sexo. En el caso de los jugadores masculinos, la muestra Sub16 obtiene mayores diferencias en la mayoría de las variables que los jugadores Sub14 y Sub18, mientras que, en la categoría femenina, la muestra Sub16 obtiene peor resultados en la mayoría de las variables que las muestras Sub14 o Sub18.



**Figura 32.** Resultados estandarizados del test aeróbico agrupados por edad y sexo.

La Figura 33 muestra los resultados de la prueba anaeróbica agrupados por sexo y edad. Se puede observar que las variables analizadas muestran diferencias según la edad y sexo. En el caso de los jugadores masculinos Sub16 y Sub18, los resultados obtenidos son similares en las variables técnico-tácticas y en de carga interna objetiva. Sin embargo, en las deportistas femeninas, al igual que en la prueba aeróbica, los resultados más bajos obtenidos en la muestra son pertenecientes a la categoría Sub16, que son peores que los obtenidos por las jugadoras Sub14 o Sub18.





**Figura 33.** Resultados estandarizados del test anaeróbico agrupados por edad y sexo.

En la tabla 8 se muestran los resultados de la prueba aeróbica agrupados por sexo y edad de juego. Se observa que las variables analizadas muestran diferencias en función de la edad y sexo. En el caso de la muestra Sub16 masculina, obtienen las diferencias más elevadas en la mayoría de las variables en comparación con la muestra Sub14 y Sub18, mientras que, en el sexo femenino, la muestra Sub16, obtiene peores resultados en la mayoría de variables que la muestra Sub14 o Sub18.

**Tabla 8.** Resultados descriptivos de la prueba aeróbica agrupados por sexo y edad.

		Sub14		Sub16		Sub18		
		Media	ST	Media	ST	Media	ST	
MASCULINO	V. Técnico-Tácticas	Lanzamientos	10,40	1,15	12,12	1,10	11,81	0,87
		Aciertos	3,53	1,61	5,77	2,02	5,36	2,13
		Eficacia	33%	14%	47%	15%	45%	17%
	V. de C. E. O. C. Distancia	Parts Circ.	127,56	13,99	143,48	13,05	139,85	9,39
		Distancia (m)	1913,43	209,86	2152,25	195,85	2097,72	140,86
	V. de Carga Externa Objetiva Cinemáticas relacionadas con la Acelerometría	Acc	235,90	97,32	250,83	74,97	236,90	81,23
		Decel	207	103,79	235,09	76,69	220,27	82,40
		Acc/min	19,37	8,41	20,85	6,24	19,71	6,79
		Decel/min	16,96	8,89	19,54	6,38	18,34	6,87
	V. Carga Interna Objetiva	FC Med	183,28	8,75	179,03	8,71	173,48	8,71
		FC Max	194,43	7,07	191,96	7,57	188,21	8,85
		FC Rec	138,21	11,62	144,35	9,57	128,27	13,94
		% FC Max	91,56	4,80	89,5	4,31	86,74	4,35
	V. de Carga Externa Objetiva Neuromusculares	Impactos	311,31	209,07	231,03	237,60	330,63	262,90
		PlayerLoad	27,57	3,491	30,96	5,25	30,81	3,38
		PL/min	2,29	0,28	2,57	0,44	2,48	0,28
			Sub14		Sub16		Sub18	
			Media	ST	Media	ST	Media	ST
FEMENINO	V. Técnico-Tácticas	Lanzamientos	10,12	1,20	9,42	0,75	11,23	0,75
		Aciertos	2,62	1,02	3,42	0,93	4,47	2,49
		Eficacia	26,1%	9,9%	37%	12%	39%	21%
	V. de C. E. O. C. Distancia	Parts Circ.	125,13	16,05	113,57	8,82	131,27	9,36
		Distancia (m)	1876,87	240,80	1703,57	132,30	1969,09	140,50
	V. de Carga Externa Objetiva Cinemáticas relacionadas con la Acelerometría	Acc	263,50	76,95	364,71	84,50	401,27	46,79
		Decel	249,50	56,16	338,14	84,12	401,18	46,83
		Acc/min	22,06	6,36	30,44	6,93	33,44	3,90
		Decel/min	20,89	4,64	28,23	6,91	33,42	3,90
	V. Carga Interna Objetiva	FC Med	181,62	5,08	183,14	6,35	183,77	9,62
		FC Max	194,50	5,86	190,14	10,71	195,7	8,51
		FC Rec	145,25	10,90	135,00	5,87	133,63	13,07
		% FC Max	91,41	2,53	90,92	3,17	91,56	4,80
	V. de Carga Externa Objetiva Neuromusculares	Impactos	221,12	149,18	235,57	31,96	391,59	118,14
		PlayerLoad	25,29	3,07	21,92	3,85	26,86	2,34
		PL/min	2,10	0,25	1,83	0,31	2,23	0,19

**V. de C. E. O. C. Distancia:** Variables de Carga Externa Objetiva Cinemáticas relacionadas con la Distancia; **Parts Circ:** Partes de Circuitos; **Acc:** Aceleraciones; **Decel:** Deceleraciones; **FC Med:** Frecuencia Cardíaca Media; **FC Max:** Frecuencia Cardíaca Máxima; **FC Rec:** Frecuencia Cardíaca en Recuperación; **%FCMax:** % de la Frecuencia Cardíaca Máxima; **Player Load/min:** Player Load/ minuto.

En la tabla 9 se muestran los resultados de la prueba anaeróbica agrupados por sexo y edad. Se observa que las variables analizadas muestran diferencias en función de la edad y en cada sexo. En el caso de la muestra Sub16 y Sub18 en categoría masculina, los resultados obtenidos son similares principalmente en las variables

técnico-tácticas y las variables de carga interna objetiva, mientras que, en el sexo femenino, la muestra Sub16, al igual que en la prueba aeróbica, obtienen peores resultados en la mayoría de variables que la muestra Sub14 o Sub18.

**Tabla 9.** Resultados descriptivos de la prueba anaeróbica agrupados por sexo y edad.

		Sub14		Sub16		Sub18		
		Media	ST	Media	ST	Media	ST	
MASCULINO	V. Técnico-Tácticas	Lanzamientos	27.44	3.48	29.56	2.86	29.43	2.49
		Aciertos	18.96	5,37	26.16	3.18	25.68	4.64
		Eficacia	80%	16%	80%	13%	81%	15%
	V. de C. E. O. C. Distancia	Parts of Circ.	109.26	14.39	115.80	10.56	115.14	9.55
		Distance (m)	819.44	107.92	868.50	79.17	863.57	71.59
	V. de Carga Externa Objetiva Cinemáticas relacionadas con la Acelerometría	Acc	153.78	11.71	155.92	21.37	110.21	40.58
		Decel	131.30	16.33	144.00	15.11	104.93	44.48
		Acc/min	30.86	2.59	31.25	4.19	22.46	8.40
		Decel/min	26.27	3.20	28.87	3.06	21.39	9.18
	V. Carga Interna Objetiva	FC Med	181.00	7.22	173.96	13.76	167.50	8.10
		FC Max	198.37	6.32	190.88	11.11	185.32	7.57
		FC Rec	159.63	7.80	144.68	12.79	133.00	12.98
		% FC Max	89.00	3.94	89.82	4.13	87.15	5.13
	V. de Carga Externa Objetiva Neuromusculares	Impacts	189.52	49.87	246.08	126.10	296.18	120,14
		PlayerLoad	16.77	4.59	17.97	6.52	14.89	3.98
		PL/min	3.35	0.92	3.59	1.30	2.98	0.80
			Sub14		Sub16		Sub18	
			Media	ST	Media	ST	Media	ST
	FEMENINO	V. Técnico-Tácticas	Lanzamientos	29.00	1.90	27.86	2.03	29.95
Aciertos			22.09	2.81	23.71	3.02	25.50	3.70
Eficacia			87%	12%	91%	9%	81%	12%
V. de C. E. O. C. Distancia		Parts of Circ.	111.09	6.87	108.57	7.44	116.20	5.05
		Distance (m)	833.18	51.49	814.29	55.79	871.50	37.87
V. de Carga Externa Objetiva Cinemáticas relacionadas con la Acelerometría		Acc	140.91	20.79	149.29	6.14	164.30	18.54
		Decel	134.00	13.86	148.43	6.32	161.75	20.62
		Acc/min	28.14	4.18	29.54	1.40	32.86	3.71
		Decel/min	26.76	2.81	29.37	1.33	32.35	4.12
V. Carga Interna Objetiva		FC Med	178.45	13.86	179.71	5.43	173.25	8.44
		FC Max	200.82	3.59	194.71	3.54	192.15	7.02
		FC Rec	142.64	12.75	153.43	8.52	133.25	12.04
		% FC Max	83.93	5.73	86.86	3.99	83.10	24.05
V. de Carga Externa Objetiva Neuromusculares		Impacts	302.09	115.22	207.86	11.94	255.35	56.03
		PlayerLoad	16.50	3.90	11.48	1.57	11.40	0.58
		PL/min	3.30	0.78	2.30	0.31	2.28	0.12

**V. de C.E.O.C. Distancia:** Variables de Carga Externa Objetiva Cinemáticas relacionadas con la Distancia; **Parts of Circ:** Partes de Circuitos (Distancia recorrida); **Acc:** Aceleraciones; **Decel:** Deceleraciones; **FC Med:** Frecuencia Cardíaca Media; **FC Max:** Frecuencia Cardíaca Máxima; **FC Rest:** Frecuencia Cardíaca en reposo (2 min); **Player Load/min:** Player Load por minuto.

La tabla 10 muestra los resultados de las diferencias de las variables analizadas en función de la edad y en cada sexo.

**Tabla 10.** Análisis inferencial y Effect Size de las variables analizadas en función de la edad y el sexo.

				Capacidad Aeróbica				Capacidad Anaeróbica						
				MALE		FEMALE		MALE		FEMALE				
				sig.	ES	sig.	ES	Sig.	ES	sig.	ES			
V. Técnico-Tácticas	Lanzamientos	Sub14-Sub16		.000*	-1.524	.099	0.682	.000*	-0.662	.099	0.585			
				Sub14- Sub18	.000*	-1.384	.000*	-1.243	.000*	-0.658	.000*	-0.618		
				Sub16- Sub18	.287	0.312	.000*	-2.386	.287	0.049	.000*	-1.380		
	Aciertos	Sub14-Sub16			.000*	-1.226	.843	-0.816	.000*	-1,617	.843	-0.561		
					Sub14- Sub18	.000*	-0.967	.008*	-0.839	.000*	-1.341	.008*	-0.998	
					Sub16- Sub18	.698	0.197	.292	-0.47	.698	0.12	.292	-0.504	
	Eficacia	Sub14-Sub16			.000*	-0.890	.306	-0.991	.000*	0.049	.306	-0.345		
					Sub14- Sub18	.000*	-0.711	.040*	-0.700	.000*	-0.054	.040*	0.563	
					Sub16- Sub18	1.000	0.136	1.000	-0.128	1.000	-0.111	1.000	0.930	
	V. de Carga Externa Objetiva Cinemáticas relacionadas con la Distancia	Parts of Circ.	Sub14-Sub16		.000*	-1.176	.017*	0.876	.000*	-0.515	.017*	0.355		
					Sub14- Sub18	.000*	-1.035	.181	-0.535	.000*	-0.483	.181	-0.889	
					Sub16- Sub18	.287	0.321	.000*	-1.915	.287	0.066	.000*	-1.329	
Distance (m)		Sub14-Sub16			.000*	-1.176	.017*	0.875	.000*	-0.515	.017*	0.355		
					Sub14- Sub18	.000*	-1.034	.181	-0.536	.000*	-0.483	.181	-0.888	
					Sub16- Sub18	.287	0.321	.000*	-1.915	.287	0.065	.000*	-1.329	
V. de Carga Externa Objetiva Cinemáticas relacionadas con la Acelerometría		Acc.	Sub14-Sub16		.978	-0.172	.000*	-1.257	.978	-0.126	.000*	-0.499		
					Sub14- Sub18	1.000	-0.011	.000*	-2.453	1.000	1.447	.000*	-1.208	
					Sub16- Sub18	1.000	0.178	.180	-0.633	1.000	1.387	.180	-0.918	
		Decel	Sub14-Sub16			.229	-0.307	.000*	-1.257	.229	-0.806	.000*	-1.247	
						Sub14- Sub18	1.000	-0.142	.000*	-3,069	1.000	0.781	.000*	-1.497
						Sub16- Sub18	1.000	0.186	.002*	-1.093	1.000	1.15	.002*	-0.735
	Acc/min	Sub14-Sub16			.751	-0.200	.000*	-1.264	.751	-0.114	.000*	-0.412		
					Sub14- Sub18	1.000	-0.045	.000*	-2.438	1.000	1.342	.000*	-1.216	
					Sub16- Sub18	1.000	0.174	.188	-0.626	1.000	1.303	.188	-1.01	
	Decel/min	Sub14-Sub16			.163	-0.332	.000*	-1.264	.163	-0.832	.000*	-1.105		
					Sub14- Sub18	.881	-0.174	.000*	-3.049	.881	0.704	.000*	-1.503	
					Sub16- Sub18	1.000	0.180	.002*	-1.087	1.000	1.068	.002*	-0.821	
V. Carga Interna Objetiva	HR Med	Sub14-Sub16		.021*	0.486	1.000	-0.266	.021*	0.648	1.000	-0.111			
				Sub14- Sub18	.000*	1.122	1.000	-0.247	.000*	1.758	1.000	0.488		
				Sub16- Sub18	.001*	0.636	1.000	-0.07	.001*	0.58	1.000	0.829		
	HR Max	Sub14-Sub16			.241	0.337	.496	0.514	.241	0.837	.496	1.708		
					Sub14- Sub18	.000*	0.775	1.000	-0.161	.000*	1.868	1.000	1.434	
					Sub16- Sub18	.023*	0.455	.103	-0.621	.023*	0.591	.103	0.405	
	HR Rest	Sub14-Sub16			.013*	-0.575	.056	1.148	.013*	1.424	.056	-0.953		
					Sub14- Sub18	.000*	0.774	.003*	0.925	.000*	2.477	.003*	0.764	
					Sub16- Sub18	.000*	1.337	1.000	0.116	.000*	0.906	1.000	1.792	
	% HR Max	Sub14-Sub16			.059	0.453	1.000	0.171	.059	-0.203	1.000	-0.57		
					Sub14- Sub18	.000*	1.053	1.000	-0.035	.000*	0.403	1.000	0.042	
					Sub16- Sub18	.002*	0.636	1.000	-0.143	.002*	0.569	1.000	0.179	
V. de Carga Externa Objetiva Neuromusculares	Impacts	Sub14-Sub16		.179	0.359	1.000	0.768	.179	-0.599	1.000	1.037			
				Sub14- Sub18	1.000	-0.081	.002*	-0.952	1.000	-1.152	.002*	0.572		
				Sub16- Sub18	.057	-0.397	.000*	-1.275	.057	-0.407	.000*	-0.971		
	PlayerLoad	Sub14-Sub16			.000*	-0.761	.005*	0.974	.000*	-0.213	.005*	1.561		
					Sub14- Sub18	.000*	-0.941	.185	-0.616	.000*	0.439	.185	2.165	
					Sub16- Sub18	1.000	0.034	.000*	-1.785	1.000	0.578	.000*	0.086	
	PlayerLoad/min	Sub14-Sub16			.000*	-0.767	.006*	0.976	.000*	-0.213	.006*	1.56		
					Sub14- Sub18	.007*	-0.656	.168	-0.625	.007*	0.439	.168	2.164	
					Sub16- Sub18	.323	0.034	.000*	-1.792	.323	0.578	.000*	0.083	

**Parts of Circ:** Partes de Circuitos (Distancia recorrida); **Acc:** Aceleraciones; **Decel:** Deceleraciones; **HR Med:** Frecuencia Cardíaca Media; **HR Max:** Frecuencia Cardíaca Máxima; **HR Rest:** Frecuencia Cardíaca en reposo (2 min); **Player Load/min:** Player Load por minuto; **sig: p-value;** \*; **p<.05;** **ES:** Tamaño del Efecto.

Los resultados obtenidos muestran que los valores más bajos del Tamaño del efecto se producen en el sexo masculino. Mientras que, en el sexo femenino, los valores en la d de Cohen (Tamaño del Efecto) en las edades Sub14-Sub18 y Sub16-Sub18 son los más elevados.

En la tabla 10 se muestra las diferencias en cada test en función de las variables analizadas entre los chicos y las chicas. Las variables con diferencias significativas muestran que existen diferencias en el valor obtenido entre los deportistas masculinos y femeninos. Además, se aporta el Tamaño del efecto de cada variable.

**Tabla 11.** Análisis de las diferencias por sexo del deportista en función de la edad de juego.

			Capacidad Aeróbica		Capacidad Anaeróbica		
			Sig.	ES	Sig.	ES	
V. Técnico-Tácticas	Lanzamientos	Sub14	.606	0.242	<b>.002*</b>	-0.499	
		Sub16	.167	2.571	.220	0.645	
		Sub18	.819	0.679	<b>.001*</b>	-0.250	
	Aciertos	Sub14	.103	0.597	<b>.001*</b>	-0.654	
		Sub16	<b>.002*</b>	1.255	.798	0.780	
		Sub18	.075	0.402	.086	0.041	
	Eficace	Sub14	.279	0.536	.126	-0.475	
		Sub16	.201	0.679	.091	-0.994	
		Sub18	<b>.013*</b>	0.307	.264	0.034	
V. de Carga Externa Objetiva Cinemáticas relacionadas con la Distancia	Parts of Circuits	Sub14	.780	0.168	<b>.003*</b>	-0.143	
		Sub16	.064	2.420	<b>.007*</b>	0.743	
		Sub18	.436	0.914	<b>.000*</b>	-0.132	
	Distance (m.)	Sub14	.780	0.169	<b>.003*</b>	-0.144	
		Sub16	.064	2.420	<b>.070*</b>	0.743	
		Sub18	.436	0.914	<b>.000*</b>	-0.132	
V. de Carga Externa Objetiva Cinemáticas relacionadas con la Aceleración	Acc.	Sub14	<b>.030*</b>	-0.294	<b>.004*</b>	0.865	
		Sub16	.403	-1.480	<b>.000*</b>	0.364	
		Sub18	<b>.000*</b>	-2.167	<b>.000*</b>	-1.626	
	Decel	Sub14	<b>.001*</b>	-0.440	.596	-0.172	
		Sub16	.515	-1.318	<b>.010*</b>	-0.337	
		Sub18	<b>.000*</b>	-2.350	<b>.000*</b>	-1.555	
	Acc/Min	Sub14	<b>.024*</b>	-0.333	<b>.021*</b>	0.868	
		Sub16	.436	-1.503	<b>.000*</b>	0.476	
		Sub18	<b>.000*</b>	-2.163	<b>.000*</b>	-1.518	
	Decel/Min	Sub14	<b>.001*</b>	-0.476	.735	-0.161	
		Sub16	.502	-1.339	.016	-0.186	
		Sub18	<b>.000*</b>	-2.351	<b>.000*</b>	-1.450	
V. Carga Interna Objetiva	FC Med	Sub14	<b>.008*</b>	0.202	<b>.000*</b>	0.352	
		Sub16	.307	-0.494	<b>.015*</b>	0.458	
		Sub18	.815	-1.155	.472	0.987	
	FC Max	Sub14	.677	-0.009	<b>.044*</b>	0.217	
		Sub16	<b>.037*</b>	0.220	<b>.005*</b>	0.560	
		Sub18	.794	-0.859	.878	0.790	
	FC Rest	Sub14	.289	-0.611	<b>.003*</b>	0.487	
		Sub16	.106	1.041	.154	0.980	
		Sub18	.804	-0.389	.543	0.570	
	% FC Max	Sub14	<b>.006*</b>	0.034	<b>.040*</b>	0.231	
		Sub16	.309	-0.346	.615	0.345	
		Sub18	.734	-1.084	<b>.002*</b>	0.974	
	V. de Carga Externa Objetiva Cinemáticas Neuromusculares	Impacts	Sub14	.162	-0.049	<b>.000*</b>	-1.511
			Sub16	<b>.011*</b>	-0.021	<b>.001*</b>	0.361
			Sub18	<b>.003*</b>	-0.951	<b>.000*</b>	0.413
PlayerLoad		Sub14	.447	0.668	.210	0.062	
		Sub16	.062	1.802	<b>.000*</b>	1.175	
		Sub18	<b>.003*</b>	1.228	<b>.000*</b>	1.136	
PlayerLoad/Min		Sub14	.525	0.680	<b>.209</b>	0.063	
		Sub16	<b>.041*</b>	1.776	<b>.000*</b>	1.175	
		Sub18	<b>.010*</b>	0.896	<b>.000*</b>	1.135	

**Parts of Circ:** Partes de Circuitos (Distancia recorrida); **Acc:** Aceleraciones; **Decel:** Deceleraciones; **FC Med:** Frecuencia Cardíaca Média; **FC Max:** Frecuencia Cardíaca Máxima; **FC Rest:** Frecuencia Cardíaca en reposo (2 min); **Player Load/min:** Player Load por minuto; **sig:** p-value; **\***: p<.05; **ES:** Tamaño del Efecto.

Como se muestra en la tabla 11, existen diferencias significativas en algunas variables en función del sexo. La edad de juego que más diferencias muestran entre ambos sexos es la categoría Sub18, mientras que la categoría Sub14 es la que aporta menos diferencias significativas entre sexo. Las diferencias entre sexos en función del test, muestra que existen un mayor número de diferencias significativa en las variables pertenecientes a la prueba anaeróbica que a la prueba aeróbica.

### *5.3.2. Estudio IV: Strength and speed profiles based on age and sex differences in young basketball players.*

Revisada la literatura, se conoce la existencia de relación entre la fuerza máxima de tren inferior y el sprint (transferencia de la fuerza máxima), pero no existe un conocimiento objetivo de cómo evoluciona la fuerza máxima de tren inferior y la transferencia de esta fuerza en velocidad en las diferentes etapas formativas de baloncesto (Sub14, Sub 16, Sub18).

#### Objetivo

Por ello, los objetivos de esta investigación fueron:

- i) Identificar perfiles de demandas físico-fisiológicas con diferentes test específicos de CF relacionados con la fuerza máxima de tren inferior y su velocidad.
- ii) Conocer las diferencias en función del sexo y de la edad de los jugadores.

#### Método

##### Diseño

Esta investigación se encuadra dentro de los estudios de *naturaleza empírica* que sigue una *estrategia asociativa*, donde se busca examinar las diferencias entre grupos y relaciones entre pruebas, a través de *Estudios comparativos* de tipo *transversales* y *evolutivos* (Ato, López y Benavente, 2013), con la finalidad de caracterizar el rendimiento de los jugadores de baloncesto en diferentes grupos de edad y género a través de test de CF.



## Participantes

Se evaluaron a 149 jugadores pertenecientes a equipos con diferentes edades (Sub14, Sub16 y Sub18), de sexo masculino y femenino, que participan en el campeonato nacional (Sub14 masculino:  $n=33$ , peso = 62.20 kg, altura = 1.72 m, IMC = 20.78; Sub14 femenino:  $n=12$ , peso = 53 kg, altura = 1.60 m, IMC = 21.875; Sub16 masculino:  $n=31$ , peso = 76.81 kg, altura = 1.87 m, IMC = 21.91; Sub16 femenino:  $n=12$ , peso = 60.39 kg, altura = 1.64 m, IMC = 22.34; Sub18 masculino  $n=39$ , peso = 85.23 kg, altura = 1.95 m, IMC = 22.41; Sub18 femenino:  $n=22$ , peso = 57.3 kg, altura = 1.68 m, IMC = 20.59). El número de jugadores por categoría y sexo se corresponden con los componentes de varios equipos. El número de componentes de cada equipo de baloncesto oscila entre 10 y 12 jugadores. La realidad del entrenamiento deportivo implica que la cantidad de jugadores analizados no puede alcanzar muestras muy grandes (Lagos-Peñas, et al., 2020). Para formar parte de la muestra seleccionada, los jugadores participaron en todo el diseño planteado, no pudiendo ser parte de la muestra si no completaba algún test del estudio. Los cuerpos técnicos, jugadores y padres de jugadores menores de edad fueron informados previamente de los detalles de la investigación y de sus posibles riesgos y beneficios, la participación de los deportistas fue voluntaria. Para ello, se les solicitó su aprobación sobre la participación a través de un consentimiento informado. En los jugadores menores de edad, el consentimiento fue suscrito por sus tutores legales. El estudio se desarrolló sobre la base de las disposiciones éticas de la Declaración de Helsinki (2013), siendo aprobado por el Comité de Bioética de la Universidad (nº 233/2019).

## Variables

Para esta investigación se definieron como variables independientes la edad de los jugadores (Sub14, Sub16 y Sub18) y el sexo (masculino y femenino). Para la valoración de la fuerza en el tren inferior de los deportistas, se analizaron las siguientes variables, las cuales se dividen en tres grupos según el tipo de exigencias: i) Variables de Carga Externa Objetiva Cinemáticas de Tiempo o Distancia, ii) Variables de Carga Externa Objetiva Neuromusculares y iii) Variables de Carga Externa Objetiva Cinemáticas de Acelerometría (Ibáñez, Antúnez, Pino-Ortega, & García Rubio, 2018). Parte de las variables seleccionadas han sido definidas y empleadas en diferentes investigaciones que comparten temática con el objetivo de



esta investigación (Reina et al., 2019b; Mancha-Triguero, García-Rubio, Antúnez, & Ibáñez, 2020a; Reina et al., 2019c).

i) *Variables de Carga Externa Objetiva Cinemáticas de Tiempo o Distancia*. Analizan la carga externa que soporta el jugador durante el tiempo de ejecución y su desplazamiento.

1) *Altura* (cm): Es el número de centímetros que alcanza el deportista en el momento más alto del salto.

2) *Tiempo* (Time): Para el Test de Abalakov y Test de Multisaltos, se midió el tiempo en milisegundos que transcurre desde el momento del despegue y el aterrizaje del salto. En la prueba Sprint RSA, Se registró el tiempo que tarda en realizar los 14 metros de sprint, medido en segundos. Además, se calculó las siguientes variables relacionadas con el tiempo:

2.i) *Tiempo Total* (Time Total): Es el tiempo que emplea el deportista en realizar los cinco sprints de 14 metros.

2.ii) *Tiempo Medio* (Time Avg): Es el tiempo medio que emplea el deportista para realizar un sprint. Se obtiene del valor medio de los cinco sprints.

2.iii) *Tiempo Máximo* (Time Max): Es la serie más lenta que realiza el deportista y en la que mayor tiempo emplea para recorrer los 14 metros de distancia.

2.iv) *Tiempo Mínimo* (Time Min): Es la serie más rápida que realiza el deportista y en la que menos tiempo emplea para recorrer los 14 metros de distancia.

2.v) *Diferencia de Tiempo* (Time Dif): Es la variable que calcula la diferencia entre la ejecución más rápida y la más lenta.

3) *Tiempo entre Saltos*: Es el valor expresado en milisegundos del tiempo que pasa entre saltos del test de Multisaltos. Este periodo de tiempo es en el que está el deportista en contacto con el suelo aplicando fuerza para realizar otro despegue. Solo se calcula en el Test Multisaltos.

ii) *Variables de Carga Externa Objetiva Neuromusculares*. Registran la carga externa que recibe el jugador en relación a la fuerza de la gravedad. Se registran 2 variables:

1) *Impulso (G)*: Fuerza máxima generada en la acción previa al despegue del salto que permite alcanzar la mayor altura posible, medida a través de la fuerza G.

2) *PlayerLoad (PL)*: Suma vectorial de los cuatro puntos de datos del acelerómetro en sus tres ejes de movimiento (vertical, anteroposterior y lateral). Se representa en unidades arbitrarias (a.u.) y se calcula a partir de la siguiente ecuación donde  $PL_{RT}$  es la carga del jugador calculada en el momento actual;  $X_n$ ,  $Y_n$  y  $Z_n$  son los valores de BodyX, BodyY y BodyZ en el momento actual; y  $X_{n-1}$ ,  $Y_{n-1}$  y  $Z_{n-1}$  son los valores de BodyX, BodyY y BodyZ en el momento anterior. Luego, se calcula la suma de  $PL_{RT}$  durante la sesión y se multiplica por 0.01 como factor de escala (Reche-Soto et al., 2019). La variable PlayerLoad fue relativizada por minuto para la equidad de los datos. Además, su cálculo tuvo en cuenta las siguientes variantes relacionadas con el PlayerLoad:

2.i) *PlayerLoad Máximo (PL Max)*: Es serie en la que el deportista soporta mayor PlayerLoad durante los 14 metros de distancia.

2.ii) *PlayerLoad Mínimo (PL Min)*: Es serie en la que el deportista soporta menor PlayerLoad durante los 14 metros de distancia.

2.iii) *Diferencia de PlayerLoad (PL Dif)*: Es la variable que calcula la diferencia entre la ejecución que soporta mayor y menor PlayerLoad.

iii) *Variables de Carga Externa Objetivas Cinemática de Acelerometría*. Analizan la carga externa que soporta el jugador durante el tiempo de ejecución y teniendo en cuenta la acelerometría.

1) *Tiempo de Paso*: Es el tiempo que emplea el deportista en realizar un paso de la carrera del test RSA. Está formado por la fase de contacto con el suelo y la fase de vuelo (Expresado en milisegundos).

2) *Tiempo de Contacto*: Es el tiempo que emplea el deportista para estar en contacto con el suelo y realizar el apoyo de la carrera (Expresado en milisegundos).

3) *Tiempo de Vuelo*: Es el tiempo que emplea el deportista para estar en la fase de vuelo de la carrera (expresada en milisegundos).

4) *Media de la Aceleración (G) (Acc Avg)*: Es el valor medio de las aceleraciones que realiza el deportista durante el sprint.

## Test de Rendimiento

Se realizaron tres pruebas validadas para evaluar la fuerza explosiva y tolerancia a la fatiga de la parte inferior del cuerpo que forman parte de la batería de pruebas SBAFIT (Mancha-Triguero et al., 2019b): el test de Abalakov, el test de Multisaltos y el test de capacidad e repetir sprint (Test RSA) (5×14 m). Estas pruebas fueron seleccionados porque han sido diseñados para el deporte del baloncesto en particular o porque pueden evaluar específicamente las competencias propuestas. Por tanto, el orden fue tan siguiente: en primer lugar el Test de Abalakov, seguido del test de multisaltos y en tercer lugar, el test de capacidad de repetir sprint (Prueba RSA).

- Test de Abalakov (ABK) (Bosco, 1994): consiste en una prueba de la fuerza máxima de la parte inferior del cuerpo en donde el atleta realiza un salto de contramovimiento con la ayuda de los brazos. Cada el atleta hace tres intentos separados por el tiempo de recuperación para que no se vean afectados por fatiga (Mancha-Triguero et al., 2019b). De los tres intentos, se selecciona el salto más alto para su análisis. Los La prueba se evaluó con las siguientes variables: (i) Tiempo; (ii) Altura; (iii) Impulso (G).

- Test de Multisaltos (MJ) (Mancha-Triguero et al., 2019b): consiste en una prueba que evalúa la tolerancia a la fatiga de la parte inferior del cuerpo. Para hacer esto, el jugador comienza en una cajón con una altura de 50 cm. El jugador salta desde el cajón y hace cinco saltos máximos seguidos usando el impulso de brazos. La prueba fue evaluada con el siguientes variables: (i) Tiempo; (ii) Altura; (iii) Impulso (G); (iv) Tiempo entre Saltos.

- Prueba de sprint RSA (5 × 14 m) (Castagna et al., 2008): consiste en una prueba que evalúa la velocidad de sprint y tolerancia a esfuerzos máximos repetidos con descanso incompleto. En esta prueba, el atleta realiza cinco sprints en los que deben recorrer 14 m (desde la línea de fondo de la cancha de baloncesto hasta la línea del medio campo) en el menor tiempo posible y tratando de registrar la menor diferencia posible entre repeticiones. Al final de cada sprint, el jugador tiene una recuperación activa de 30 segundos. La prueba se evaluó con lo siguiente variables: (i) Tiempo Total; (ii) Tiempo Medio; (iii) Tiempo Máximo; (iv) Tiempo Mínimo; (v) Diferencia de Tiempo; (vi) Player Load, (vii) Player Load /minuto; (viii) Player Load máximo; (ix) Player Load mínimo; (x) Diferencia de Player Load; (xi) Tiempo de Paso; (xii) Tiempo de Contacto; (xiii) Tiempo de Vuelo; (xiv) Aceleración Media (G).

## Equipamiento

Para registrar las Variables de Carga Externa Objetivas, cada jugador fue equipado con un dispositivo inercial modelo WIMU PRO™ (RealTrack Systems, Almería, Andalucía, España), que fue ajustado con un arnés anatómicamente adaptado a cada jugador en la zona interescapular. Además, se utilizaron células fotoeléctricas ChronoJump (Bosco System, Barcelona, España) para las variables cinemáticas relacionadas con el tiempo. Los datos eran almacenados en el dispositivo inercial durante la práctica deportiva, posteriormente, los resultados se analizaron mediante el software SPRO™ (RealTrack Systems, Almería, Andalucía, España). El dispositivo WIMU PRO™ se ha utilizado en esta investigación debido a su alta validez y precisión en la cuantificación de las variables analizadas (Pino-Ortega, García-Rubio, & Ibáñez, 2018).

## Procedimiento

En primer lugar, se identificó un club que tuviera equipos que compitieran en campeonato nacional en diferentes categorías. Posteriormente se contactó con el club y los entrenadores para informar sobre el proyecto a realizar. Aceptada la propuesta, se realizó un consentimiento informado para los padres con información relevante de la investigación. Seguidamente, se analizaron los calendarios competitivos de los equipos, se seleccionaron los momentos de ausencia de competición para que los deportistas llegasen en las mejores condiciones físicas. Posterior a la recogida de datos de cada equipo, se realizaba un dossier para el entrenador con la información de las pruebas con la finalidad de tener mayor conocimiento sobre el estado físico de los deportistas. Para la realización de los test, se realizó el protocolo descrito en la batería de test SBAFIT (Mancha-Triguero et al., 2019b). Por último, todos los participantes del estudio realizaron una sesión de entrenamiento con el material que se empleó en la medición y de conocimiento de los test a evaluar con la finalidad de tener una toma de contacto y que el desconocimiento o la incomodidad no afectase al rendimiento final.

## Análisis de datos

En primer lugar, se realizó un análisis descriptivo de las variables cuantitativas ( $M \pm SD$ ). Seguidamente, se realizó las pruebas de asunción de criterios para conocer si la distribución de los datos era normal (Field, 2009). En este caso, los resultados obtenidos presentaron una distribución normal, por lo que se realizaron pruebas paramétricas para el contraste de la hipótesis. Seguidamente, se realizaron perfiles de rendimiento a través de la normalización de los resultados a través de Z-Scores. El propósito de los Z-Scores es estandarizar un valor para que representa el número de desviaciones estándar, el valor está por encima de la media (Cui, Gómez, Gonçalves, & Sampaio, 2018; O'Donoghue, 2013). Para identificar diferencias significativas se realizó una *MANOVA* con dos factores fijos (edad y sexo), con *Post Hoc Bonferroni* (Newell, Aitchison, & Grant, 2014). Además, se calculó el tamaño del efecto mediante *Partial eta Squared*, siendo clasificado como efecto bajo (0.01-0.06), efecto moderado (0.06-0.14), efecto grande ( $>0.14$ ) (Hopkins, Marshall, Batterham, & Hanin, 2009). Para el análisis estadístico se utilizó el software SPSS 24.0 (SPSS Inc., Chicago IL, EEUU). La significatividad se estableció en el valor de  $p < .05$  (Field, 2009).

## Resultados

En la tabla 12 se muestran los resultados descriptivos agrupados por edad y sexos que revelan diferencias. En los jugadores masculinos, a medida que el jugador crece, los resultados mejoran (en la prueba RSA, el tiempo disminuye y en las pruebas de salto aumenta). En las jugadoras, a diferencia de los hombres, los peores resultados en la prueba RSA se encuentran en jugadores Sub18. En las pruebas de salto, las mujeres mostraron una evolución similar a la obtenida por los jugadores masculinos, pero los valores fueron inferior.

**Tabla 12.** Resultados descriptivos de las variables analizadas agrupados por edad y sexo

	Sub14 Hombres		Sub14 Mujeres		Sub16 Hombres		Sub16 Mujeres		Sub18 Hombres		Sub18 Mujeres	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
Time total	14.13	1.08	13.83	0.64	13.58	1.81	14.12	0.95	13.27	0.83	14.98	0.73
Time avg.	2.82	0.22	2.77	0.13	2.60	0.36	2.82	0.19	2.65	0.17	2.99	0.15
Time max.	3.04	0.25	2.91	0.13	3.05	0.44	3.03	0.20	2.86	0.20	3.17	0.28
Time min.	2.60	0.29	2.60	0.12	2.56	0.28	2.61	0.18	2.48	0.18	3.70	0.16
Time dif.	0.44	0.27	0.31	0.14	0.49	0.25	0.42	0.16	0.38	0.18	0.47	0.19
PL	1.42	1.02	0.95	0.25	1.70	1.72	0.97	0.61	1.22	0.26	1.67	0.27
PL/min	4.84	1.08	4.15	1.11	5.73	1.27	4.14	0.39	5.65	1.14	4.41	0.69
PL max	0.50	0.98	0.21	0.15	0.66	1.67	0.21	0.15	0.28	0.06	0.37	0.05
PL min.	0.21	0.06	0.18	0.08	0.23	0.05	0.18	0.11	0.20	0.07	0.30	0.06
PL dif.	0.29	1.01	0.34	0.16	0.43	0.66	0.32	0.16	0.81	0.58	0.69	0.36
Step time	283.91	11.35	282.59	10.92	266.39	21.13	290.77	46.61	266.92	16.28	272.47	18.91
Contact time	204.34	14.50	197.00	14.13	194.95	13.82	223.11	35.41	190.37	14.86	193.60	14.69
Flight time	79.56	7.58	84.86	7.86	71.43	10.21	67.66	15.33	76.40	12.82	78.86	10.20
Acc (G)	2.38	0.38	1.97	0.31	2.93	0.50	1.89	0.40	2.97	0.56	2.35	0.27
<b>Abalakov</b>												
Time (ms)	512.95	51.46	454.50	35.40	540.54	67.07	472.95	72.70	551.49	86.03	518.17	47.48
Height (cm)	32.64	6.36	25.47	3.97	36.37	8.84	28.04	8.65	38.18	11.34	33.19	5.90
Impulse (G)	2.73	1.63	2.31	1.30	2.95	1.06	2.08	0.61	3.26	1.35	2.09	0.49
<b>Multi-jump</b>												
Time	459.80	47.77	404.88	34.15	484.00	50.19	475.05	46.04	488.00	53.55	469.38	49.85
Height	26.41	5.79	20.67	4.27	29.39	5.95	28.13	5.38	29.92	6.62	29.00	5.31
Impulse (G)	3.24	1.05	3.19	2.04	3.13	0.96	3.04	0.71	4.06	0.67	3.46	0.78
Between jump	535.50	97.43	464.72	81.42	572.71	122.00	370.12	122.74	518.00	81.21	441.52	83.79

**Time max:** tiempo máximo en el sprint (sprint más lento); **Time min:** tiempo mínimo en el sprint (sprint más rápido); **Time dif:** diferencia entre el sprint más rápido y el más lento; **PL max:** carga máxima de jugadores en un sprint; **PL min:** carga mínima de jugadores en un sprint; **PL dif:** diferencia entre la carga máxima y mínima de jugadores; **Step time:** tiempo total de tiempo de contacto y tiempo de vuelo; **Contact time:** tiempo de contacto en el suelo; **Flight time:** tiempo en el aire; **Acc (G):** aceleración media durante el sprint (medida en fuerza G); **Time:** duración del salto; **Altura:** altura máxima alcanzada en el salto; **Impulso (G):** impulso realizado (medido en fuerza G); **Between Jump:** tiempo entre salto y salto (tiempo de contacto en el suelo).

La figura 34 muestra los resultados obtenidos en función de la categoría y sexo de las pruebas del Test de Abalakov y el Test de Multisaltos. Se observa que, tanto en el sexo masculino como femenino, a medida que la categoría es mayor, los resultados mejoran. En cuanto a las diferencias entre géneros, los jugadores masculinos obtienen en todas las categorías mejores resultados que las jugadoras en las variables analizadas.

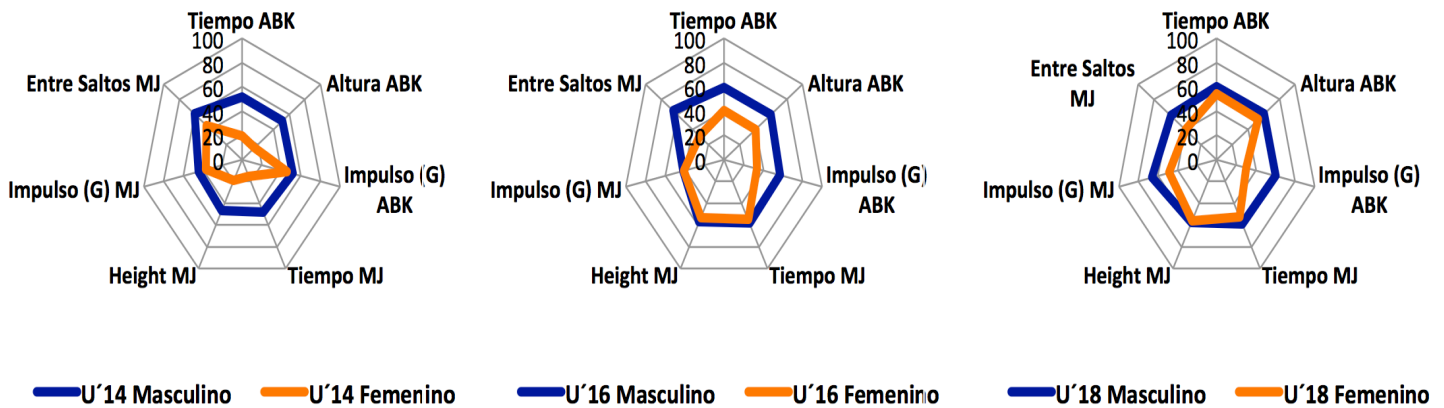


Figura 34. Perfiles de rendimiento del test de Abalakov y Multisaltos.

La figura 35 muestra los resultados normalizados agrupados por categoría y sexo del test de RSA. Los resultados muestran una evolución positiva en cuanto a la categoría, a mayor categoría, mejor resultados obtenidos. En cuanto al sexo, los jugadores masculinos presentan mejores resultados que las jugadoras femeninas en todas las categorías.

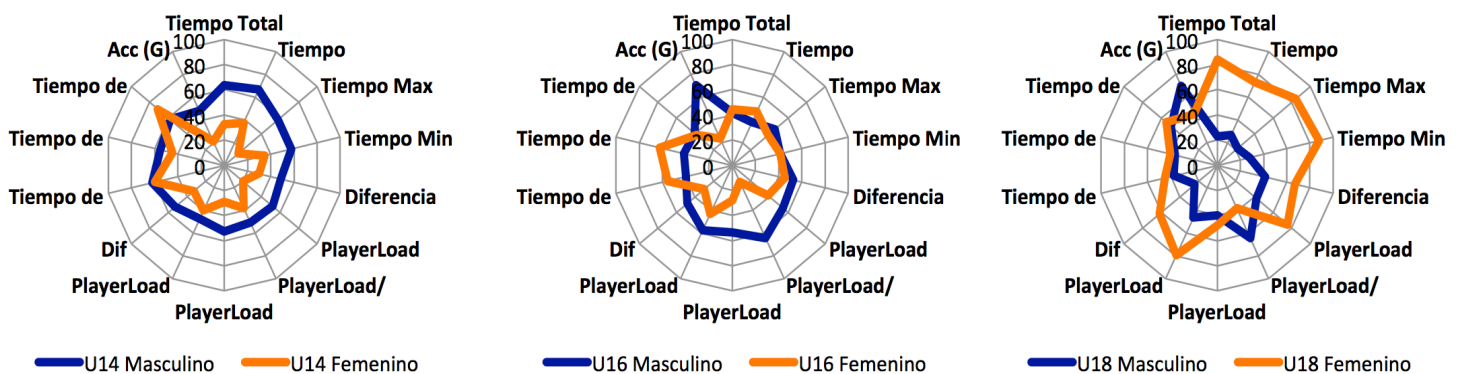


Figura 35. Perfiles de rendimiento del test de RSA.

La tabla 13 muestra los resultados de las diferencias según edad y sexo. En cuanto a la edad, se encontraron diferencias significativas en la mayoría de las variables



analizadas. Además, las diferencias entre grupos de edad se observan a través del Post Hoc de Bonferroni. En relación con el tamaño del efecto calculado con Partial eta Squared, la mayoría de las variables son de tamaño menor que moderado. Sin embargo, en variables que se obtiene un valor elevado, uno de los grupos de edad analizados es Sub18. Estos resultados afirman que los jugadores Sub-18 son los que presentan mayores diferencias con el resto de jugadores. En cuanto al sexo, se observan diferencias significativas en la mayoría de las variables excepto en las pertenecientes al test Multisaltos. El tamaño del efecto obtenido en la mayoría de las variables es moderado o bajo, aunque destacan algunas variables de la prueba RSA con valores muy altos. Estas variables que presentan valores superiores confirman la diferencia entre sexos en la prueba de velocidad. Con base en los resultados, se encontró un tamaño de efecto mayor en las variables basadas en la edad que en el sexo.

**Tabla 13.** Resultados de las diferencias encontradas en las variables analizadas en función de la edad y el sexo

	Edad			Sexo			Edad*Sexo		
	Sig.	Eta	Post Hoc	Sig.	Eta	Sig.	Eta	Sig.	Eta
Time total	<0.001 *	0.762	Sub 14- Sub 18	<0.001 *	0.488	<0.001 *	0.452	<0.001 *	0.452
Time Avg.	<0.001 *	0.715	Sub 14- Sub 16	<0.001 *	0.565	<0.001 *	0.681	<0.001 *	0.681
Time max.	<0.001 *	0.659	Sub 14- Sub 16; Sub 16- Sub 18	<0.001 *	0.009	<0.001 *	0.787	<0.001 *	0.787
Time min.	<0.001 *	0.688	Sub 14- Sub 16; Sub 14- Sub 18	<0.001 *	0.446	<0.001 *	0.792	<0.001 *	0.792
Time dif.	0.002 *	0.089		0.292	0.002	<0.001 *	0.175	<0.001 *	0.175
Player load	0.391	0.218		0.446	0.012	0.216	0.012	0.216	0.012
Player load/min	0.023 *	0.117	Sub 14- Sub 16; Sub 16- Sub 18	<0.001 *	0.001	0.387	0.151	0.387	0.151
Player load max	0.48 *	0.011		0.203	0.013	0.188	0.025	0.188	0.025
Player load min	<0.001 *	0.221	Sub 14- Sub 16; Sub 16- Sub 18	0.761	0.044	<0.001 *	0.326	<0.001 *	0.326
Player load dif	0.465	0.012		0.193	0.048	0.375	0.015	0.375	0.015
Step time	0.014 *	0.063	Sub 14- Sub 18	0.016 *	0.004	0.029	0.053	0.029	0.053
Contact time	<0.001 *	0.127	Sub 16- Sub 18	0.011 *	0.421	<0.001 *	0.131	<0.001 *	0.131
Flight time	<0.001 *	0.184	Sub 14- Sub 16; Sub 16- Sub 18	0.481	0.128	0.152	0.029	0.152	0.029
Acc.Avg step (G)	<0.001 *	0.200	Sub 14- Sub 16; Sub 14- Sub 18	<0.001 *	0.132	0.002 *	0.089	0.002 *	0.089
Time	<0.001 *	0.132	Sub 14- Sub 18	<0.001 *	0.001	0.894	0.002	0.894	0.002
Height	<0.001 *	0.138	Sub 14- Sub 18	<0.001 *	0.069	0.985	0.000	0.985	0.000
Impulse (G)	0.019 *	0.059		0.693	0.060	0.001 *	0.099	0.001 *	0.099
Time	<0.001 *	0.231	Sub 14- Sub 16; Sub 14- Sub 18	0.002 *	0.002	0.045 *	0.047	0.045 *	0.047
Height	<0.001 *	0.219	Sub 14- Sub 16; Sub 14- Sub 18	0.005 *	0.259	0.104	0.034	0.104	0.034
Impulse (G)	0.018 *	0.060	Sub 14- Sub 18	0.607	0.156	0.003 *	0.084	0.003 *	0.084
Between Jumps	0.184	0.026		<0.001 *	0.219	0.002 *	0.090	0.002 *	0.090

\*: *p* <0,05; **ABK Test:** prueba de Abalakov; **MJ Test:** prueba de saltos múltiples; **Time total:** tiempo total de 5 sprints; **Time Avg:** tiempo promedio de sprint; **Time max:** tiempo máximo de sprint; **Time min:** tiempo mínimo de sprint; **time dif:** diferencia entre el sprint más rápido y el más lento; **PL/min:** carga de jugador por minuto; **PL max:** carga máxima de jugadores en un sprint; **PL min:** carga mínima de jugadores en un sprint; **PL dif:** diferencia entre la carga máxima y mínima de jugadores; **Step time:** tiempo total de tiempo de contacto y tiempo de vuelo; **Contact time:** tiempo de contacto en el suelo; **Flight Time:** tiempo en el aire; **Acc Avg step (G):** aceleración promedio durante el sprint (medida en fuerza G); **Time:** duración del salto; **Altura:** altura máxima alcanzada en el salto; **Impulse (G):** impulso realizado (medido en fuerza G); **Between Jumps:** tiempo entre salto y salto (tiempo de contacto en el suelo).

#### **5.4. Diferencias atendiendo a diferentes variables contextuales.**

Revisando la literatura, se encuentran diferentes investigaciones que realizan evaluaciones de CF atendiendo a diferentes variables contextuales. Sin embargo, no se encuentran investigaciones de como influye la metodología de entrenamiento, el momento de la temporada o la posición de juego en el rendimiento físico del deportista en etapas formativas.

##### *5.4.1. Estudio V: Estudio comparativo de resistencia aeróbica y anaeróbica en jugadores de baloncesto en función de la metodología de entrenamiento.*

Existen investigaciones que comparen la CF en función de los puestos específicos y rol del jugador (Sánchez, 2007), del nivel de la liga (Oliveira-Da-Silva, Sedano-Campo & Redondo-Castán, 2013), de la edad (Binnetoğlu, Babaoğlu, Altun, & Kayabey, 2014) o del género (Vaquera, Villa, Morante, Renfree, & Peters, 2016). Todas estas investigaciones se realizan mayoritariamente en equipos masculinos y de categoría profesional o amateur. Por este motivo, tras la revisión de la literatura no se encuentran estudios específicos que analicen la CF de los deportistas en función del modelo de enseñanza llevado a cabo en los entrenamientos. Por ello, el planteamiento del problema de esta investigación será analizar las diferencias existentes en la CF en jugadores de baloncesto entrenados bajo dos modelos de enseñanza diferentes.

#### Objetivo

Los objetivos de esta investigación fueron:

- i) Analizar el proceso de entrenamiento a través de las Variables Pedagógicas, Variables de Carga Externa y Variables Organizativas.
- ii) Identificar que existen dos modelos de enseñanza diferentes utilizados en los entrenamientos analizados.
- iii) Analizar las diferencias en los resultados obtenidos en las pruebas realizadas (Capacidad Aeróbica y Capacidad Anaeróbica Láctica).

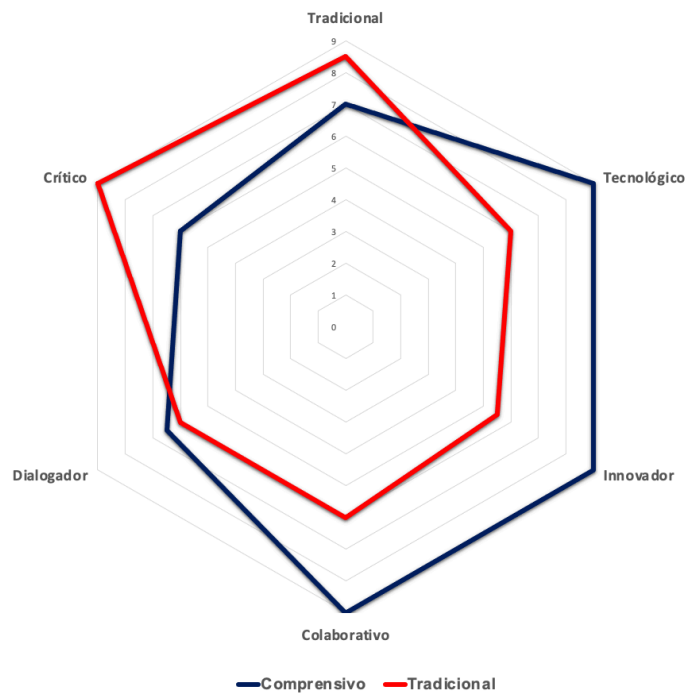
## Método

Para Ato et al., (2013) el modelo de la investigación se puede enmarcar bajo una *estrategia manipulativa*, dentro de los estudios de *naturaleza empírica* de tipo *cuasiexperimental* donde se busca examinar las diferencias entre grupos, *Diseño de grupos no equivalentes*.

## Participantes

La muestra de participantes seleccionadas para esta investigación fueron los equipos que pertenecían al mismo club, de categoría Cadete (Sub 16) que militaban en la misma competición autonómica. Los dos equipos realizan el mismo número de entrenamiento y con las mismas condiciones materiales. Además, el modelo de enseñanza utilizado en los entrenamientos que llevan a cabo sus entrenadores inicialmente es diferente. Este hecho será comprobado durante el desarrollo de esta investigación. Las características que definen estos dos equipos son las siguientes: Los sujetos del equipo bajo metodología comprensiva, formado por 13 jugadores que tienen una edad media de  $15.46 \pm 0.77$  años, una altura media de  $178 \pm 8.70$  centímetros, una envergadura de  $178 \pm 7.73$  centímetros y un peso medio de  $64.6 \pm 10.09$  kilogramos. Por el contrario, el entrenado bajo metodología tradicional, formado a su vez por 13 jugadores con una edad media de  $14.23 \pm 0.46$  años, una altura media de  $173 \pm 8.55$  centímetros, una envergadura de  $170 \pm 9.39$  centímetros y un peso medio de  $61.5 \pm 9.30$  kilogramos. Cabe mencionar que el equipo entrenado bajo metodología comprensiva o alternativo (en adelante, Comprensivo) es un equipo formado por la mitad de jugadores de primer año de la categoría y el resto formado por jugadores de segundo año de la categoría. Sin embargo, el equipo entrenado bajo metodología tradicional (en adelante, Tradicional) está formado íntegramente por jugadores de primer año de la categoría. Aunque existen diferencias en la edad, es la muestra más pareja que se encontró. La muestra que forma la investigación se lleva a cabo duración de la segunda y definitiva parte del campeonato regional, en el que la primera jornada de dicha parte comenzó la semana del 9 de Enero y finalizó el 19 de Marzo. En dicha muestra, los dos entrenadores que conforman la investigación realizaron el cuestionario *Coach Orientation Questionnaire*, COQ (Feu, Ibáñez, Graça, Sampaio, 2007). En la figura 36 se observa una representación de los resultados que

obtuvieron ambos entrenadores del equipo Tradicional y Comprensivo en el *Cuestionario del Entrenador COQ*.



**Figura 36.** Representación gráfica del perfil autodefinido de los entrenadores analizados a través del cuestionario COQ.

### Variables

La variable independiente del estudio fue el proceso metodológico que cada entrenador emplea a lo largo de los entrenamientos. Además, se llevó a cabo el análisis de las tareas de los entrenamientos desde las Variables Pedagógicas, Variables de Carga Externa y Variables Organizativas como recoge el *Sistema Integral para el Análisis de las Tareas de Entrenamiento*, SIATE, (Ibáñez et al., 2016). También se evaluó al entrenador a través del Cuestionario COQ (Feu et al., 2007). El COQ es un perfil teórico y una autodefinición del propio entrenador. Como variables dependientes de la investigación encontramos el nivel de la resistencia Aeróbica y Anaeróbica de los jugadores analizados mediante las pruebas llevadas a cabo. Con las pruebas que se realizan se obtiene información de las variables Número de Circuitos, Número de aciertos, Porcentajes de acierto y variables relacionadas con la Frecuencia Cardíaca (Máxima, Media y Reposo).

## Instrumentos

Para la realización de la investigación se ha utilizado, por un lado para la cuantificación y análisis de las tareas de entrenamiento SIATE (Ibáñez et al., 2016). Para cuantificar el tiempo empleado en cada tarea, se utilizó un reloj cronometro. Para la evaluación de la CF de los deportistas, se empleó el uso de dispositivos inerciales WIMU (RealTrack Systems, Almería, Andalucía, España).

La CF de los jugadores seleccionados fue evaluada a través de dos test. i) Test Aeróbico SIG/AER, ii) Test Anaeróbico SIG/ANA.

- El Test Aeróbico SIG/AER (Ibáñez et al., 1995a) se caracteriza por ser una adaptación del test de Cooper al baloncesto. En esta prueba que tiene una duración de doce minutos, el jugador debe de intentar realizar el mayor número de vueltas al circuito. El circuito está formado por doce partes, seis de ellas el jugador se desplaza en carrera con balón y finaliza realizando un lanzamiento a canasta, los otros 6 periodos del circuito, el jugador realiza desplazamiento sin balón entre lo que se encuentran desplazamientos de espalda, movimientos defensivos y carrera frontal.

- El Test Anaeróbico SIG/ANA (Ibáñez et al., 1995b) se basa en una adaptación del test aeróbico mencionado anteriormente, tiene una duración de 5 periodos cuyo periodo tiene una duración de 1 minuto y un descanso entre periodo de 1 minuto, durante el minuto del periodo el jugador debe realizar el mayor número de circuitos posible. Cada circuito está formado por 4 fragmento, en uno de ellos el jugador realiza desplazamiento sin balón, un periodo de carrera con balón y finaliza con lanzamiento próximo a canasta, tercer periodo el jugador se desplaza de espalda y en el último fragmento del circuito el jugador realiza movimientos defensivos.

Además, para evaluar la metodología autopercebida de cada entrenador, se empleó el Cuestionario COQ (Feu et al., 2007)

## Procedimiento

El análisis del proceso de entrenamiento y valoraciones de la CF se llevaron a cabo durante la segunda fase del campeonato liguero. A lo largo de ese periodo, cada equipo realizó el Test Aeróbico SIG/AER (Ibáñez, et al., 1995a) de manera individual a todos los integrantes del equipo. El jugador debía intentar dar el mayor número de vueltas al circuito. Este test trata de ser una alternativa a los test clásicos ya sean de campo o laboratorio. Además, al ser un test específico tiene conexión con el deporte

y a su vez rigor científico. Para evaluar la capacidad anaeróbica se realizó el Test Anaeróbico SIG/ANA (Ibáñez et al., 1995b) en el que cada jugador realizaba el test individual e intentaba realizar el mayor número de circuitos completos posible. Antes de comenzar con el análisis del proceso de entrenamiento, cada entrenador realizó el Cuestionario del Entrenador COQ para conocer sus perfiles y hacia que enfoque metodológico tiene más proximidad.

#### Análisis de datos

En este apartado se realizó en primer lugar un análisis descriptivo para obtener información sobre cantidad de veces que se ha producido una variable en concreto (*frecuencia* y % para variables cualitativas, así como *Media* y *Desviación Típica* para las cuantitativas). Una vez realizado el primer paso, se realizó un análisis exploratorio mediante las Pruebas de Asunción de Criterios. Estas pruebas están formadas por las pruebas del Supuesto de Normalidad (*Prueba de Shapiro Wilk*), de contraste del Supuesto de Homocedasticidad (*Prueba de Levene*), de contraste del Supuesto de Aleatorización (*Prueba de Rachas*), para establecer una contrastación del modelo de la hipótesis adecuada (Field, 2009). En este caso, el valor de nivel crítico es mayor que el nivel de significación establecido ( $p < .05$ ) (Pardo & Ruiz, 2002) para poder rechazar la Hipótesis Nula de normalidad de la muestra. Las variables *No Paramétricas* se caracterizan por no cumplir de forma conjunta los supuestos de Normalidad, Aleatorización y Homocedasticidad por lo que el modelo de contraste de la hipótesis debe ser en cada una de estas variables cuantitativas. Por el contrario, se encuentran las variables caracterizadas por cumplir de forma conjunta estos supuestos mencionados con anterioridad y que provoca que el modelo de contraste de hipótesis sea *Paramétrico*. Finalmente se ha utilizado el *Modelo Lineal General Univariante* para establecer diferencias entre las variables que interaccionan con el entrenamiento (Variables Pedagógicas, Variables de Carga Externa y Variables Organizativas). Se realizó la prueba *MANOVA* y se utilizó el valor de significación del estadístico *F*. Además de lo mencionado con anterioridad, se acompañó de pruebas para cuantificar la magnitud del efecto alcanzado y la potencia del diseño. Esto permite entender adecuadamente los resultados de los análisis realizados mediante una prueba relevante para la validez del estudio (Cárdenas & Arancibia, 2014). Conocer el *Tamaño del Efecto* a la magnitud avala la magnitud de las diferencias encontradas



en el estudio (Grissom & Kim, 2012). Es la diferencia menor que un investigador puede aceptar como relevante (Prajapati, Dunne, & Armstrong, 2010) y cuyo análisis aporta información sobre la variable dependiente que puede llegar a explicarse o predecirse por la variable independiente (Snyder & Lawson, 1993). La potencia estadística corresponde a la validez que tienen los resultados hallados por el análisis de la investigación (Grissom & Kim, 2012) y cuyo valor esperado es del 80%.

## Resultados

En el siguiente apartado se encuentran los diferentes análisis a la muestra formado por un análisis descriptivo de las variables analizadas.

En este apartado se presentan los datos descriptivos de las variables analizadas. En primer lugar, en la tabla 14 se puede observar los resultados descriptivos relacionados con las sesiones recogidas.

**Tabla 14.** Resultados descriptivos de las Variables Pedagógicas.

		Tradicional		Comprensivo	
		<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Situación de Juego	SSG	145	70	197	85.65
	FG	60	30	33	14.35
Fase de Juego	Ataque	105	51.22	116	54.8
	Defensa	35	17.07	46	20
	Mixta	47	22.93	26	11.3
	Prep. Física	18	8.78	5	2.1
Tipo de Contenido	Conductas TT	102	49.76	130	57.00
	Gestos TT	63	30.73	72	31.00
	Calentamiento/ Estiramientos	40	19.51	28	12
Medio al Entrenamiento	EA	130	63.42	7	0.9
	JC	28	13.65	181	78.8
	Predeporte	0	0	22	9.6
	Deporte	47	22.93	25	10.5
Grado de Oposición	Sin Oposición	121	59.03	85	37
	Oposición	84	40.97	139	60.4
	Opos. Modulada	0	0	6	2.6

**SSG:** Small Sided Games; **FG:** Full Games; **Prep. Física:** Preparación Física; **Conductas TT:** Conductas Técnico-Tácticas; **Gestos TT:** Gestos Técnico-Tácticos; **EA:** Ejercicio de Aplicación; **JC:** Juego Complejo; **Opos. Modulada:** Oposición Modulada.

Como se observa en la tabla 14, aparece una comparativa de resultados descriptivos de las sesiones recogidas de los equipos analizados de la que se observan los diferentes rasgos: El equipo Comprensivo utiliza con mayor frecuencia las situaciones reducidas o Small Sided Games (SSG) que las situaciones de 5 contra 5 y 4 contra 4 conocidas como Full Games (FG), por el contrario, en el equipo Tradicional el reparto es diferente. Esto se debe a que muchas de las tareas que realiza dicho equipo se encuadran dentro del apartado de preparación física, pero al ser integrada en el propio deporte. Por el contrario, las situaciones FG (principalmente 5 contra 5) en el equipo Tradicional se dan con mayor frecuencia que en el equipo Comprensivo. En el apartado de Fase de Juego, el equipo Comprensivo tiene mayor porcentaje tanto en las tareas con fin de Ataque y Defensa que el equipo Tradicional. Sin embargo, el equipo Tradicional tiene mayor porcentaje en tareas con finalidad mixta y de Preparación Física. Cabe destacar que hay un porcentaje de tareas perteneciente a las tareas de estiramiento y movilidad articular que se realizan en cada sesión de entrenamiento. En la variable Tipo de Contenido se puede destacar que el equipo Comprensivo tiene mayor frecuencia de tareas catalogadas como Conductas que catalogadas como Gestos. Este dato es buen indicador sobre la metodología empleada (SCA). Mientras que en el equipo Tradicional la mayoría de las tareas analizadas se catalogaban como Gestos, siendo un buen indicador de metodologías tradicionales.

En la variable Medio encontramos grandes diferencias entre ambos equipos relacionadas con la metodología empleada por cada entrenador. Por un lado, el equipo Tradicional utiliza con mayor frecuencia los Ejercicios de Aplicación (EA) y las situaciones de 5 contra 5 (Deporte), esta idea está más próxima a metodologías tradicionales. Sin embargo, el equipo Comprensivo utiliza con mayor frecuencia los Juegos Complejos (JC) y Predeporte, esto se debe a que realiza mejor progresión metodológica y, por lo tanto, se encuentra más cerca de una metodología comprensiva. Si analizamos las tareas centrándose en la variable Oposición, se puede afirmar que el equipo Tradicional realiza en exceso situaciones sin oposición, estos resultados son incluso superior en número a las tareas con oposición. Por el contrario, el equipo Comprensivo tiene mayor número de situaciones con oposición, este dato hace que por este motivo también se encuentre más cerca de una metodología comprensiva debido a que siempre en este tipo de enfoque se busca situaciones lo

más parecidas a lo que el jugador se encontrará en competición. Sin embargo, el equipo Tradicional se acerca a un enfoque más tradicional o mecanicistas debido a que realiza tareas descontextualizadas. Por último, en el apartado de la participación de las tareas, destaca que el equipo Comprensivo tiene mayor frecuencia de tareas que se realizan bajo organización Simultánea que el equipo Tradicional que en su caso, utiliza frecuentemente las de tipo Alternativo. Las tareas de tipo Simultáneo provocan que el aprovechamiento sea mayor y la organización de las mismas sea más efectivo, también relacionado directamente con el enfoque comprensivo.

**Tabla 15.** Resultados descriptivos e Inferenciales de las pruebas de CF.

	Tradicional		Comprensivo		F	gl1	gl2	p	$\eta^2$	$\phi$	
	Media	DT	Media	DT							
Aeróbico	Nº de Circuitos	134.36	10.37	146.54	9.80	8.722	1	22	.007 *	.284	.806
	Nº de Lanzamientos	11.36	.924	12.23	.927	5.228	1	22	.032 *	.192	.589
	Aciertos	6.09	2.81	6.08	2.29	.000	1	22	.989	.000	.050
	% Acierto	41.52	27.35	49.46	18.30	.293	1	22	.593	.012	.082
	FC Media	183	4.80	186.13	8.00	.980	1	22	.338	.061	.153
	FC Máxima	194	5.39	197.63	7.46	1.342	1	22	.265	.082	.192
	Anaeróbico	Nº de Circuitos	94.86	10.76	110	7.00	13.912	1	22	.001 *	.387
Aciertos Total		12.45	10.27	22.92	3.32	12.075	1	22	.002 *	.354	.913
% Acierto Total		51.70	41.93	81.76	10.61	6.256	1	22	.020 *	.221	.667
FC Media Total		119.03	94.60	132.28	91.89	.120	1	22	.005 *	.120	.063

\* $p < .05$ ; **Nº de Circuitos:** Número de Circuitos realizados; **Nº Lanzamientos:** Número de Lanzamientos realizados; **% Aciertos:** Porcentaje de aciertos (Aciertos/Lanzamientos); **FC Med:** Frecuencia Cardíaca Media; **FC Max:** Frecuencia Cardíaca Máxima; **FC Rec:** Frecuencia Cardíaca en Reposo (a los 2 minutos de finalizar el test); **FC Media Total:** Frecuencia Cardíaca durante toda la prueba.

En la tabla 15 se muestran los resultados obtenidos por las variables analizadas en la prueba aeróbica y los resultados totales de la prueba anaeróbica. En dicha tabla aparecen los resultados descriptivos acompañados además del estadístico  $F$ , de la potencia estadística y el tamaño de efecto de la muestra. En la prueba Aeróbica se encuentran diferencias significativas en el Número de Circuitos y el Número de Lanzamientos (directamente relacionados). En estas variables se encuentra que el equipo con enfoque comprensivo recorre mayor número de fracciones de circuitos (relacionado con la distancia recorrida) y por tanto, relacionado con los lanzamientos a canasta. En cuanto a estas variables la potencia estadística se encuentra en valores óptimos ( $>.80$ ) aunque el tamaño del efecto es mediano para la primera variable ( $>.25$ ) y pequeño para el resto ( $>.10$ ). En las variables Anaeróbicas, todas las variables

analizadas son significativas y a excepción de la FC Media Total, la potencia estadística es media- alta. Sin embargo, en cuanto al tamaño del efecto, las variables tienen un tamaño pequeño (FC Media Total y % de Acierto Total) y medio (Número de Circuitos Anaeróbicos y Aciertos Totales), lo que confirma las diferencias encontradas entre equipos y que el equipo bajo enfoque comprensivo también recorre mayor distancia en el mismo periodo de tiempo y sus demandas (FC) ante el mismo estímulo son similares y mantienen un esfuerzo elevado prolongado en el tiempo.

Tras realizar las diferentes pruebas descriptivas a ambos equipos, se desea conocer si existen diferencias significativas ( $p < .05$ ) entre los equipos y si están relacionadas con la metodología empleada. En la tabla 16, se encuentran los valores de cada variable cualitativa en cuanto a la prueba de *U de Mann Whitney*.

**Tabla 16.** Resultados inferenciales de variables cualitativas del proceso de entrenamiento.

		<i>U</i>	<i>p</i>
Variables Pedagógicas	Situación de Juego	24995.00	.000*
	Fase de Juego	16824.00	.003*
	Tipo de Contenido	16786.50	.005*
	Medio	18321.00	.073
	Nivel de Oposición	22525.00	.009*
Variables de Carga Externa	Grado de Opos.	21419.50	.183
	Densidad	19828.00	.870
	Núm. eje. Simult.	15430.50	.000*
	Carga Competitiva	21172.00	.286
	Espacio de Juego	16558.00	.002*
	Implicación Cogn.	23884.00	.000*
Variable Organizativa	Participación	19586.00	.670

**$p < .05$ ; Núm. Eje. Simult:** Número de Ejecutantes Simultáneos.

En esta tabla se observa que las variables Situación de Juego, Fase de Juego, Tipo de Contenido, Nivel de Oposición, Número de Ejecutantes Simultáneos, Espacio de Juego e Implicación Cognitiva muestran diferencias significativas. Esto confirma uno de los objetivos de comprobar si existen dos enfoques diferenciados. Se puede afirmar que al menos en estas variables mencionadas anteriormente existen diferencias.

En la tabla 17, mostrada a continuación, se observan las variables cuantitativas que tienen relación con las tareas de entrenamiento analizadas. Se puede observar que en todas las variables que se muestran en la tabla existe diferencia significativa y que la potencia estadística es óptima ( $>.80$ ) (Cárdenas & Arancibia, 2014). Sin embargo, en cuanto a la prueba que se realizó para conocer el tamaño del efecto, en esta ocasión todas las variables tienen un valor alto ( $>.40$ ) según Cárdenas y Arancibia (2014), esto corrobora que los resultados muestran diferencias significativas debido a la metodología con la que se diseñan las tareas.

**Tabla 17.** Resultados inferenciales de variables cuantitativas del proceso de entrenamiento.

Variable	Tradicional		Comprensivo		F	gl1	gl2	p	*	$\eta^2$	$\phi$
	Media	SD	Media	SD							
Suma	18.64	7.963	17.89	6.38	31.651	22	381	.000	*	.646	1.000
Carga Total Seg.	649.46	251.72	501.21	260.93	2.703	214	189	.000	*	.754	1.000
Carga Total Min.	10.828	4.19	8.35	4.349	1.738	127	276	.000	*	.444	1.000
Tiempo Total	870.89	471.81	545.27	280.16	3.385	200	203	.000	*	.769	1.000
Tiempo Expl.	221.55	249.11	48.48	37.87	5.618	119	263	.000	*	.718	1.000
Tiempo Útil	649.34	251.79	501.21	260.93	2.661	214	189	.000	*	.751	1.000
Aprovechamiento	81.05	14.18	92.17	5.70	2.358	279	124	.000	*	.841	1.000

En la tabla 18 se observa los resultados obtenidos de la realización de la Prueba de U de Mann Whitney perteneciente a las variables No Paramétricas en las pruebas Aeróbicas y Anaeróbicas.

**Tabla 18.** Prueba estadística de U de Mann Whitney para las variables de los test realizados

		U	p	*
Capacidad Aeróbica	Nº Lanzamiento	107.500	.035*	
	Aciertos	74.500	.865	
Capacidad Anaeróbica	Circuito Anaeróbico Período 1	86.000	.000*	
	Acierto Período 1	69.000	.067	
	% Acierto Período 1	59.000	.311	
	Acierto Período 3	55.500	.438	
	% Acierto Período 3	38.500	.588	
	Circuito Anaeróbico Período 4	70.000	.056	
	FC Rec Período 4	39.000	.470	
	Circuito Anaeróbico Período 5	74.000	.024*	
	Acierto Período 5	65.000	.135	

La tabla 18 muestra las diferencias significativas de las variables analizadas. Se destacan los resultados encontrados en la variable Número de Lanzamientos en el circuito Aeróbico, esto se debe a que por cada vez que se realiza un circuito completo, se realiza un lanzamiento. Con esta variable se puede afirmar que existe un equipo que durante la duración de la prueba realiza mayor número lanzamientos que el equipo rival. Por otro lado, también se encuentran diferencias en cuanto al número de circuitos realizados en el primer periodo de la prueba Anaeróbica, esto significa que durante el minuto de duración de este periodo, los jugadores de un equipo realizan mayor número de circuitos (mayor distancia) que el equipo rival. La variable Circuito Anaeróbico Periodo 5, que hace referencia al quinto periodo de la prueba anaeróbica, también obtiene diferencias significativas entre ambos equipos.

En la tabla 19, se observan los resultados obtenidos de la realización de la *Prueba T para Muestras Independientes* de la que se puede destacar los siguientes resultados. Se encuentran diferencias significativas en la variable Circuito Aeróbico que realizan durante la realización de la prueba. Por otro lado, también se encuentran diferencias significativas entre equipos pertenecientes a la variable Circuito Anaeróbico en el periodo dos y en el periodo tres.

**Tabla 19.** Resultados de Prueba T para Muestras Independientes.

	Variable	T	gl	p
Capacidad Aeróbica	Núm. Circuito	-2.953	22	.007*
	Aciertos	.013	22	.989
	FC Med	-.900	15	.338
	FC Max	-1.159	15	.265
	FC Rec	-1.530	14	.148
Capacidad Anaeróbica	FC Max Período 1	-1.274	14	.223
	FC Rec Período 1	-.578	14	.572
	Circ. Anaeróbico Período 2	-3.223	18	.005*
	Acierto Período 2	-2.425	18	.026*
	% Acierto Período 2	-1.394	18	.180
	FC Med Período 2	-1.164	14	.264
	FC Max Período 2	-1.908	14	.077
	FC Rec Período 2	-1.206	14	.248
	Circ. Anaeróbico Período 3	-2.637	18	.017*
	FC Med Período 3	-1.127	14	.279
	FC Max Período 3	-1.851	14	.085
	FC Rec Período 3	-1.243	14	.234
	Acierto Período 4	-.106	18	.917
	% Acierto Período 4	.504	18	.620
	FCMed Período 4	-1.548	14	.144
	FCMax Período 4	-1.356	14	.197
	FCMed Período 5	-.805	14	.434
FC Max Período 5	-.943	14	.362	
FCRec Período 5	1.948	14	.072	

*\*p<.05; Núm. Circuitos: Número de Circuitos Realizados; Aciertos: Lanzamientos anotados; FC Med: Frecuencia Cardíaca Media; FC Max: Frecuencia Cardíaca Máxima; FC Rec: Frecuencia Cardíaca en Recuperación (a los 2 minutos de finalizar el test).*

También destaca el resultado significativo perteneciente a la variable Acierto Anaeróbico del segundo periodo en la que existen diferencias significativas entre los equipos analizados. El resto de variables analizadas no obtienen resultados significativos por lo que los equipos analizados logran valores similares.



**Tabla 20.** Resultados de las pruebas aeróbicas y anaeróbicas

		U de Mann Whitney.	p
	Núm. Circuitos	-2.953	.007*
	Núm. Lanzamientos	107.500	.035*
Capacidad	Aciertos	.013	.989
Aeróbica	% Aciertos	74.500	.865
	FC Med	-.900	.338
	FC Max	-1.159	.265
	FC Rec	-1.530	.148
	Núm. de Circ. Total	134.500	.000*
Capacidad	Acierto Total	121.500	.002*
Anaeróbica	% Acierto Total	99.500	.106
	FC Med Total	83.500	.494

\**p* < .05; **Núm. Circuito:** Número de Circuitos realizados; **Núm. Lanzamientos:** Número de Lanzamientos realizados; **% Aciertos:** Porcentaje de aciertos (Aciertos/ Lanzamientos); **FC Med:** Frecuencia Cardíaca Media; **FC Max:** Frecuencia Cardíaca Máxima; **FC Rec:** Frecuencia Cardíaca en Reposo (a los 2 minutos de finalizar el test).

#### 5.4.2. Estudio VI: Evolution of Physical Fitness in formative female Basketball Players: A case study.

La evaluación de la CF puede llevarse a cabo con distintas finalidades, como el seguimiento, control y validación del acondicionamiento físico. Esto permite evaluar y comparar el estado físico de un deportista en diferentes momentos de la temporada. Esta información permite adecuar métodos y medios consiguiendo una optimización del entrenamiento y como consecuencia mejorar el rendimiento del deportista (Kellmann et al., 2018). La importancia de someter al deportista a continuas evaluaciones se debe a que la CF es un aspecto cambiante en el deportista (Mancha-Triguero et al., 2019b), siendo un factor limitante del rendimiento. Puesto que, debido al entrenamiento se produce un conjunto de adaptaciones que pueden afectar a la planificación del mismo (Bangsbo, 2008). En esta línea, existen investigaciones que afirman que al menos deben de realizarse en 3 ocasiones diferentes de la temporada (en función del momento u objetivos de la temporada) y que los resultados de éstas deben ser tenidos en cuenta tanto en la competición como en la planificación de los entrenamientos siguientes (Bangsbo, 2008).

Históricamente el indicador de rendimiento en deportes de invasión más utilizado han sido las estadísticas individuales (Ibáñez et al., 2009). Pero los resultados de diferentes estudios que analizan los indicadores de rendimiento técnico-tácticos

individuales como el factor de rendimiento del equipo puede verse influenciado por diferentes situaciones contextuales como puede ser la puntuación final, el sexo, el nivel de la competición, la edad y las características físicas del equipo (Lorenzo, Ibáñez, & Ortega, 2010). Por todo ello, algunos autores se decantan más por los atributos físicos como factor de rendimiento en el baloncesto como mejora individual de cada jugador y sin tener en cuenta el juego en equipo (Puente, Abián-Vicén, Areces, López, & Del Coso, 2017). Esta heterogeneidad de resultados en los indicadores más importantes durante una competición contribuye al estudio de los diferentes indicadores de forma conjunta y la relaciones que tienen. En esta línea, se encuentran diferentes estudios en categoría masculina en diferentes edades y niveles (Scanlan, Tucker, & Dalbo, 2014; Castagna, Chaouachi, Rampinini, Chamari, & Impellizzeri 2009). Las investigaciones realizadas no aportan un conocimiento claro a la temática de este trabajo, puesto que existen resultados contradictorios.

### Objetivo

Los objetivos de esta investigación fueron:

- i) Caracterizar la CF de un equipo femenino en categoría junior (Sub18).
- ii) Analizar las diferencias en la CF por puesto específico de las jugadoras.
- iii) Identificar la diferencia en la evolución de la CF por puestos específico.

### Método

#### Diseño

Esta investigación se posiciona dentro de los estudios de *naturaleza empírica* de tipo estrategia *asociativa*, donde se busca examinar las diferencias de las variables analizadas en un *mismo grupo*, con la finalidad de comparar los valores en diferentes momentos, siguiendo la recogida de datos un diseño *prospectivo evolutivo* (Ato, López, & Benavente, 2013).

#### Participantes

La muestra seleccionada fue un equipo femenino categoría junior ( $n=10$ ;  $17\pm 0.82$  años, un peso de  $57.3\pm 5.7$  kg, una altura de  $168.71\pm 8.29$  cm y una envergadura de  $166.81\pm 5.81$  cm) que compitieron en el campeonato nacional. De las diez jugadoras

que formaron el equipo tres ocupan el puesto de base, cuatro son aleros y tres ocupan la posición de pívot. Se realizaron tres evaluaciones de CF en diferentes momentos de la temporada (Septiembre- Abril) ( $n=30$ ). Tanto el cuerpo técnico como las jugadoras fueron informadas previamente de los detalles de la investigación y de sus posibles riesgos y beneficios, la participación de las deportistas fue voluntaria. Para ello, se les solicitó su aprobación sobre la participación a través de un consentimiento informado. En los jugadores menores de edad, el consentimiento fue suscrito por sus tutores legales. El estudio se desarrolló sobre la base de las disposiciones éticas de la Declaración de Helsinki (2013), siendo aprobado por el Comité de Bioética de la Universidad (nº registro 233/2019).

### Variables

El estudio contó con dos variables independientes (el momento de la temporada y la posición específica de juego). Además, se registraron 12 variables dependientes para la valoración de la CF agrupadas en función del tipo de exigencias (Ibáñez et al., 2018): i) Variables Técnico-Tácticas, ii) Variables de Carga Interna Objetiva, iii) Variables de Carga Externa Objetiva Cinemáticas relacionadas con la Distancia, iv) Variables de Carga Externa Objetiva Cinemáticas relacionadas con la Acelerometría, v) Variables de Carga Externa Objetiva Neuromusculares.

i) *Variables Técnico-Tácticas*. Analizan mediante metodología observacional los gestos técnico tácticos realizados durante cada prueba.

1) *Lanzamientos (Lanz)*: Es la cantidad total de lanzamientos que realiza el deportista durante la duración del test.

2) *Aciertos*: Es la cantidad de lanzamientos que son anotados.

3) *Eficacia (%)*: Es el valor (expresado en %) calculado del producto entre Aciertos y Número de lanzamientos. Existe una escala que aporta unos valores orientativos sobre estas variables en función de la edad y género de los deportistas (Ibáñez et al., 2019).

ii) *Variables de Carga Interna Objetiva*. Se evalúa a través de la Frecuencia Cardíaca (FC). Es un indicador individual sobre las demandas que tiene el deportista

sobre una tarea o entrenamiento. Dentro de esta variable, se analizan los siguientes parámetros relacionados.

1) Frecuencia Cardíaca *Máxima* (*FC Max*): Valor máximo de pulsaciones por minuto alcanzado por el deportista durante la prueba.

2) Frecuencia Cardíaca *Media* (*FC Avg*): Valor medio de pulsaciones por minuto durante la prueba.

3) Frecuencia Cardíaca *Recuperación* (*FC Rec*): Valor obtenido de latidos por minuto pasados dos minutos de la finalización de la prueba. El deportista debe realizar una recuperación pasiva al finalizar los test (Mancha-Triguero et al., 2019).

iii) *Variables de Carga Externa Objetiva Cinemáticas relacionadas con la Distancia*. Analizan la carga externa que soporta el jugador durante el tiempo de ejecución y su desplazamiento.

1) *Fracción de Circuito* (*Circuit*): Número de fragmentos de circuito que realiza el jugador durante la duración de la prueba. En el test aeróbico, cada circuito está formado por 12 fracciones, mientras que, en el test anaeróbico, cada circuito está formado por 4 fracciones.

2) *Tiempo* (*Time*): Es el periodo que tarda el deportista en llegar desde un punto a otro.

iv) *Variables de Carga Externa Objetiva Cinemáticas relacionadas con la Acelerometría*. Registran la carga externa que realiza el jugador en relación al tiempo de ejecución y su desplazamiento.

1) *Aceleraciones* (*Acc*): Incremento positivo de velocidad realizados durante un periodo de tiempo o por minuto.

2) *Deceleraciones* (*Decel*): Incremento negativo de velocidad realizados durante un periodo de tiempo o por minuto.

v) *Variables de Carga Externa Objetiva Neuromusculares*. Analizan la carga externa que recibe el jugador en relación a la fuerza de la gravedad. Se registran 2 variables:

1) *Impactos* (*Impacts*): Se miden a través de la fuerza que soportan las estructuras musculo-esqueléticas en relación a la gravedad (fuerza G).

2) *PlayerLoad (PL)*: Es una magnitud vectorial derivada de datos de acelerometría triaxial que cuantifica el movimiento a alta resolución. Se utilizan las aceleraciones y desaceleraciones para construir una medida acumulativa de la tasa de cambio en la aceleración. Por tanto, indica la tasa de estrés a la que el jugador somete su cuerpo durante un período de tiempo determinado (Schelling & Torres, 2016).

Las variables *Aceleraciones*, *Deceleraciones* y *PlayerLoad* fueron relativizadas por minuto para poder comparar los datos.

## Instrumentos

Para el registro de las variables técnico-tácticas se empleó una cámara de video (JVC modelo GY-HM70U) y una hoja de registro para contabilizar los lanzamientos a canasta y la secuencia acierto o error. Para el registro de las variables de carga interna objetiva, cada deportista fue equipado con una banda de frecuencia cardíaca de la marca GARMIN® (Garmin Ltd., Lenexa, Kansas, Estados Unidos) y para el registro de las variables de carga externa objetiva cinemáticas relacionadas con la distancia, variables de carga externa objetiva cinemáticas relacionadas con la aceleración y variables de carga externa objetiva neuromusculares cada jugador fue equipado con un dispositivo inercial modelo WIMU® (RealTrack Systems, Almería, Andalucía, España), el cual fue fijado mediante un arnés anatómicamente adaptado a cada jugador. Además, para analizar los datos pertenecientes al tiempo, se empleó células fotoeléctricas ChronoJump (Bosco System, Barcelona, Cataluña, España). Tras el registro, los datos fueron analizados mediante el software SPRO® (RealTrack Systems, Almería, España Almería, Andalucía, España). El instrumento utilizado para evaluar la CF integral de las deportistas fue la batería de test SBAFIT (Mancha-Triguero et al., 2019). Esta batería evalúa diferentes capacidades entre las que se encuentran: i) Capacidad Aeróbica, ii) Capacidad Anaeróbica Láctica, iii) Fuerza Máxima de Tren Inferior (Test de Abalakov), iv) Tolerancia a la fatiga de Tren Inferior (Test de Multisaltos), v) Velocidad de desplazamiento (Test RSA 5x14 m), vi) Fuerza Centrípeta vii) Agilidad (T Test). El test de agilidad se realiza con dos variantes, la genérica (desplazamiento del deportista) y la específica (desplazamiento del deportista realizando bote del balón).

## Procedimiento

En primer lugar, se contactó con el club y el cuerpo técnico del equipo para informar sobre el proyecto a realizar. Aceptada la propuesta, se realizó un consentimiento informado para los padres con información relevante de la investigación. En segundo lugar, se analizó el calendario competitivo del equipo, se seleccionaron los momentos de ausencia de competición para realizar los test de CF, para que los deportistas llegasen en las mejores condiciones físicas posibles y que la fatiga generada tampoco afectase a competiciones posteriores. Los tres momentos diferentes de la temporada seleccionados se debieron a ausencias de competición (3ª semana de Diciembre coincidiendo con el final del primer macrociclo competitivo, 4ª semana de Febrero coincidiendo con el segundo macrociclo competitivo y 4ª semana de Abril coincidiendo con la preparación para campeonato de España). Posterior a la recogida de datos del equipo, se realizaba un dossier para el entrenador con la información de las pruebas con la finalidad de tener mayor conocimiento sobre el estado físico de las deportistas. Para la realización de los test, se realizó el protocolo descrito en la batería de test SBAFIT (Mancha-Triguero et al, 2019b). Los test se realizaban en dos días distintos separados por al menos 72 horas de recuperación con la finalidad de que las jugadoras realizasen una completa recuperación y los resultados fuesen de mayor fiabilidad. Por último, todas las participantes del estudio realizaron dos sesiones de entrenamiento con el material que se empleó en la medición y de conocimiento de los test a evaluar con la finalidad de tener una toma de contacto y que el desconocimiento o la incomodidad no fuese una variable contaminante.

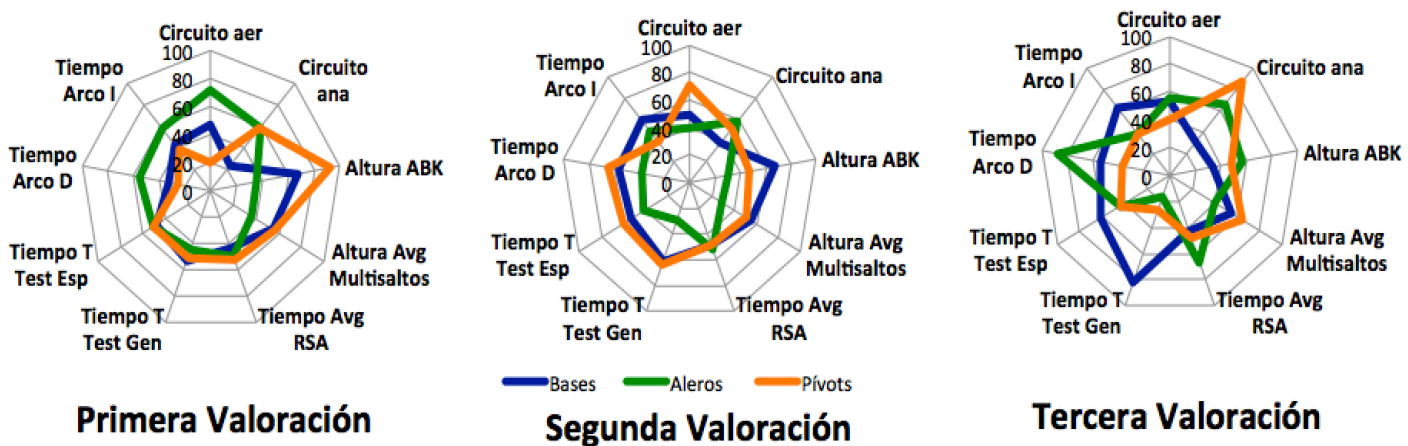
## Análisis de datos

En primer lugar, se realizó un análisis descriptivo de todas las variables de cada una de las pruebas de la batería de test (*Media y Desviación Típica*) dividiendo la muestra por puesto específico (base, alero y pívot). Posteriormente, se utilizó el ANOVA de un factor para identificar las diferencias entre los distintos puestos específicos (Newell, Aitchison, & Grant, 2014). Dividida la muestra por puesto específico en cada uno de los momentos de la temporada, se realizó un análisis descriptivo (*Media y Desviación Típica*) para conocer la evolución en diferentes momentos de la temporada. Posteriormente se utilizó el *Modelo Lineal General* de medidas repetidas para identificar las diferencias significativas entre los distintos momentos de la temporada.

Se tuvo en cuenta la prueba de esfericidad a través de la *W de Mauchly* y teniendo en cuenta que el tamaño de la muestra era pequeño, no se pudo rechazar la hipótesis de esfericidad, por lo que se utilizó el valor de esfericidad asumida para determinar si las diferencias eran significativas (Mauchly, 1940; Field, 2013). Por último, para la presentación de los resultados descriptivos, se normalizaron los resultados a través de *Z-Score*. El propósito *Z-Score* es estandarizar un valor para que represente el número de desviación estándar que el valor está por encima de la media (O'Donoghue, 2013). Los resultados se presentaron en perfiles basados en la posición de juego de las jugadoras analizadas.

### Resultados

La figura 37 muestra los resultados descriptivos de las pruebas analizadas diferenciando a las jugadoras por puesto específico en los diferentes momentos de la temporada.



**Figura 37.** Resultados descriptivos de las pruebas realizadas en función de la posición de juego.

Como se observa en la figura 37, la evolución de la CF de las jugadoras en función del momento de la temporada y puesto específico varía dependiendo de diferentes requerimientos como puede ser la competición y el entrenamiento. Además, existen diferencias significativas en la gran mayoría de pruebas realizadas. En la prueba de capacidad aeróbica, se observan que los resultados entre Bases, Aleros y Pívot son similares, aunque existen diferencias significativas en las variables Acierto ( $p=.038$ ), Eficacia ( $p=.031$ ) e Impactos ( $p=.041$ ). En la prueba de capacidad anaeróbica láctica, las jugadoras Aleros son las que mejor nivel obtienen, mientras que las bases son las



que peores resultados obtienen en la prueba. Además, existen diferencias significativas entre posiciones en las variables Fracciones de Circuito ( $p=.023$ ), Número de Lanzamiento ( $p=.019$ ) y Frecuencia Cardíaca Media ( $p=.036$ ). En las pruebas de Fuerza de tren inferior (Abalakov y Multisaltos), las jugadoras Bases son las que mejores resultados obtienen en ambas, acompañadas de las Pívots en el test de Multisaltos. En cuanto a la prueba de velocidad de desplazamiento (Test RSA), las jugadoras Aleros son las que mejores resultados obtienen, existiendo diferencias significativas en la variable Impactos ( $p=.034$ ). En los test de Agilidad las jugadoras Pívots y Aleros obtienen los mejores resultados. Además, en el test genérico existen diferencias significativas en la Frecuencia Cardíaca Máxima ( $p=.042$ ), Impactos ( $p=.001$ ), PlayerLoad ( $p=.031$ ) y PlayerLoad/minuto ( $p=.001$ ). Mientras que en el test específico existen diferencias significativas en la Frecuencia Cardíaca Máxima ( $p=.041$ ) y Frecuencia Cardíaca Media ( $p=.033$ ). Por último, en los test de fuerza centrípeta, todas las jugadoras obtienen resultados similares en el tiempo de ejecución, aunque en el test hacia Derecha existen diferencias significativas en la variable Impactos ( $p=.012$ ).

En la tabla 21 se muestran los resultados obtenidos por los diferentes puestos específico en cada uno de los momentos de la temporada. Los resultados muestran diferencias significativas en las pruebas de Capacidad Aeróbica, Velocidad de desplazamiento (RSA), Agilidad Genérico, Agilidad Específico y Fuerza Centrípeta Izquierda en función de la posición de juego teniendo en cuenta las tres valoraciones durante la temporada. Las jugadoras con posición Base y Pívor son las que mayores diferencias significativas obtienen, siendo su evolución mayor que las jugadoras con posición Aleros.

Tabla 21. Resultados descriptivos e inferenciales de las variables analizadas en función del momento de la temporada.

	Valoración 1				Valoración 2				Valoración 3				W de McNemar								
	B	A	P		B	A	P		B	A	P		A	P							
<b>Capacidad Aeróbica</b>																					
Circuit	Media 128,33	ST 8,74	Media 138,00	ST 7,59	Media 122,50	ST 4,71	Media 135,33	ST 8,08	Media 126	ST 19,80	Media 145,50	ST 9,19	Media 131,67	ST 2,52	Media 132,50	ST 4,95	Media 129,50	ST 0,71	B 0,79	A 2,54	P 7,17
Nº Lanz	11,00	1,00	12,50	0,71	10,50	0,71	11,33	0,58	11,00	1,41	12,50	0,71	11,00	0	11,00	0	11,00	0	8,40	1,25	0,71
Aciento	5,33	3,06	3,00	1,41	6,00	1,41	3,00	1,00	3,50	2,12	8,00	1,00	4,00	4,36	2,50	0,71	5,50	2,12	7,00	5,63	2,50
Eficacia	47,07	24,22	25,00	11,78	56,82	9,64	28,51	9,18	30,94	15,32	64,11	3,63	36,36	39,63	22,73	6,43	50,00	19,29	7,15	6,39	5,71
FC Avg	190,00	5,29	193,00	14,14	173,00	5,66	160,00	36,37	171,50	14,85	181,50	2,12	183,33	3,51	185,00	1,41	181,00	14,14	1,41	4,76	6,66
FC Max	199,33	7,77	199,5	16,26	194,00	8,49	170,67	37,82	189,50	0,71	198,50	6,36	194,33	4,51	190,50	14,85	194,50	17,68	3,85	5,52	7,48
FC Rec	149,33	4,51	139,5	19,09	147,50	4,95	121,33	7,23	121,00	12,73	132,00	5,66	123,67	5,03	126,50	7,78	135,50	9,19	0,07*	1,91	0,38*
Impacts	484,67	130,99	491	154,97	624,00	133,57	410,67	132,16	429,50	171,23	663,00	60,81	484,67	175,51	456,00	102,64	683,00	152,14	9,96	4,22	5,56
PL	27,27	2,85	28,04	1,53	28,25	1,73	25,14	0,80	25,04	1,93	27,47	1,29	27,14	4,84	25,05	1,80	27,81	1,62	7,97	0,03*	9,15
PL/Min	2,28	0,24	2,34	0,13	2,35	0,14	2,10	0,06	2,09	0,16	2,29	0,11	2,26	0,40	2,09	0,15	2,32	0,13	7,95	0,03*	9,14
Acortin	34,66	0,93	33,83	0,55	34,79	1,00	28,01	3,58	29,37	4,79	29,44	3,50	37,00	1,15	36,75	2,00	37,46	1,83	0,28*	1,52	0,46*
Dectrin	34,66	0,92	33,78	0,63	34,79	1,00	27,99	3,57	29,41	4,73	29,40	3,56	37,00	1,22	36,75	2,00	37,45	1,71	0,31*	1,51	0,46*
<b>Capacidad Anaeróbica Láctica</b>																					
Circuit	110,67	1,53	117,5	2,12	121,50	12,02	115,33	3,79	120,00	5,66	118,00	5,66	113,00	3,46	118,00	2,00	117,50	0,71	4,11	7,18	8,10
Nº Lanz	29,33	0,58	29,5	0,71	32,50	2,12	29,67	0,58	30,00	1,41	31,00	1,41	29,33	1,15	30,00	0	30,00	0	9,75	2,50	2,89
Aciento	24,00	6,24	2,83	2,83	28,00	5,66	25,00	4,58	24,00	2,83	28,00	1,00	26,00	3,61	22,50	2,12	25,50	6,36	6,79	3,21	7,45
Eficacia	81,65	20,25	91,44	7,40	85,77	11,81	84,33	15,69	79,87	5,66	90,42	4,12	88,41	9,15	75,00	7,07	85,00	21,21	6,70	3,44	9,05
FC Avg	169,67	5,13	183	7,07	171,50	0,71	177,00	13,11	182,00	12,73	163,50	4,95	169,33	4,62	173,50	2,12	167,00	7,07	5,89	4,85	5,29
FC Max	191,67	3,79	198,5	13,44	193,50	3,54	194,00	9,54	195,50	12,02	189,50	7,78	190,67	1,15	187,00	0	183,50	4,95	7,47	4,34	8,04
FC Rec	133,33	4,62	138	1,41	129,50	4,95	131,33	29,87	135,50	10,61	136,00	19,80	126,00	3,46	137,50	2,12	130,50	7,78	2,65	1,64	8,82
Impacts	240,67	111,63	199	5,66	257,50	33,23	300,33	28,94	224,50	26,16	301,50	26,16	588,67	45,83	334,00	74,95	352,00	49,50	2,52	1,18	2,62
PL	12,39	1,54	12,17	0,21	12,81	0,35	12,72	0,65	11,79	0,14	12,22	0,62	14,21	1,83	13,41	0,56	13,13	0,95	2,11	1,78	6,23
PL/Min	1,24	0,16	1,22	0,02	1,28	0,03	1,27	0,06	1,18	0,01	1,23	0,06	1,42	0,18	1,34	0,06	1,32	0,09	2,08	1,76	6,18
<b>Abk</b>																					
Time (ms)	520	7,94	417,5	24,75	530,50	17,68	570,67	61,81	466,50	51,62	493,00	107,48	543,00	4,36	562,00	28,28	551,00	12,73	2,31	2,02	7,44
Altura	33,13	1,00	21,4	2,55	34,50	2,26	40,23	8,91	26,85	5,87	30,50	13,01	36,13	0,55	38,75	3,89	37,20	1,70	2,21	4,21	7,67
Impulso (G)	2,02	0,47	2,23	0,71	2,00	0,18	2,08	0,21	2,18	0,97	3,05	1,62	1,70	0,10	2,32	0,44	2,24	0,25	6,39	3,07	6,15
<b>MJ</b>																					
Time medio (ms)	473,53	81,26	419,6	37,9	467,50	47,94	503,47	32,06	484,70	11,46	474,50	116,39	499,27	25,90	461,20	60,81	511,20	1,13	5,45	3,80	8,88
Altura media	28,03	8,93	22,43	4,94	27,37	4,65	31,39	3,69	29,49	0,44	30,76	10,38	30,74	3,11	26,56	7,04	32,67	0,72	5,50	4,46	8,05
Impulso medio (G)	3,02	0,65	4,1	0,79	3,65	1,11	3,80	0,37	3,98	1,60	3,08	0,17	3,23	0,40	4,25	0,86	2,48	0,27	1,47	3,98	2,80
Time medio	3,84	0,51	4,02	0,96	4,13	0,94	4,45	0,39	4,59	1,12	4,42	0,63	3,96	0,69	4,48	0,34	4,13	0,59	0,39*	5,28	0,32*
Impacts	68,67	15,50	52,5	34,65	99,50	21,92	61,67	7,64	58,00	39,6	88,00	4,24	67,00	30,05	53,00	4,24	72,50	23,33	4,34	4,74	2,36
PL	2,76	0,19	2,42	0,25	2,76	0,31	2,36	0,16	2,25	0,83	2,74	0,40	2,55	0,54	2,31	0,09	2,45	0,29	3,15	5,43	0,46*
PL/Min	1,33	0,04	1,16	0,13	1,32	0,16	1,14	0,05	1,06	0,40	1,30	0,19	1,30	0,27	1,18	0,04	1,26	0,15	2,24	5,71	1,94
<b>T Test Genérico</b>																					
Time	14,87	1,50	14,3	0,13	14,66	0,83	14,46	0,87	13,18	0,74	14,26	0,42	14,51	0,70	12,67	0,42	12,96	0,01	0,15*	0,20*	0,12*
HR Max	118,00	22,72	168,5	9,19	141,00	19,80	168,00	13,00	180,00	9,90	162,50	7,78	119,33	13,32	153,00	2,83	141,00	14,14	0,55	1,14	4,90
HR Avg	109,33	18,58	146	1,41	127,50	12,02	154,00	16,64	154,50	2,12	139,50	0,71	110,33	21,08	143,00	4,24	127,50	17,68	0,79	1,03	6,88
Impacts	14,67	4,73	6,5	2,12	29,50	4,95	21,33	2,52	10,50	0,71	28,50	2,12	20,00	11,00	10,00	7,07	19,00	5,66	6,78	1,50	2,16
PL	0,74	0,03	0,63	0,03	0,85	0,01	0,78	0,04	0,76	0,05	0,91	0,04	0,67	0,08	0,51	0,05	0,60	0,08	5,46	0,48*	0,28*
PL/Min	2,90	0,16	2,45	0,02	3,24	0,17	2,55	0,22	2,94	0,26	2,99	0,06	2,76	0,29	2,40	0,15	2,78	0,40	6,24	9,36	4,32
<b>T Test Especifico</b>																					
Time	15,67	1,16	15,8	0,75	15,85	1,93	16,85	1,41	16,18	1,04	16,85	0,42	16,00	1,30	14,88	1,30	14,88	1,30	3,90	0,58	1,45
HR Max	131,00	15,13	174	12,73	175,00	8,49	165,00	24,25	179,00	11,31	145,50	33,23	144,00	9,17	150,00	2,83	149,00	4,24	1,27	0,56	5,04
HR Avg	119,33	6,35	155,5	0,71	161,50	3,54	147,67	18,77	150,50	6,36	134,50	19,09	131,10	13,11	138,00	1,41	135,00	5,66	0,52	0,84	2,83
Impacts	6,00	1,73	6	2,83	10,50	2,12	10,33	4,04	12,50	3,54	14,50	7,78	19,33	21,36	5,50	3,54	14,00	8,49	4,97	1,25	8,76
PL	0,66	0,03	0,64	0,02	0,77	0,02	0,80	0,06	0,76	0,02	0,80	0,04	0,60	0,03	0,52	0,04	0,59	0,07	0,16*	0,36*	1,13
PL/Min	2,34	0,09	2,25	0,06	2,46	0,18	2,42	0,36	2,26	0,76	2,55	0,26	2,48	0,21	2,40	0,18	2,74	0,31	2,44	7,02	6,18
Time	4,78	0,06	5,09	0,91	4,62	0,17	5,73	0,74	5,06	0,78	5,69	0,26	6,68	0,95	6,70	0,12	6,04	0,69	0,70	0,72	1,70
HR Max	166,67	4,51	125	7,78	24,5	10,61	9,33	0,58	13,00	5,66	18,50	3,54	13,00	8,72	12,00	0,40	22,00	1,41	2,83	7,38	5,60
HR Avg	166,67	4,51	125	7,78	24,5	10,61	9,33	0,58	13,00	5,66	18,50	3,54	13,00	8,72	12,00	0,40	22,00	1,41	2,83	7,38	5,60
Impacts	0,41	0,05	0,39	0,09	0,48	0,04	0,39	0,03	0,38	0,08	0,41	0,02	0,44	0,10	0,40	0,04	0,47	0,05	8,49	6,53	3,28
<b>Arco Drcha</b>																					
Time	4,77	0,27	5,04	0,47	4,77	0,01	6,06	0,74	5,68	0,72	5,44	0,05	6,99	0,97	5,99	0,62	6,04	0,56	0,26*	3,78	1,05
HR Max	143,33	9,29	15	9,90	23,00	1,41	11,33	0,74	17,50	6,36	20,50	6,36	17,00	8,72	12,50	3,54	18,5	0,71	8,43	7,02	6,14
HR Avg	143,33	9,29	15	9,90	23,00	1,41	11,33	0,74	17,50	6,36											

## **5.5. Relación entre las pruebas de condición física y la competición.**

### *5.5.1. Estudio VII. Are there differences between the loading of an anaerobic capacity test and an agility test in basketball players?*

La agilidad en jugadores de baloncesto puede ser una habilidad limitante en el rendimiento. Esto se debe a que el deporte por su naturaleza intrínseca, exige al deportista que realice desplazamientos rápidos en diferentes sentidos y direcciones en un terreno de juego compartido con diferentes compañeros y adversarios (Green et al., 2006). Además, el jugador debe de ser rápido y ágil para provocar posibles ventajas sobre el equipo rival y conseguir el objetivo de avance hasta la meta rival (Deletrat, & Cohen, 2008). Por otro lado, el baloncesto es un deporte dinámico que provoca en el deportista una concatenación de esfuerzos máximos y submáximos, otorgándole un tiempo de recuperación incompleta (McGill et al., 2012). Hasta donde se conoce, el baloncesto un deporte en el que la vía anaeróbica tiene mucha importancia. Por ello, el planteamiento de esta investigación fue conocer las diferencias en las demandas soportadas en los jugadores atendiendo a la edad y si existe una relación entre diferentes habilidades a evaluar que ayuden a la evaluación del deportista y economice el tiempo y esfuerzo de valoración de la CF.

#### Objetivo

Por tanto, los objetivos de este trabajo son:

- i) Caracterizar el rendimiento durante la realización de un test de agilidad y un test de resistencia anaeróbica láctica específicos en baloncesto en función de la categoría.
- ii) Comparar las exigencias obtenidas en las variables cinemáticas y neuromusculares entre test entre jugadores de diferentes categorías.
- iii) Identificar las relaciones entre las variables analizadas.

## Método

### Diseño

Esta investigación se posiciona dentro de los estudios de *naturaleza empírica* de tipo *cuasiexperimental*, donde se busca examinar las diferencias entre grupos y relaciones entre pruebas, *Diseño de grupos no equivalentes* (Ato, López, & Benavente, 2013), con la finalidad de caracterizar el rendimiento de los jugadores de baloncesto a través de test de CF.

### Participantes

Participaron 24 jugadores pertenecientes a dos equipos Sub-14 y Sub-16 de baloncesto de nivel nacional que fueron incluidos voluntariamente en la presente investigación (Sub-14:  $n=12$ , Sub-16:  $n=12$ ). Tanto el cuerpo técnico como los jugadores fueron informados previamente de los detalles de la investigación y de sus posibles riesgos y beneficios, suministrándoles un consentimiento informado. En los jugadores menores de edad, el consentimiento fue suscrito por sus tutores legales. El estudio se desarrolló en base a las disposiciones éticas de la Declaración de Helsinki (2013), siendo aprobado por el Comité de Bioética de la Universidad ( $n^{\circ}$  registro 67/2017).

### Variables

Para la evaluación del rendimiento de los deportistas, se analizaron las siguientes variables, las cuales se dividen en dos grupos según el tipo de exigencias: variables neuromusculares y variables cinemáticas.

*i) Variables Neuromusculares.* Analizan la carga externa que recibe el jugador en relación a la fuerza de la gravedad.

1) *PlayerLoad<sub>RT</sub>*: Es una magnitud vectorial derivada de datos de acelerometría triaxial que cuantifica el movimiento a alta resolución. Se utilizan las aceleraciones y desaceleraciones para construir una medida acumulativa de la tasa de cambio en la aceleración. Se utiliza una medida acumulativa (PL) y una medida de intensidad (PL.min-1), pudiendo, por tanto, indicar la tasa de estrés a la que el jugador somete su cuerpo durante un período de tiempo determinado. Como

unidad de carga tiene un moderado-alto grado de fiabilidad y validez (Barreira et al., 2017).

2) *Impactos*: Se miden a través de la fuerza que soportan las estructuras musculoesqueléticas en relación a la gravedad (fuerza G). Se clasificarán en rangos de intensidad (Cunniffe, Proctor, Baker, Davies, 2009). Las variables se relativizaron por minuto para la equidad de los datos.

*ii) Variables Cinemáticas relacionadas con el Tiempo y la Distancia*. Analizan la carga externa que realiza el jugador en relación al tiempo de ejecución y su desplazamiento.

1) *Tiempo de ejecución* de las pruebas T Test Con/Sin Balón: Es la cantidad de tiempo (medido en segundos) que tarda el jugador en completar el circuito. ii) *Número de Circuitos* realizados Test Anaeróbico: Es la cantidad de circuitos que realiza cada jugador durante los 5 periodos que dura la prueba, cada periodo es sumado con el objetivo de obtener el mejor valor al finalizar en la prueba.

### Instrumentos

Para el registro de las variables tiempo-movimiento y neuromusculares de cada jugador fue equipado con un dispositivo inercial WIMUPRO™ (RealTrack Systems, Almería, Andalucía, España). Además, para el registro del tiempo que los jugadores emplearon en cada prueba se utilizaron células fotoeléctricas Chronojump.

Para evaluar a los jugadores, realizaron las siguientes pruebas físicas:

- *T Test Sin Balón* (Bloomfield, Polman, O'Donoghue, McNaughton, 2007): el jugador realiza el circuito en forma de "T" en el menor tiempo posible. Durante el circuito, el jugador debe desplazarse en carrera frontal, carrera lateral hacia ambos lados y carrera de espalda.
- *T Test Con Balón (específico de baloncesto)* (Mancha-Triguero et al., 2019b): ídem al T Test Sin Balón, pero se añade que los desplazamientos deben realizarse mientras el jugador realiza la acción de bote de balón.
- *Test Anaeróbico SIG/ANA* (Ibáñez et al., 1995b): el jugador debe realizar sobre un circuito el mayor número de vueltas posible durante un minuto de duración. El jugador repite el periodo un total de cinco veces (cinco minutos en total) con una recuperación entre periodos de un minuto (cinco minutos en total). El test está formado por cinco minutos de máxima intensidad con cinco minutos de recuperación. Se busca

la capacidad de repetir una actividad máxima con recuperaciones incompletas. El Test está formado por desplazamiento sin balón, desplazamiento con balón, lanzamiento a canasta, desplazamiento de espalda, movimiento defensivo y ejecutar un salto de acción de rebote.

#### Análisis de datos

En primer lugar, se realizó un análisis descriptivo de las variables cuantitativas (*Media y Desviación Típica*). En segundo lugar, se realizó un análisis exploratorio mediante las pruebas de asunción de criterios (Cubo, 2011), encontrando que una distribución de los datos no normal, por lo que se realizaron pruebas no paramétricas para el contraste de la hipótesis. Finalmente, se realizó un análisis para comparar el rendimiento entre categorías mediante la prueba *U de Mann Whitney* y un análisis de correlación de *Spearman* para identificar la correlación entre variables. El software utilizado fue SPSS 23.0 (SPSS Inc., Chicago IL, EEUU). La significatividad se estableció en el valor de  $p < .05$  (Pardo, & Ruiz, 2002).

#### Procedimiento

Cada jugador, realizó el test de agilidad T Test (de manera general y específica con desplazamiento de balón). Posteriormente, el mismo día, realizaron el Test Anaeróbico SIG/ANA (Ibáñez et al., 1995b). El orden de los test fue:

- i) T Test Sin Balón.
- ii) T Test Con Balón.
- iii) Test Anaeróbico SIG/ANA.

La elección del orden se debe a una organización del tiempo de duración pues tiene una influencia directa en el tipo vía energética que utiliza el jugador para realizar la actividad propuesta. Entre la realización de ambas pruebas, se realizó una recuperación pasiva de cinco minutos. Previamente al día de evaluación de los test, los deportistas realizaron una sesión de familiarización para evitar errores en la ejecución y que el desconocimiento de las pruebas no fuese una variable contaminante.

## Resultados

En la tabla 22, se muestran los resultados descriptivos diferenciados por categorías. Por un lado, el equipo Sub14 obtiene resultados más bajos en la variable de PlayerLoad por minuto (PL/min) de las tres pruebas realizadas. Además, en la variable Impactos por minuto (Impactos/min) los jugadores del equipo Sub14 soportan menor número de impactos que los jugadores del equipo Sub16. Por otro lado, los jugadores Sub14 recorren menor distancia en la prueba anaeróbica que los jugadores Sub16 y el tiempo de ejecución en las dos pruebas de agilidad es mayor (tardan más tiempo en realizar el T Test). En cuanto a los resultados obtenidos para identificar las diferencias entre grupos se muestra que ninguna variable obtiene resultados significativos a excepción de la variable Tiempo del T Test Con Balón.

**Tabla 22.** Resultados descriptivos e inferenciales de las variables analizadas en equipos de baloncesto.

	Equipo Sub 14		Equipo Sub 16		U de Mann Whitney	
	Media	ST	Media	ST	U	Sig.
PL/min Test Anaeróbico	2.91	0.30	3.00	0.47	25.00	.491
PL/min T Test CB	3.25	0.60	3.62	0.67	16.00	.101
PL/min T Test SB	3.98	0.95	4.01	1.02	21.00	.480
Circuitos Test Anaeróbico	120.44	10.00	122.00	11.00	29.00	.791
Tiempo T Test CB	15.77	2.70	13.35	1.20	7.00	.010*
Tiempo T Test SB	13.87	1.90	12.72	0.87	16.00	.101
Impactos/min Test Anaeróbico	36.64	12.00	45.71	14.00	19.00	.186
Impactos/min T Test CB	19.86	3.60	26.98	4.00	19.00	.638
Impactos/min T Test SB	45.71	4.80	54.57	6.10	30.00	.873

*\*PL/min: Player Load/minuto; T Test CB: T Test Con Balón; T Test SB: T Test Sin Balón; Impactos/min: Impactos/minuto; (El tiempo es medido en segundos).*

En cuanto a los resultados de la tabla 23, se presentan las relaciones entre variables. Se muestra correlación entre los resultados obtenidos en las variables PlayerLoad por minuto y los resultados obtenidos en las variables Impactos por minuto (Impactos/min T Test Con Balón e Impactos/min T Test Sin Balón; Impactos/min Test Anaeróbico e Impactos/min T Test Con Balón; Impactos/min Test Anaeróbico e Impactos/min T Test Sin Balón; PL/min T Test Con Balón y PL/min T Test Sin Balón; PL/min T Test Con Balón con todas las variables excepto Número Circuitos Anaeróbico; PL/min T Test Sin Balón con Impactos/min Test Anaeróbico e Impactos/min T Test Sin Balón; Impactos Test Anaeróbico e Impactos T Test Sin Balón).



Además, el tiempo empleado en la realización del T Test (sin balón) relaciona con el número de circuitos del test anaeróbico de manera inversa, describiendo que, a menor tiempo en realizar el T Test, mayor número de circuitos en el Test Anaeróbico SIG/ANA.

Tabla 23. Resultados del análisis de correlación realizado a través de Rho de Spearman.

	PL/Min T Test CB	PL/Min T Test SB	Circuitos Totales SIG/ANA	Impactos Totales SIG/ANA	Tiempo T Test CB	Impactos T Test CB	Tiempo T Test SB	Impactos T Teste SB
PL/Min SIG/ANA	Spearman Sig. .388 .137	.418 .121	.171 .527	<b>.638*</b> .008	-.056 .837	<b>.545*</b> .044	-.035 .897	.485 .057
PL/MIN T Test CB	Spearman Sig. <b>.664*</b> .007		.334 .206	<b>.550*</b> .027	<b>-.591*</b> .016	<b>.589*</b> .027	<b>-.635*</b> .008	<b>.603*</b> .013
PL/Min T Test SB	Spearman Sig.		.029 .919	.511 .052	-.361 .187	.305 .311	-.325 .237	<b>.659*</b> .007
Circuitos Totales SIG/ANA	Spearman Sig.			.063 .816	-.389 .137	-.100 .734	<b>-.626*</b> .009	.23 .391
Impactos Totales SIG/ANA	Spearman Sig.				-.344 .192	<b>.673*</b> .008	-.159 .557	<b>.691*</b> .003
Tiempo T Test CB	Spearman Sig.					-.018 .952	<b>.818*</b> .000	-.111 .682
Impactos T Test CB	Spearman Sig.						.073 .804	<b>.579*</b> .03

PL/Min: Player Load/minuto; T Test CB: T Test Con Balón; T Test SB: T Test Sin Balón; Impactos/min: Impactos/minuto; El tiempo es medido en segundos.

### *5.5.2. Estudio VIII. Does physical fitness influence the technical-tactical performance indicators in a professional female basketball team?*

El baloncesto ha sufrido en los últimos años una evolución en gran medida debido a la mejora de la CF de los practicantes. Para ello, una de las estrategias más efectivas para conocer la CF de los jugadores es la de realizar valoraciones de los deportistas que aporten información sobre el estado físico, así como si el proceso de entrenamiento está consiguiendo la adaptación planificada (Bangsbo, 2008). En la literatura existen diferentes test para evaluar todos los aspectos relacionados con la CF del deportista (Mancha-Triguero et al., 2019a). En cuanto a la realización de valoraciones de CF, existen diferentes investigaciones que afirman la necesidad de realizar este tipo de pruebas varias veces durante la temporada y, que los resultados deben ser tenidos en cuenta tanto en la competición como en la planificación de los entrenamientos siguientes (Bangsbo, 2008).

Diferentes investigaciones han tenido como objetivo el análisis de la CF de los jugadores y su influencia en la competición (McGill et al., 2012), aunque existe controversia sobre los resultados obtenidos. En deportes de invasión, existen investigaciones que encontraron relación entre los Indicadores de Rendimiento técnico-tácticos con la capacidad aeróbica (Green et al., 2006), la fuerza, la potencia y la capacidad de sprint repetidos (Burr et al., 2008; Carbonell et al., 2009; Peyert et al., 2011). De manera específica en el baloncesto, (McGill et al., 2012) encontraron relación entre el rendimiento técnico-táctico con la agilidad y saltos horizontales. Además, (Zarić et al., 2018) confirmaron que existe relación entre Indicadores de Rendimiento técnico-táctico con una prueba de resistencia aeróbica y de velocidad de 20 metros. Por tanto, el nivel de CF del deportista puede ser una medida indirecta para conocer el desempeño que podría tener en competición.

Hasta donde se conoce, existe un bajo número de investigaciones que relacionen la CF y el rendimiento deportivo en jugadoras de baloncesto femenino. Por todo ello, el planteamiento de esta investigación fue conocer si existe relación entre la CF de las jugadoras de baloncesto de un equipo élite que compite en competición continental y los Indicadores de Rendimiento técnico-táctico que obtienen en la competición.

## Objetivo

Los objetivos de esta investigación fueron:

- i) Caracterizar la CF mediante test específicos de las jugadoras en función de la posición de juego (Base, Alero y Pívot).
- ii) Analizar las relaciones entre las variables de CF y los Indicadores de Rendimiento técnico-tácticos.

## Método

### Participantes

La muestra de esta investigación estuvo formada por 10 jugadoras pertenecientes a un equipo de baloncesto profesional en máxima competición nacional española y europea (edad:  $24\pm 3$  años; estatura:  $195\pm 1$  cm; masa corporal:  $93\pm 16$  kg; experiencia de juego profesional:  $5\pm 2$  años). El equipo realizó una batería de pruebas físicas. Todas las jugadoras y entrenadores fueron informados sobre el protocolo de investigación que fue desarrollado en base a las disposiciones éticas de la Declaración de Helsinki (2013), aprobado por el Comité de Bioética de la Universidad (233/2019).

La muestra de datos sobre los Indicadores de Rendimiento técnico-táctico se obtuvo de la página web oficial de la competición ([www.feb.es](http://www.feb.es)). La muestra de datos estuvo compuesta por los 26 partidos disputados por el equipo ( $n=210$  casos) durante la temporada pertenecientes al campeonato de Liga.

### Variables

La variable Puesto Específico (Base, Alero y Pívot) fue considerado como la variable independiente. Además, el resto de variables se agrupó en función del origen del que proceden (Test de CF).

En cuanto a las variables pertenecientes a los Test de CF, se analizaron siete variables: i) Eficacia técnico-táctica; ii) % FC Máxima; iii) Distancia recorrida; iv) Distancia recorrida a alta intensidad; v) Tiempo de salto; vi) Altura de salto; vii) Impulso en Fuerza G. Las variables seleccionadas han sido definidas y utilizadas en diferentes

investigaciones que comparten temática con el objeto de estudio de este trabajo (Reina et al., 2019b; Reina et al., 2019c; Mancha-Triguero et al., 2020a).

Por otro lado, en cuanto a las variables pertenecientes a los Indicadores de Rendimiento técnico-táctico, se analizaron un total de 18 variables de Indicadores de Rendimiento técnico-táctico de la competición. Las variables relacionadas con el resultado en competición son: i) Minutos de juego; ii) Total de Puntos; iii) Lanzamientos de 2 Puntos Anotados; iv) Lanzamientos de 2 Puntos Realizados; v) Lanzamientos de 3 Puntos Anotados; vi) Lanzamientos de 3 Puntos Realizados; vii) Lanzamientos de Tiros Libres Anotados; viii) Lanzamientos de Tiros Libres Realizados; ix) Rebotes Defensivos; x) Rebotes Ofensivos; xi) Rebotes Totales; xii) Asistencias; xiii) Balones Robados; xiv) Balones Perdidos; xv) Tapones a Favor; xvi) Tapones en Contra; xvii) Faltas a Favor; xviii) Faltas en Contra.

### Material e Instrumentos

Las jugadoras fueron equipadas con una banda de frecuencia cardíaca GARMIN® (Garmin Ltd., Lenexa, Kansas, Estados Unidos) y un dispositivo inercial WIMU PRO (RealTrack Systems, Almería, Spain). Además, se colocó un sistema de seis antenas a través de tecnología de Ultra Wide-Band (UWB) (Bastida-Castillo, Gómez-Carmona, la Cruz-Sánchez, Reche-Royo, Ibáñez, & Pino-Ortega, 2019) con el objetivo de crear un Sistema de Posicionamiento Local (LPS) y que la calidad de la información obtenida en los test de CF fuese de mayor calidad.

Las pruebas seleccionadas por el equipo investigador para valorar la CF de las deportistas forman parte de la Batería SBAFIT (Mancha-Triguero et al., 2019b). Los test realizados fueron los siguientes: i) Test de Abalakov (Bosco, 1994), ii) Test de Multisaltos (Mancha-Triguero et al., 2019b); iii) Test del Arco (Mancha-Triguero et al., 2019b); iv) Test Anaeróbico SIG/ANA (Ibáñez, Sáenz-López, & Gutiérrez, 1995b).

### Procedimiento

La organización para el orden de ejecución de las pruebas físicas se organizó en función de las demandas físicas y la vía energética que emplea el deportista para su realización. Primero, se realizan las pruebas que generan menor fatiga (Test de

Abalakov y Multisaltos) y la recuperación es más rápida. La última prueba es la que mayor fatiga y tiempo de recuperación requiere (Test SIG/ANA) (Mancha-Triguero, García-Rubio, & Ibáñez, 2019). Cada jugadora realizó una sesión de entrenamiento con el material empleado como familiarización con el material y el protocolo. Para realizar las diferentes pruebas, las jugadoras realizaron el calentamiento que realizan previo a un partido, puesto que, en ambas situaciones, el nivel de exigencias es máximo (Zarić et al., 2018; Mancha-Triguero, García-Rubio, & Ibáñez, 2019). Finalizado periodo de calentamiento, cada jugadora observó la demostración práctica de los test y realizaron una familiarización previa. Para los Indicadores de Rendimiento técnico-táctico de la competición, se analizaron todos los partidos de la competición de liga (26 partidos). La valoración de las pruebas de CF se llevó a cabo durante la primera semana del periodo competitivo (anterior a la primera jornada de liga). La elección del momento se debe a que todas las jugadoras habían realizado un periodo de pretemporada y se encontraban en buen estado físico. Los resultados de los Indicadores de Rendimiento técnico-táctico se obtuvieron al finalizar el campeonato a través de la plataforma digital del organizador de la competición.

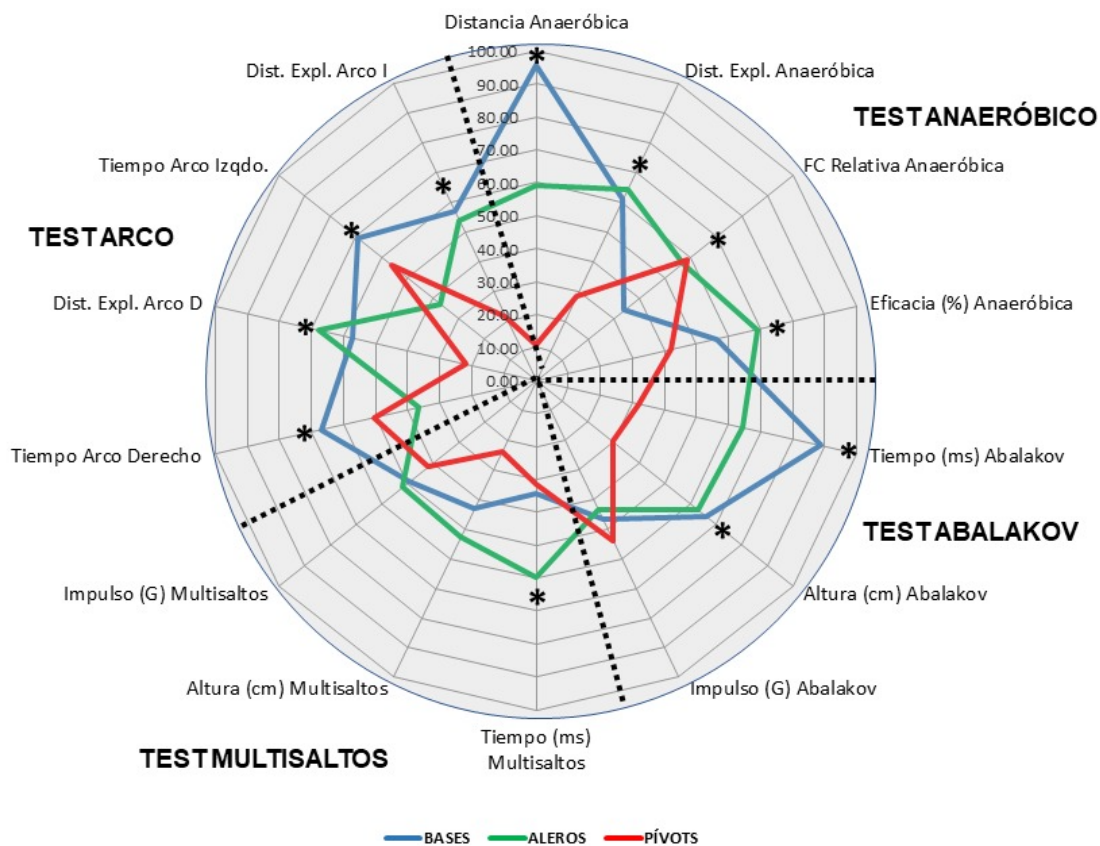
### Análisis de datos

En primer lugar, se realizó un análisis descriptivo (media y desviación estándar). En segundo lugar, se llevaron a cabo las pruebas de asunción de criterios (Field, 2009). Los resultados mostraron una distribución normal de datos, por lo que se realizaron pruebas paramétricas para contrastar las hipótesis. Para identificar las diferencias en las variables de los Indicadores de Rendimiento técnico-táctico relacionadas con el puesto específico (Base, Alero y Pívot), se realizó una ANOVA de un factor con *Post Hoc de Bonferroni* (Newell et al., 2014). Además, se realizaron correlaciones bivariadas entre las variables analizadas de forma general (sin tener en cuenta el puesto específico) mediante el coeficiente de correlación de *Pearson* con el propósito de buscar relaciones entre las variables de rendimiento físico y las variables de Indicadores de Rendimiento técnico-táctico. Finalmente, el Tamaño del efecto se calculó por pares a través de la *d de Cohen*, clasificando el valor como efecto bajo (0-0.2), efecto pequeño (0.2-0.6), efecto medio (0.6-1.2), efecto grande (1.2-2.0) y efecto muy grande (>2.0) (Hopkins et al., 2009) y la *Potencia Estadística* (Cárdenas, & Arancibia, 2014) que agrupa los valores en pequeña (>.10), mediana (>.25) y grande

(>.40). El software utilizado fue SPSS 24.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, EE. UU.). La significación se estableció en el valor de  $p < .05$  (Field, 2009). Por último, para el rendimiento físico se realizó un perfil normalizado a través de Z-Score para observar de manera visual los resultados obtenidos. El propósito Z-Score es estandarizar la desviación estándar que el valor está por encima de la media (O'Donoghue, 2013).

## Resultados

En la figura 38 se muestran los resultados normalizados de las pruebas de CF que realizaron las jugadoras que conformaron la muestra. En la figura se seleccionan las variables que pueden aportar una información más clara de cada una de las pruebas realizadas. Los resultados muestran diferencias significativas en todas las pruebas realizadas atendiendo al puesto específico. Como se observa, las jugadoras Base y Alero obtienen los mejores resultados en todas las variables analizadas.



(\* Existen diferencias significativas en la variable en función del puesto específico)

**Figura 38.** Resultados normalizados de las pruebas de valoración física en función del puesto específico.

La tabla 24 muestra los resultados de las pruebas seleccionadas y las diferencias significativas en función del puesto específico. Las jugadoras Base son las jugadoras que presentan más diferencias con el resto de posiciones en cuanto a los test seleccionados. En cuanto al tamaño del efecto, las variables que presentan un tamaño grande están relacionadas con la posición pivot (*ES b-p* y *ES a-p*). Estos valores confirman que las variables que obtienen tamaño del efecto grande presentan una gran diferencia significativa entre grupos. El resto de variables muestran un tamaño del efecto mediano o pequeño. Los resultados obtenidos en la prueba de potencia estadística muestran que las variables Distancia, Distancia Explosiva y Eficacia de la prueba anaeróbica, Impulso del test de multisaltos, y las Distancias Explosivas del test del Arco hacia derecha y hacia izquierda presentan una potencia estadística alta (<.40). El resto de variables analizadas muestran una potencia pequeña o mediana.

**Tabla 24.** Resultados de las pruebas de valoración física en función del puesto específico.

		Bases		Aleros		Pívots			eta <sup>2</sup>	ES (b-a)	ES (b-p)	ES (a-p)
		Media	SD	Media	SD	Mean	SD	Sig.				
Anaeróbico	Distancia	749.75	9.6	738.26	22.92	699.28	14.49	.000* <b>BΩ</b>	0.648	0.654	2.106	2.033
	Dist. Explosiva	138.85	22.06	136.15	13.11	106.37	19.07	.000* <b>BΩ</b>	0.522	0.149	1.575	1.820
	FC Relativa	85.55	2.19	93.1	5.53	92.37	2.73	.001* <b>ΔB</b>	0.271	-1.795	-2.756	0.167
	Eficacia (%)	93%	4.8	96.8	2.77	92.2	5.09	.023* <b>Ω</b>	0.424	-0.919	-1.844	1.123
ABK	Tiempo (ms)	576	8.48	578.5	52.86	465.33	82.65	.000* <b>BΩ</b>	0.225	-0.066	1.884	1.631
	Altura (cm)	40.65	1.2	41.3	7.59	27.1	9.16	.000* <b>BΩ</b>	0.215	-0.120	2.074	1.688
	Impulso (G)	2.61	0.1	2.36	0.29	3.42	3.29	.359	0.018	1.153	-0.348	-0.454
MJ	Tiempo (ms)	474	66.46	558.25	65.74	503	0	.016* <b>Δ</b>	0.367	-1.275	-0.617	1.189
	Altura (cm)	32.72	1.89	34.78	9.92	29.08	0	.457	0.083	-0.288	2.724	0.813
	Impulso (G)	4.13	0.36	4.24	0.98	3.75	0	.576	0.059	-0.149	1.493	0.707
Arco D	Tiempo (s)	4.68	0.13	4.39	0.27	4.71	6.47	.003* <b>ΔΩ</b>	0.383	1.369	-0.007	-0.070
	Dist. Explosiva	7.75	0.82	8.04	0.66	0.22	1.03	.000* <b>ΔΩ</b>	0.519	-0.390	0.889	0.940
Arco I	Tiempo (s)	4.82	0.21	4.44	0.28	4.71	0.29	.008* <b>ΔΩ</b>	0.333	1.535	0.434	-0.947
	Dist. Explosiva	9.28	0.08	9.23	0.96	8.08	0.55	.001* <b>ΔΩ</b>	0.44	0.073	2.053	1.470

**Anaeróbico:** Test Anaeróbico; **ABK:** Test de Abalakov; **MJ:** Test de Multisaltos; **Arco D:** Arco Derecho; **Arco I:** Arco Izquierdo; **Dist. Explosiva:** Distancia Explosiva; **Sig:** p; \*, p<.05; **Δ:** Diferencias significativas entre Bases y Aleros; **B:** Diferencias significativas entre Bases y Pívots; **Ω:** Diferencias significativas entre Aleros y Pívots; **ES (b-a):** Tamaño del Efecto (Base-Alero); **ES (b-p):** Tamaño del Efecto (Base-Pivot); **ES (a-p):** Tamaño del Efecto (Alero-Pivot).

La tabla 25 muestra los resultados obtenidos en el análisis de las relaciones entre las pruebas de CF y los Indicadores de Rendimiento técnico-tácticos. Los resultados de la investigación ponen de manifiesto la existencia de relaciones entre los resultados de las pruebas de valoración de la CF y los Indicadores de Rendimiento técnico-táctico. La prueba de capacidad anaeróbica está relacionada con los lanzamientos de

2 y 3 puntos, rebotes y tiros libres. Las pruebas de fuerza de tren inferior (test de Abalakov y test de Multisaltos) correlacionan con los taponos y con los tiros libres y rebotes. Por último, el test de fuerza centrípeta, en la prueba con sentido de giro hacia la derecha, los resultados obtienen correlación con los lanzamientos de 3 puntos, tiros libres y rebotes, mientras que, en el sentido del giro hacia la izquierda, los resultados muestran sólo correlación con la variable Tiros Libres Anotados.



**Tabla 25.** Resultados de las correlaciones bivariadas a través de Pearson de las variables de condición física y los indicadores de Rendimiento técnico-táctico de la competición.

	Min Puntos	L. 2		L. 3		T.L.		Reb.		Reb.		As		B. R.		B. P.		Tapones		Tapones		Faltas		Faltas	
		Anot.	Real.	Anot.	Real.	Anot.	Real.	Def.	Of.	Reb.	Tot	As	B. R.	B. P.	Favor	Contra	C.	R.							
Distancia	Pearson	.375	-.017	-.581	-.552	<b>.896*</b>	<b>.850*</b>	-.629	-.730*	-.770*	-.846*	-.821*	.510	.192	.087	-.696*	-.527	-.123	.255						
	Sig.	.320	.965	.101	.123	<b>.001</b>	<b>.004</b>	.070	<b>.026</b>	<b>.015</b>	<b>.004</b>	<b>.007</b>	.161	.621	.823	<b>.037</b>	.145	.752	.507						
Dist. Expl.	Pearson	.034	-.255	-.703*	-.704*	<b>.819*</b>	<b>.849*</b>	-.721*	-.914*	-.877*	-.831*	-.902*	.141	.484	-.263	-.486	-.326	-.091	.117						
	Sig.	.930	.508	<b>.035</b>	<b>.034</b>	<b>.007</b>	<b>.004</b>	<b>.029</b>	<b>.001</b>	<b>.002</b>	<b>.005</b>	<b>.001</b>	.718	.186	.494	.185	.391	.815	.764						
Eficacia	Pearson	.245	.345	.056	.127	.334	.170	-.287	.034	-.286	-.183	-.272	.308	.239	-.053	-.312	.518	.534	.061						
	Sig.	.525	.363	.886	.745	.379	.662	.454	.931	.456	.637	.479	.420	.536	.893	.414	.153	.139	.876						
HR Rel	Pearson	-.440	-.347	-.113	-.019	-.184	-.049	-.47	-.212	-.176	-.069	-.156	-.659	-.386	-.747*	.239	.140	.144	-.562						
	Sig.	.236	.361	.772	.961	.635	.900	.201	.584	.651	.860	.689	.054	.305	<b>.021</b>	.536	.720	.712	.115						
Tiempo Vuelo	Pearson	.431	.196	-.156	-.136	.496	.316	-.393	-.127	-.488	-.351	-.474	.291	-.066	-.021	-.900*	-.899*	-.464	-.232						
	Sig.	.247	.613	.689	.726	.175	.407	.295	.745	.182	.354	.198	.447	.866	.957	<b>.001</b>	<b>.001</b>	.208	.548						
Altura	Pearson	.374	.144	-.215	-.186	.53	.366	-.468	-.182	-.541	-.404	-.529	.269	-.08	-.065	-.876*	-.892*	-.411	-.240						
	Sig.	.322	.712	.578	.632	.142	.333	.204	.640	.133	.281	.143	.484	.837	.868	<b>.002</b>	<b>.001</b>	.272	.534						
Impulso (G)	Pearson	-.593	-.599	-.499	-.476	.075	.333	-.299	-.467	-.225	-.331	-.261	-.163	.206	-.321	.629	.610	.620	.264						
	Sig.	.092	.089	.171	.195	.848	.381	.435	.205	.56	.384	.497	.676	.596	.400	.070	.081	.075	.493						
Tiempo Vuelo (Avg)	Pearson	.060	-.021	.363	.229	-.665	-.711	.656	.732	.123	.727	.358	-.080	.231	-.236	-.154	.160	-.483	-.417						
	Sig.	.898	.965	.423	.622	.103	.073	.109	.061	.794	.064	.430	.865	.618	.610	.741	.731	.272	.352						
Altura (Avg)	Pearson	.079	.008	.397	.267	-.677	-.734	.666	<b>.757*</b>	.13	.747	.372	-.077	.225	-.240	-.161	.157	-.468	-.43						
	Sig.	.865	.987	.378	.562	.095	.060	.102	<b>.049</b>	.781	.053	.412	.869	.628	.604	.731	.737	.289	.336						
Impulso (Avg)	Pearson	-.454	-.602	-.522	-.482	-.017	.137	-.587	-.172	-.908*	-.241	-.786*	-.442	-.761*	-.650	-.274	-.399	-.459	-.735						
	Sig.	.306	.152	.230	.273	.971	.770	.166	.712	<b>.005</b>	.603	<b>.036</b>	.321	<b>.047</b>	.114	.553	.375	.300	.060						
Tiempo Arco D	Pearson	-.347	-.489	-.150	-.135	-.337	-.231	-.016	.414	.279	.114	.249	-.077	-.629	-.082	.140	-.124	-.223	-.142						
	Sig.	.361	.181	.701	.729	.375	.549	.967	.268	.467	.771	.518	.844	.07	.834	.719	.751	.564	.715						
Dist. Expl. Arco D	Pearson	.148	-.122	-.560	-.514	<b>.736*</b>	<b>.773*</b>	-.594	-.711*	-.852*	-.744*	-.860*	.388	.266	-.159	-.409	-.213	.269	.149						
	Sig.	.704	.755	.116	.157	<b>.024</b>	<b>.015</b>	.092	<b>.032</b>	<b>.004</b>	<b>.022</b>	<b>.003</b>	.302	.489	.684	.274	.581	.485	.702						
Tiempo Arco I	Pearson	.393	.166	.342	.253	-.388	-.39	<b>.739*</b>	.527	.598	.393	.571	.374	-.154	.553	-.008	.182	-.468	.292						
	Sig.	.295	.669	.367	.511	.302	.300	<b>.023</b>	.145	.089	.295	.109	.321	.693	.123	.984	.64	.204	.446						
Dist. Expl. Arco I	Pearson	.574	.299	-.186	-.188	.648	.505	-.326	-.379	-.409	-.537	-.458	.515	.586	.089	-.634	-.555	.023	.389						
	Sig.	.106	.434	.632	.628	.059	.166	.392	.314	.275	.136	.215	.156	.097	.820	.067	.098	.954	.301						

\*Sig: <math>p</math> valor .05; L. 2 Anot: Lanzamientos de 2 Puntos Anotados; L. 2 Real: Lanzamientos de 2 Puntos Realizados; L. 3 Anot: Lanzamientos de 3 Puntos Anotados; L. 3 Real: Lanzamientos de 3 Puntos Realizados; T. L. Anot: Tiros Libres Anotados; T. L. Real: Tiros Libres Realizados; Reb. Def: Rebote Defensivo; Reb. Of: Rebote Ofensivo; Reb. Tot: Rebotes Totales; As: Asistencias; B. R: Balones Robados; B. P: Balones Perdidos; Faltas C: Faltas Comedidas; Faltas R: Faltas Recibidas; Dist. Expl: Distancia Explosiva (>15km/h); HR Rel: % Frecuencia Cardíaca Máxima; Impulso (G): Impulso realizado medido en Fuerzas G.



# *CAPÍTULO 6. DISCUSIÓN*





*“Reunirse es un comienzo;  
permanecer juntos es un progreso;  
trabajar juntos asegura el éxito”.*

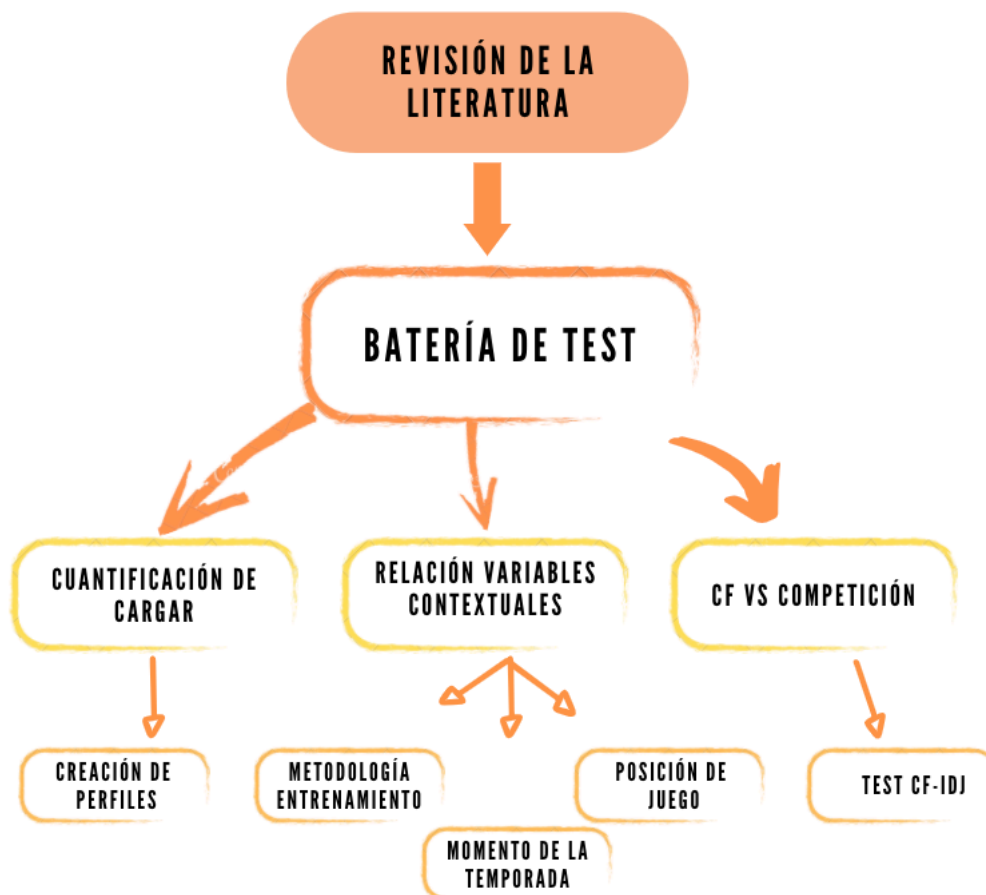
**Henry Ford**

Fundador de Ford Motor Company



## CAPÍTULO 6. DISCUSIÓN

A lo largo de este capítulo, se expone la discusión de los resultados obtenidos en las diferentes investigaciones que conforman esta Tesis Doctoral. En este capítulo se confrontan los resultados obtenidos con las investigaciones que existen en la literatura. Los diferentes estudios llevados a cabo durante esta Tesis Doctoral han contribuido al desarrollo de conocimiento, aportando nociones a la preparación física de jugadores de baloncesto. Para ello, se han desarrollado un conjunto de investigaciones con un objetivo similar y común. Este objetivo es Analizar las demandas que soportan los jugadores de baloncesto de diferentes edades y sexo durante un conjunto de test de valoración de la CF. Con esta idea principal, se desarrollan los siguientes objetivos específicos a partir de los que se forma esta discusión.



**Figura 39.** Resumen de la discusión abordada en la Tesis Doctoral

El primer objetivo fue realizar una revisión de la temática a investigar con la finalidad de conocer el estado en el que se encontraba el tópico seleccionado. Conocida la heterogeneidad de los test empleados en las evaluaciones de la CF en jugadores de baloncesto, en segundo lugar se procedió a diseñar un instrumento que facilitase el análisis de la CF a través de test de campo específicos para el deporte del baloncesto y que la batería de test diseñada fuese empleada por los preparadores físicos o entrenadores. Seguidamente, se evaluó a diferentes jugadores de baloncesto a través de los test diseñados y se realizaron perfiles en función de la edad y sexo. Además, se caracterizó la CF de los jugadores atendiendo a diferentes variables contextuales como son el momento de la temporada, la posición y metodología de entrenamiento que seguían. Por último, se buscaron relaciones entre diferentes test de CF y su implicación en los Indicadores de Rendimiento de una competición profesional.

### **6.1. Mostrar la evidencia científica sobre los test de condición física.**

El objetivo principal del presente estudio fue identificar las pruebas utilizadas para analizar la CF en jugadores de baloncesto y agruparlas en función de la habilidad que evalúan. Sobre este objeto de investigación se realizó una revisión sistemática de los artículos publicados para obtener una lista de las pruebas más utilizadas por los investigadores para evaluar a los jugadores de baloncesto. Los principales resultados muestran que hasta la fecha existe variedad entre los documentos en cuanto a las pruebas elegidas para evaluar la aptitud física en jugadores de baloncesto.

#### *Capacidad aeróbica*

En las competiciones de baloncesto, las vías de energía utilizada por el deportista se superponen (Scanlan et al., 2014), el objetivo principal de la capacidad aeróbica es la resíntesis de la fosfocreatina y eliminar la concentración de lactato en sangre del músculo en ejercicio (Chaouachi et al., 2009). Así, para evaluar la capacidad aeróbica en la mayoría de los casos, los investigadores utilizan pruebas generales y no específicas (Štrumbelj et al., 2015). Esta tendencia tiene como finalidad poder comparar muestras de diferentes deportes, obteniendo información sobre el deporte o especialidad deportiva donde la calidad analizada tiene mayor importancia. Las pruebas que se encuentran en esta categoría son la prueba YO-YO IR1 (Ziv, & Lidor, 2009; Castagna et al., 2009; Veale et al., 2010; Abdelkrim et al., 2010; Vernillo et al.,

2012; Fort Vanmeerhaeghe et al., 2016; Gomes et al., 2017; Moraes et al., 2017), pruebas graduales de velocidad en cinta (Graded Treadmill Test) (Apostolidis et al., 2010; Boone, & Bourgois, 2013; Boone et al., 2014; Štrumbelj et al., 2015; García-Tabar et al., 2015) y 20m Shuttle Run Test (Abdelkrim et al., 2010; Gharbi et al., 2015; Štrumbelj et al., 2015; Pion et al., 2015).

A diferencia de las pruebas mencionadas anteriormente, existen pruebas específicas de campo de baloncesto con altos grados de validez como la Prueba Aeróbica SIG/AER (Ibáñez et al., 1995a) y la Prueba Tivre-Basket (Vaquera et al., 2016). Estas pruebas específicas se caracterizan por incluir elementos formales y funcionales del baloncesto e implicar acciones técnico-tácticas basadas en la actividad del baloncesto. La prueba SIG/AER consiste en completar el mayor número de circuitos posibles durante 12 minutos. En cada circuito los jugadores corren hacia delante botando el balón, corren botando el balón, tiran a la canasta, realizan la acción de rebote, corren hacia atrás, realizan movimientos defensivos y hacia delante corriendo sin balón. La prueba Tivre-Basket consiste en realizar una carrera cada vez más rápida en las líneas de la cancha con la ayuda de una señal auditiva. Los participantes deben ajustar su velocidad al ritmo marcado por la señal. La gran similitud de las pruebas específicas con el deporte permite valorar la carga que experimenta el jugador al realizar elementos técnico-tácticos durante el máximo esfuerzo en competición (Salinero et al., 2013).

### *Capacidad anaeróbica*

Durante la competición, hay momentos en los que se obtiene energía a través de la vía anaeróbica del jugador (Narazaki et al., 2009), para poder realizar acciones explosivas esporádicas que en ocasiones se realizan de forma consecutiva durante cortos periodos de tiempo con intervalos de descanso (Drinkwater et al., 2008). Se han identificado dos grupos de pruebas que se utilizan con jugadores de baloncesto, específicas y no específicas. Las pruebas no específicas utilizadas son el Test de Suicidios (Hoare, 2000; Delextrat, & Cohen, 2008; Fort Vanmeerhaeghe et al., 2016), el Test RSA (Montgomery et al., 2008; Jakovljevic et al., 2012; Štrumbelj et al., 2015; Gharbi et al., 2015; Pion et al., 2015; Fort Vanmeerhaeghe et al., 2016; Steinberg et al., 2016; Calleja-González et al., 2016; Gonzalo-Skok et al., 2017), el Test de Wingate (Apostolidis et al., 2004; Delextrat, & Cohen, 2008; Zupan et al., 2009; Gharbi et al.,



2015) y el Graded Test (Gharbi et al., 2015; Calleja-González et al., 2016; Vaquera, & Vila, 2016). Estas pruebas se utilizan para poder comparar poblaciones o deportistas de diferentes deportes. En resumen, al tratarse de pruebas generales, sus resultados son válidos y fiables, pero en ocasiones no valoran las necesidades específicas del respectivo deporte.

Solo se encontró una prueba de campo específica en la literatura para el baloncesto, la Prueba Anaeróbica SIG/ANA (Ibáñez et al., 1995b). La diferencia entre esta prueba y las mencionadas anteriormente es que tiene elementos técnicos y tácticos propios del deporte, un alto grado de validez y las exigencias son similares a las del deporte durante la competición (Salinero et al., 2013). La prueba consta de cinco periodos de un minuto con un minuto de descanso entre periodos. Durante el período de actividad, el jugador corre hacia adelante sin balón y con balón, ejecuta lanzamientos a canasta, corre hacia atrás y realiza movimientos defensivos y acciones de rebote.

La similitud de la prueba específica con el deporte permite comprender las demandas que enfrenta el jugador durante la competición (Salinero et al., 2013).

#### *Capacidad de salto (Fuerza Tren Inferior).*

El baloncesto es un deporte complejo formado por diferentes aspectos que repercuten tanto en la práctica como en los requerimientos que soportan los jugadores, siendo la capacidad de generar fuerza en el tren inferior una habilidad imprescindible (Ziv, & Lidor, 2009). Para analizar la capacidad de salto o la fuerza de los miembros inferiores, la revisión de la literatura reveló diferentes pruebas. Algunos autores optaron por el Counter Movement Jump Test (CMJ) como estándar de oro (Hoare, 2000; Matavulj et al., 2001; Ostojic et al., 2006; Bloomfield et al., 2007; Delextrat, & Cohen, 2008; Ziv, & Lidor, 2009; Zupan et al., 2009; Castagna et al., 2009; Pion et al., 2015; Calleja-González et al., 2016; Gomes et al., 2017; Gonzalo-Skok et al., 2017; Torres-Unda et al., 2016; Puente et al., 2017; Ramos et al., 2018; Doma et al., 2018), sin embargo, otros prefirieron el Squat Jump (SJ) (Hoare, 2000; Ostojic et al., 2006; Delextrat, & Cohen, 2008; Ziv, & Lidor, 2009; Abdelkrim et al., 2010; Bone, & Bourgois, 2013; Pareja-Blanco et al., 2016). Con respecto a las pruebas inespecíficas se encontraron en la literatura las siguientes: Prueba Isocinética (Delextrat, & Cohen, 2008; Bone, & Bourgois, 2013), Prueba de máxima fuerza en los extensores de rodilla (Delextrat, &

Cohen, 2008), Prueba de Salto de Pierna Rígida (SLJ) (Bloomfield et al., 2007; Castagna et al., 2009) y Saltos Horizontales (Abdelkrim et al., 2010). Sin embargo, pocos documentos se refieren al Test de Abalakov (ABK) (Ramos et al., 2018) o al Salto Contra Movimiento con Balanceo de Brazo (CMJas), siendo ambos los más específicos y similares a la técnica utilizada en la práctica deportiva y por tanto los óptimos para analizar capacidad de salto en baloncesto donde imitan la acción natural de saltar para realizar un rebote, una de las acciones más habituales en competición. Los saltos para hacer rebotes defensivos e intimidar al oponente usando bloqueos discriminan entre los equipos ganadores y perdedores en el transcurso de una temporada (Castagna et al., 2008).

#### *Velocidad de Desplazamiento*

Para evaluar la velocidad de desplazamiento se pueden utilizar diferentes pruebas en jugadores de baloncesto. En cuanto a las pruebas específicas, algunos autores prefieren la prueba de velocidad de 20 m (Hoare, 2000; Delextrat, & Cohen, 2008; Abdelkrim et al., 2010; Jakovljevic et al., 2012; Scanlan et al., 2014; Gharbi et al., 2015; Fort Vanmeerhaeghe et al., 2016; Torres-Unda et al., 2016; Gomes et al., 2017; Doma et al., 2018; García-Gil et al., 2018), mientras que otros eligen pruebas de distancia más corta como la de 5 o 10 m (Hoare, 2000; Abdelkrim et al., 2010; Jakovljevic et al., 2012; Boone, & Bourgois, 2013; Scanlan et al., 2014), o la prueba de V Cut (Gonzalo-Skok et al., 2017).

Con respecto a las pruebas no específicas, existen estudios que evalúan la velocidad en distancias de 25 metros o más (Abdelkrim et al., 2010; Pion et al., 2015; Gonzalo-Skok et al., 2017). Las pruebas en estas distancias son innecesarias y no específicas dadas las características del deporte, puesto que la cancha tiene una longitud máxima de 28 m.

La existencia de un factor que predice el rendimiento se demuestra por la capacidad de realizar sprints consecutivos repetidos con una recuperación de menos de 15 segundos (Peyer et al., 2011), ya que los equipos que pueden realizar este tipo de acciones con mayor facilidad pueden realizar una serie más larga de esfuerzos consecutivos contribuyendo a un nivel de juego más intenso y, por tanto, de mejor calidad. Así, una de las pruebas que se deben administrar para evaluar la velocidad

lineal es la prueba de Capacidad de Sprint Repetido (RSA), teniendo en cuenta la distancia elegida, el número de repeticiones y el tiempo de recuperación entre repeticiones (Ibáñez et al., 2008; Chaouachi et al., 2009).

### *Agilidad*

Jugar un deporte de invasión en una cancha pequeña significa que los jugadores tienen que ser ágiles, puesto que necesitan realizar una serie de acciones en el menor tiempo posible y con la oposición del equipo rival. Así, la agilidad es una cualidad que se debe tener en cuenta y entrenar en los jugadores de baloncesto (Abdelkrim et al., 2010). Las pruebas que evalúan la agilidad en los jugadores de baloncesto se pueden dividir según su especificidad, es decir, si abordan los aspectos formales y funcionales del deporte. Las pruebas de baloncesto no específicas citadas en la muestra de investigación son la prueba de Zig-Zag/ Recoger la pelota (Veale et al., 2010; Jakovljevic et al., 2012), la Prueba de evaluación de la agilidad de habilidad abierta / cerrada (Scanlan et al., 2014) y caminar hacia atrás en diferentes situaciones (Pion et al., 2015). Las pruebas específicas utilizadas por los investigadores incluyen el T-Test como estándar de oro (Bloomfield et al., 2007; Delextrat, & Cohen, 2008; Abdelkrim et al., 2010a; Abdelkrim et al., 2010b; Jakovljevic et al., 2012; Fort Vanmeerhaeghe et al., 2016; Gomes et al., 2017) donde el jugador tiene que recorrer un circuito en forma de T con el objetivo de moverse en todas direcciones en el menor tiempo posible, avanzando, de lado y hacia atrás (situación similar a la que se da en un juego real), y el Test COD (Gonzalo-Skok et al., 2017; Puente et al., 2017; García-Gil et al., 2018) en el que el deportista realiza diferentes cambios de dirección de 45° previamente establecidos en los que simula una sprint en competición que en ocasiones, debe sobreponerse a rivales.

El análisis de los documentos seleccionados para componer la muestra confirma que, habiendo identificado y agrupado las pruebas encontradas, no existe un uso generalizado de pruebas específicas de baloncesto para evaluar la aptitud física de los jugadores de baloncesto. La mayoría de las pruebas encontradas son de carácter general con el objetivo de comparar sujetos de diferentes deportes o en diferentes condiciones.

## **6.2. Conocer los diferentes test que conforman la batería de test diseñada.**

En este apartado se mencionan los test que conforman la batería diseñada para evaluar la CF de manera integral del jugador de baloncesto a través de test de campo específicos.

#### *Capacidad Aeróbica*

El test propuesto que evalúa esta capacidad de manera más óptima siguiendo el criterio de especificidad para el deporte del baloncesto es el Test Aeróbico SIG/AER (Ibáñez et al., 1995a). La elección del test se debe a la similitud con la propia competición, debido a que utiliza un mayor número de elementos formales del juego (terreno de juego, balón y elementos tácticos-técnicos del propio deporte).

#### *Capacidad Anaeróbica*

El test propuesto que evalúa esta capacidad de manera más óptima siguiendo el criterio de especificidad para el deporte del baloncesto es el Test Anaeróbico SIG/ANA (Ibáñez et al., 1995b). La elección del test se debe a la similitud con la propia competición. Para el desarrollo de esta prueba, el deportista se enfrenta a una gran cantidad de elementos formales y técnico-tácticos en los que se simula la propia competición.

#### *Fuerza de Tren Inferior*

Para la capacidad de Salto, la evaluación de esta capacidad está formada por dos pruebas. Por un lado, el deportista realiza un test de Salto Abalakov (ABK) o Counter Movement Jump with Swing Arm (CMJsa) (García-Gil, et al., 2018). Por otro lado, el otro test seleccionado para evaluar la capacidad de salto y la tolerancia a la fatiga es el test de Multisaltos (Imai, Kaneoka, Okubo, & Shiraki, 2016).

#### *Velocidad de Desplazamiento*

Para evaluar la velocidad de desplazamiento del deportista, se propone realizar un test Repeat Sprint Ability (RSA) (Pion et al., 2015). La elección de evaluar esta capacidad se debe a que el baloncesto es un deporte interválico en el que se encadenan esfuerzos máximos con recuperaciones incompletas (Jakovljevic et al., 2012).

#### *Agilidad*

De los test que se encuentran en la literatura, el test que reúne las características más similares a los requerimientos que se encuentra el jugador durante la práctica del baloncesto es T Test (Fort-Vanmeerhaeghe, Montalvo, Latinjak, & Unnithan, 2016), debido a que el test evalúa diferentes tipos de desplazamientos que se realizan de manera específica durante la competición.

### *Fuerza Centrípeta*

Revisada la literatura, no existe un test que evalúa de manera específica la fuerza centrípeta en jugadores de baloncesto. Para ello, en el diseño del instrumento planteado en esta Tesis Doctoral, se ha diseñado un test que evalúa esta habilidad sobre el terreno de juego que se llama Test del Arco (Mancha-Triguero et al., 2019b).

El test propuesto que evalúa esta capacidad de manera más óptima siguiendo el criterio de especificidad para el deporte del baloncesto es el Test del Arco. Esta propuesta busca aunar el mayor número de elementos formales del deporte. Para ello, se realizará el Test del Arco tanto en su versión general como en su versión específica.

### **6.3. Cuantificación de las demandas físico-fisiológicas.**

El objetivo de los estudios que conforman este apartado fueron caracterizar las demandas físico-fisiológicas de diferentes habilidades relacionadas con el baloncesto en diferentes edades del baloncesto y entre jugadores y jugadores de baloncesto. Además, se pretendió identificar las diferencias de género según la edad. Los principales resultados mostraron la existencia de diferencias significativas en las habilidades analizadas entre los jugadores que conforman la muestra en función de la edad y el sexo.

### *Capacidad aeróbica*

Todos los grupos de variables analizados presentan diferencias significativas según edad y sexo. La variable Lanzamientos está directamente relacionada con Partes de Circuitos y Distancia (m), puesto que se realiza un lanzamiento cada 12 Partes de Circuitos en la prueba de capacidad aeróbica. Por tanto, cuanto mayor sea el número de partes de circuitos (mayor distancia recorrida), mayor será el número de

lanzamientos. Relacionado con este último, (Abdelkrim et al., 2010) describieron que un jugador recorre entre 6000 y 7500 metros durante un partido en función del nivel, la edad o la posición específica (ligado a factores antropométricos). En esta investigación, los jugadores masculinos recorren alrededor de 2000 metros en una prueba de 12 minutos, mientras que en el género femenino la distancia recorrida durante la prueba es de aproximadamente 1800 metros. Si la distancia recorrida durante la prueba se extrapola a la duración de un partido, los resultados coinciden con los existentes en la literatura (Abdelkrim et al., 2010). En esta línea, se puede afirmar que el nivel aeróbico de los jugadores masculinos es Medio o Medio-Alto, mientras que el nivel de las jugadoras se clasifica como Medio o Medio-Bajo (Ibáñez et al., 2019). En cuanto a las diferencias de género, no se identifican diferencias significativas entre jugadores masculinos y femeninos de la misma edad en la prueba aeróbica.

Sin embargo, en la variable Eficacia, existen diferencias entre los jugadores Sub14 vs Sub16 y Sub14 vs Sub18 en ambos sexos. El porcentaje de anotación puede verse influido por diferentes aspectos como el nivel técnico o la fatiga (Padulo et al., 2015). En esta línea, Ibáñez y colaboradores (2019) definieron los valores de eficacia que deben tener los jugadores según la edad y la capacidad de ser evaluados durante la prueba. En la prueba aeróbica, los jugadores masculinos de la muestra obtienen el valor de Regular o Regular-Bueno, mientras que las jugadoras obtienen valores Malo o Malo-Regular. Una menor Eficiencia en deportistas más jóvenes puede deberse a la etapa en la que se encuentran (pubertad), que se caracteriza por un crecimiento de segmentos corporales que puede estar ligado a una descompensación motora y un menor nivel técnico-táctico. En esta investigación, los resultados muestran que los deportistas masculinos que tienen mayor valor en las variables de carga interna objetiva (FC) coinciden con los deportistas que tienen menor Eficacia durante la prueba. La mejor forma física incide directamente en la eficacia técnico-táctica. En cuanto a las jugadoras, los resultados no coinciden con los encontrados en el género masculino y pueden deberse al nivel técnico de las jugadoras. Existen diferencias significativas entre jugadores masculinos y femeninos en la categoría Sub16 en la variable Anotación y en Sub 18 en la variable Eficacia. Estas diferencias pueden deberse a que los jugadores masculinos soportan menores exigencias durante el desarrollo de las pruebas ante el mismo estímulo que las jugadoras. Una menor

exigencia puede provocar menos fatiga lo que repercute en la técnica del lanzamiento y, por tanto, en el resultado (Padulo et al., 2015).

Los resultados obtenidos brindan información relevante sobre los jugadores masculinos ya que presentan diferentes demandas de las atletas femeninas durante la prueba aeróbica. En las variables de aceleración y desaceleración, así como, en las variables relativizadas por minuto, los jugadores masculinos Sub16 obtienen los valores más altos, mientras que los jugadores Sub 18 son los que los obtienen en el género femenino. En la línea anterior, Ibáñez et al. (2008) definieron que las acciones explosivas o de alta intensidad son un predictor del rendimiento, siendo el equipo ganador el que realiza mayor número de acciones ya que el baloncesto es un deporte de alta intensidad con continuos cambios de dirección (Erculj et al., 2008). En el test aeróbico, existen diferencias significativas entre jugadores y jugadoras de las categorías Sub14 y Sub18 en todo el grupo de variables cinemáticas de acelerometría.

Relacionado con el párrafo anterior, tanto las aceleraciones como las variables neuromusculares inciden en la carga del deportista. En esta línea, existen diferencias significativas entre jugadores masculinos y femeninos en las categorías Sub16 y Sub18 en las variables Impactos y PlayerLoad/minuto, mientras que en PlayerLoad solo existen diferencias significativas entre jugadores masculinos y femeninos Sub18. La variable Impactos obtiene sus valores por el producto de las fuerzas G que sufre el deportista. Por tanto, los deportistas con mayor antropometría (jugadores masculinos) obtienen mayor valor en la variable. En las variables PlayerLoad y PlayerLoad/minuto, el valor se calcula como resultado de la acelerometría que soportan los atletas en función de sus movimientos. Aunque las atletas femeninas dan un rendimiento físico más elevado durante la competición, el resultado final del apartado físico es menor que el de los jugadores masculinos (Scalan, Dascombe, Kidcaff, Peuker, & Dalbo, 2015) debido a factores relacionados con la eficiencia física (hombres mayor eficiencia que mujeres en CF).

Las causas de las diferencias mencionadas en este apartado pueden deberse a la relación con otras variables analizadas como la distancia recorrida ya que cuanto mayor sea la distancia, mayor será el número de acciones interválicas que realizará el deportista porque el circuito realizado se repite sistemáticamente. Además, la



literatura afirma que estas diferencias existen debido a factores relacionados con la maduración y el crecimiento, ya que el VO<sub>2</sub>max relativo (dependiendo del peso) es un indicador óptimo de las capacidades fisiológicas de los deportistas (Štrumbelj et al., 2015). Estas diferencias se deben principalmente al hecho de que los jugadores masculinos realizan acciones más intensas durante la temporada que las jugadoras (Ziv, & Lidor, 2009). Las diferencias entre géneros pueden ser resultado de la maduración (ligada a aspectos relacionados con la fuerza) o de la morfología de los deportistas (antropometría).

Por último, existen numerosos estudios que destacan la importancia de una capacidad aeróbica bien desarrollada en los jugadores de baloncesto para la recuperación de muchas acciones de alta intensidad que se acumulan durante la práctica (Scalan et al., 2015), con descansos incompletos. Además, la prueba realizada enfrenta a los deportistas a exigencias similares a las que encuentran durante la competición. Por tanto, durante la competición, el deportista se encuentra en valores similares a los obtenidos en la prueba, cercanos al 90% de la FC Max (García-Tabar et al., 2015). Estas diferencias afectan la producción de VO<sub>2</sub>max puesto que es mayor según la edad al estar relacionada con el desarrollo y el aumento del tamaño corporal (McInnes et al., 1995). En el Porcentaje de la Frecuencia Cardíaca Máxima (% FC Máx.), todos los jugadores se encuentran en valores superiores al 75% de FCMáx. Durante la prueba aeróbica (Struzik et al., 2014).

### *Capacidad anaeróbica*

Al igual que en la prueba de capacidad aeróbica, todos los grupos de variables analizados presentan diferencias significativas según edad y sexo. En este sentido, la variable Lanzamientos está directamente relacionada con Partes de Circuitos y Distancia (m), puesto que se realiza un lanzamiento cada 4 Partes de Circuitos. Por tanto, cuanto mayor sea el número de partes de circuitos, mayor será el número de lanzamientos. Al igual que en la prueba aeróbica, esta investigación muestra diferencias entre jugadores Sub14 vs Sub16 y Sub14 vs Sub18 en ambos sexos. La literatura afirma que estas diferencias se deben a factores relacionados con la maduración y el crecimiento (Ramos et al., 2018). En este caso, la muestra analizada de jugadores masculinos se encuentra en un nivel Medio, mientras que las jugadoras se encuentran en un nivel Medio y Medio-Alto (Ibáñez et al., 2019). Además, existen

diferencias significativas entre géneros en las categorías Sub14, Sub16 y Sub18 tanto en la variable Partes de circuitos como en la variable Distancia. Estas diferencias confirman los resultados encontrados en la literatura donde los hombres recorren una mayor distancia a alta intensidad, mientras que las mujeres realizan un mayor volumen de demandas (Ziv, & Lidor, 2009; Calleja-González, Leibar, & Terrados, 2008).

En cuanto a la variable Eficacia, al igual que en el test aeróbico, existen diferencias entre jugadores de distintas categorías y en ambos sexos. El porcentaje de puntuación puede verse influido por diferentes aspectos como el nivel técnico o la fatiga (Padulo et al., 2015). En esta línea, (Ibáñez et al., 2019) definieron los valores de eficacia que los jugadores Sub14 y Sub16 masculinos y femeninos obtienen valores superiores a Muy Bueno, mientras que los jugadores Sub18 de cada género obtienen un valor Bueno. En relación a las variables de FC, al igual que en la prueba aeróbica, los jugadores masculinos que obtienen el mayor valor en estas variables, son los jugadores que obtienen el menor valor de Eficacia en el lanzamiento de la prueba. Sin embargo, en las jugadoras esto no ocurre y no hay relación y puede deberse a factores relacionados con el nivel técnico.

Los resultados de las Variables Cinemáticas Relacionadas con la Acelerometría están en línea con lo mencionado anteriormente puesto que, en la prueba de capacidad aeróbica, (Ibáñez et al., 2008) definen que las acciones explosivas o de alta intensidad son un predictor del rendimiento, siendo el equipo ganador el que realiza mayor número de acciones debido a ser un deporte de alta intensidad con continuos cambios de dirección (Erculj et al., 2008). En cuanto a los resultados obtenidos, tanto los obtenidos en aceleraciones y desaceleraciones como en los relativizados por minuto, muestran diferencias que pueden deberse a la distancia recorrida durante la prueba. Además, existen diferencias significativas entre géneros en las categorías Sub14, Sub16 y Sub18 en Aceleraciones y Aceleraciones/minuto, mientras que en Deceleraciones y Deceleraciones/minuto solo existen diferencias significativas entre jugadores masculinos y femeninos en Sub16 y categorías Sub18. Estas diferencias se deben principalmente al hecho de que los jugadores masculinos realizan acciones más intensas que las jugadoras (Ziv, & Lidor, 2009). Las diferencias entre géneros pueden ser resultado de la maduración (ligada a aspectos relacionados con la fuerza) o de la morfología de los deportistas (antropometría).

Los resultados en variables neuromusculares muestran diferencias significativas en la variable Impactos entre todas las categorías. Estas diferencias se deben en gran medida a la diferencia entre los aspectos antropométricos (McGill et al., 2012) de los atletas debido a su desarrollo o maduración (Ramos et al., 2019). Los jugadores que soportan más impactos durante una competición o una prueba de aptitud física tienen más probabilidades de lesionarse durante la temporada (McGill et al., 2012). Por ello, al igual que en la capacidad aeróbica, las variables neuromusculares y las relacionadas con la acelerometría, son un claro indicador de fatiga neuromuscular que se debe tener en cuenta durante la competición o entrenamiento, para no provocar al deportista un periodo de sobre entrenamiento que provoque un déficit de rendimiento temporal (Clearly, & Zimmerman, 2001). Además, la variable Impactos esté relacionada con la antropometría del deportista.

Si bien las atletas femeninas dan un rendimiento más físico durante la competición debido al volumen de demandas. Sin embargo, la intensidad de los jugadores masculinos es mayor, siendo esta diferencia clave en el rendimiento final de la competición (Scalan et al., 2015). Para ello, la importancia del análisis de estas dos capacidades se debe a que la capacidad anaeróbica predice mejor el rendimiento que la capacidad aeróbica (Hoffman, Tenenbaum, Maresh, & Kraemer, 1996). Por el contrario, (Narazaki et al., 2009) mostraron una correlación positiva entre la aptitud aeróbica y el nivel de juego tanto en el género masculino como en el femenino. Estas diferencias encontradas en la literatura muestran la relevancia de realizar pruebas de aptitud física en deportistas en ambas capacidades.

#### *Velocidad de Desplazamiento*

Los resultados obtenidos en el test de velocidad (5x14 m) mostraron diferencias significativas basadas en edad y sexo. En cuanto a las variables cinemáticas relacionadas con el tiempo de ejecución del sprint, se observó que varía según la edad. Los jugadores mayores cubrieron la distancia en menos tiempo puesto que su intensidad es mayor. Coincidiendo con estos hallazgos (Ramos et al., 2019), debido a la influencia que tiene el desarrollo evolutivo en diferentes aspectos relacionados con la CF. En esta línea, el desarrollo de la capacidad anaeróbica está relacionado con el desarrollo físico de el deportista (Jakovljevic et al., 2012).

Este proceso evolutivo del deportista influye en el desarrollo de fuerza de forma limitante debido a que su relación con la pubertad provoca cambios en el tamaño y área de la sección transversal del músculo, afectando la contracción del músculo y, por lo tanto, la aplicación de fuerza (Isler, Ariburun, Ali, Aytar, & Tandogan, 2008). Estos hallazgos confirman que estado físico y fisiológico del deportista va a estar influenciado por las diferencias individuales con la finalidad de individualizar el proceso de entrenamiento, puesto que sus respuestas serán diferentes ante un mismo estímulo. Con respecto a variables analizadas según el sexo, los resultados obtenidos mostraron diferencias significativas en la mayoría de las variables, con diferencias entre sexos en velocidad de sprint y capacidad de aceleración, la causa es que la producción de fuerza está determinada por el sexo del atleta. Además, biológicamente, los jugadores masculinos tienen una mayor cantidad de fibras de tipo II y las reclutan en mayor medida.

Estas diferencias confirman que la producción de fuerza está influenciada por el sexo del atleta, siendo común que los jugadores varones tengan un mayor número de fibras de tipo II. Esta diferencia morfológica es un factor determinante en la producción de fuerza y potencia (Sekulic, Spasic, Mirkov, Cavar, & Sattler; 2013; Rice, Goodman, Capps, Triplett, Erickson, & McBride, 2016). En consonancia con las afirmaciones mencionadas y la importancia de velocidad en el rendimiento en baloncesto, (Haj-Sassi, Dardouri, Yahmed, Gmada, Mahfoudhi, & Gharbi, 2009) confirmaron que la velocidad lineal es un factor importante en el desarrollo del rendimiento en jugadoras, no siendo tan determinante en jugadores masculinos. Estas diferencias en las capacidades físicas relacionadas con el rendimiento deportivo significan que los deportes tienen características diferentes según el sexo de los deportistas. La carga neuromuscular relativizada por minuto que soportan los jugadores varía según en la edad. Al igual que las variables anteriores, debido a la pubertad, los jugadores mayores presentan mayor valores de resistencia y, por tanto, su rendimiento en estas pruebas es superior (Isler et al., 2008).

Estas diferencias solo se reflejan entre sexos con una carga máxima; es decir, los hombres generan más carga que las mujeres debido a sus diferencias genéticas. Uno de los factores más importantes en la diferencia entre sexos está relacionada con el tamaño corporal, en el que las mujeres tienen un centro inferior de masa (menor

tamaño del cuerpo y menor tamaño de las extremidades) que los hombres, lo que implica una menor fuerza de carga en el mediopié (Young & Farrow, 2006) y mayores ángulos de aducción de la cadera (Alemdaroğlu, 2012,). Por tanto, las fuerzas gravitacionales que apoyan son diferentes. Estas fuerzas gravitacionales pueden verse afectadas no solo por el sexo o los ángulos de las caderas, sino también por el desarrollo madurativo, ya que la pubertad provoca un aumento de peso en el deportista (independientemente del sexo) y, por tanto, afecta la carga soportada.

Finalmente, en las variables cinemáticas relacionadas con la acelerometría, los resultados obtenidos mostraron diferencias significativas en todas las variables analizadas según la edad. Las diferencias reveladas en el desarrollo y evolución del ciclo de pasos de carrera a medida que se desarrolla el atleta. Además, los jugadores mayores también tienden a tener extremidades más grandes que afectan el resultado final del sprint (Ramos et al., 2019). En cuanto al ciclo de pasos de los deportistas, las diferencias entre edades están directamente relacionadas con el desarrollo de la fuerza (Castagna et al., 2008). Esta variación de fuerza afecta el resultado final ya que, para aplicar una fuerza igual o mayor, emplean menos tiempo y son más eficientes, logrando una mayor velocidad de movimiento. En cuanto a las diferencias entre sexos, estas variables están directamente relacionados con la producción de la máxima fuerza y potencia para obtener una mayor aceleración. Además, (Raeder et al., 2016) afirmó que los jugadores de ambos sexos, al entrenar en rendimiento máximo, muestran diferencias innatas debido a las propiedades elásticas del músculo. Estas diferencias tienen un impacto directo en la producción de fuerza y la transferencia de potencia. Los resultados obtenidos muestran que los hombres deportistas tienen una evolución diferente en la capacidad de velocidad que las mujeres deportistas. Estas diferencias de evolución inciden en la planificación de las sesiones formativas y el trabajo específico sobre esta capacidad, que debe individualizarse en función del sexo y la edad.

#### *Fuerza de Tren Inferior*

En las pruebas de fuerza de tren inferior del cuerpo realizadas (test de Abalakov y test de multisaltos), los resultados obtenidos muestran diferencias significativas en ambas pruebas en función de la edad, excepto en la variable Tiempo entre saltos (Between

Jump) de la prueba de multisaltos, mientras que diferencias significativas basadas en el sexo de los participantes solo se presentaron en el test de Abalakov.

En cuanto a los resultados del test de Abalakov, los participantes mostraron diferencias en todas las variables analizadas en función de la edad. Estos resultados coinciden con los encontrados en la literatura, que confirman la importancia del desarrollo madurativo en la producción de fuerza máxima (Rodríguez-Rosell, Mora-Custodio, Franco-Márquez, Yáñez-García, & González-Badillo, 2017). Al igual que en test RSA, el desarrollo evolutivo y el sexo del atleta son de gran importancia en términos de valor de fuerza máxima (Laffaye, Choukou, Benguigui, & Padulo, 2015). Las diferencias entre sexos son más evidentes debido a que la capacidad contráctil del músculo para generar la máxima fuerza es más alta que al realizar un ejercicio de potencia (Laffaye, Wagner, & Tombleson, 2014). En el test de multisaltos, se encuentran diferencias significativas entre las categorías de juegos en todas las variables analizadas debido al desarrollo en la pubertad en los factores de producción de fuerza (Yi, Gómez-Ruano, Liu, Zhang, Gao, & Wunderlich, 2020) a excepción de la variable tiempo entre saltos, que no presenta diferencias entre edades.

Estos resultados pueden deberse a que esta variable está relacionada no solo a la capacidad de generar la mayor fuerza en el menor tiempo, sino también al hecho de que la coordinación afecta la ejecución. Por otro lado, en esta prueba no se encontraron diferencias según el sexo. Este hallazgo puede deberse a la producción de energía de un test de multisaltos (tiempo de aplicación corto) requiere un entrenamiento específico que los jugadores analizados no realizan. (Hannah, Minshull, Buckthorpe, & Folland, 2012) declaró en su investigación que las diferencias sexuales se reducen notablemente cuando los sujetos no están entrenados. Esta afirmación coincide con los hallazgos que mencionan la necesidad de realizar tareas específicas en el entrenamiento para trabajar en la parte inferior del cuerpo fuerza reactiva.

#### **6.4. Analizar las diferencias y en las demandas físico-fisiológicas atendiendo a diferentes variables contextuales.**

El objetivo de los diferentes estudios que conforman este apartado fue determinar la existencia de diferencias en las demandas que soportan los deportistas en función de diferentes variables como son la metodología de entrenamiento que siguen, el momento de la temporada o la posición de juego.

##### *Metodología de Entrenamiento*

En el análisis atendiendo a las metodologías de entrenamiento empleadas que son comparadas, se pretende conocer cuál de las dos metodologías es más óptima para favorecer y potenciar tanto la capacidad Aeróbica como Anaeróbica de dichos jugadores. En esta línea, para Casamichana et al., (2011) en los deportes de equipo, desde hace algunas décadas una alternativa al entrenamiento tradicional sin balón han sido los juegos reducidos. Estas formas jugadas son tareas de entrenamiento con los rasgos de un duelo colectivo y utilizadas habitualmente como medio de entrenamiento (Ford, Yates & Williams, 2010) en el que las dimensiones del campo, el número de jugadores se modifican con el fin de conseguir unos objetivos determinados ya sean técnicos, tácticos o físicos. En la actualidad, es más frecuente la utilización de este tipo de situaciones de entrenamiento con el objetivo de desarrollar la capacidad condicional del deportista, mostrándose como un método tan efectivo como el entrenamiento interválico (Hill-Haas, Coutts, Rowsell, & Dawson, 2009). Este método alternativo tiene la ventaja de que permite trabajar a la vez aspectos técnico-tácticos y físicos, aportando al entrenamiento una mayor especificidad y una optimización del tiempo de entrenamiento. McCormick et al., (2012) compararon situaciones de 3x3 y 5x5, establecieron que no existían diferencias significativas entre tareas de Intensidad Moderada y tareas de Intensidad Vigorosa. A su vez, Duarte, Batalha, Folgado y Sampaio (2009), concluyeron que en situaciones de 2x2, 3x3 y 4x4, la situación de 4x4 es donde la frecuencia cardíaca alcanza su porcentaje más bajo. Corroborando los datos del estudio tanto para la categoría infantil como para la cadete.

En cuanto a los aspectos físicos, Coque (2008, 2009) en las variables pertenecientes a la Carga Externa de las sesiones analizadas afirma que no debe existir gran variedad en cuanto al trabajo físico realizado, puesto que esta variable debe mantenerse presente durante toda la temporada. Siguiendo en esta línea Halouani et al., (2014) confirmaron que algunas modificaciones relacionadas con el número de jugadores de las tareas forman parte de la Carga Externa y se producen por las adaptaciones fisiológicas del jugador, demostrándose que las situaciones de 3x3 en fútbol obtuvo mayor intensidad que la variante 5x5. Además, Hill-Haas et al., (2009) que explicó la importancia de las agrupaciones en el diseño de las tareas, puesto que a medida que avanza la temporada las agrupaciones tienden a ser de mayor número, lo que provoca mayor variación tanto fisiológica como perceptivamente. En este caso, el equipo Comprensivo tiene mayor número en situaciones de juego de Small Sites Games (SSG), mientras que el Tradicional obtiene mayor número de tareas catalogadas como situación de Full Game (FG).

Relacionado con las variables Organizativas, Alarcón, Cárdenas y Ureña (2008) detallaron la importancia de la Participación en las tareas, en las que a mayor valor obtenido, mayor es el aprovechamiento del tiempo de entrenamiento. En cuanto al equipo Comprensivo el aprovechamiento medio de las tareas es del 92.17%, mientras que el equipo Tradicional tiene un 81.05% en sus tareas analizadas. Ambos resultados se encuentran por encima del 80% que recomiendan los autores, aunque existen diferencias entre ambos entrenadores analizados. Continuando en esta variable, Alarcón, Cárdenas y Ureña (2008) definieron que en la participación simultánea obtiene un 60% de tiempo de ejecución, 30% en alternativas y por último 10% en tareas con participación consecutivas. Los autores mencionados anteriormente también confirman que si se trabaja bajo una organización mayoritariamente simultánea, los jugadores realizan mayor número de vivencias en la tarea al existir el tiempo de espera menor, además de una mejora en cuanto a las cualidades, esta mejora será mayor que si el entrenador elige otro tipo de organización para las tareas. Si comparamos con los resultados obtenidos, el equipo Comprensivo obtiene mayor número de tareas simultáneas, mientras que el equipo Tradicional obtiene mayor número en tareas de tipo alternativo. En cuanto a la distribución de intensidades de trabajo fisiológico, se observa que los deportistas del equipo bajo enfoque comprensivo tienen mayor aprovechamiento del tiempo de entrenamiento, lo que



corroborar que su trabajo es más intenso y con menor descanso, provocando mejores resultados aeróbicos.

En los enfoques tradicionales, la estructura típica de sesión acarrea mayores problemas con respecto a los enfoques alternativos, debido a que convierten en eje del proceso de enseñanza al contenido, mientras que los enfoques alternativos sitúan al jugador como centro sobre el que debe girar la enseñanza (Thorpe & Bunker, 1983). Los enfoques tradicionales comienzan con una actividad introductoria, seguida de una práctica de la habilidad y al final un juego en el que se practicaba la nueva habilidad adquirida (Thorpe & Bunker, 1983). En este caso, el equipo Tradicional tiende a realizar mayor número de Ejercicios de Aplicación (EA), mientras que el equipo Comprensivo obtiene mayor resultados en tareas enmarcadas como Juegos Complejos (JC). Sin embargo, los enfoques alternativos están basados sobre una forma estándar de juego deportivo que es modificada poco a poco para ayudar al jugador a encauzar importantes conceptos y estrategias de todos los deportes (Doolittle, 1995). El juego se convierte en el elemento clave del enfoque comprensivo, haciéndole ver al niño el ejercicio como una actividad lúdica deportiva, más que como una práctica de habilidad determinada por el profesor que prohíbe u obstruye la práctica deportiva.

En cuanto a los resultados obtenidos en las pruebas de CF, Sallet et al., (2005) efectuaron un estudio con jugadores franceses que confirman que la capacidad anaeróbica puede considerarse uno de los factores de rendimiento más importantes en esta modalidad deportiva, independientemente de que cuantitativamente la vía aeróbica goce de un mayor tiempo en el suministro energético. Como ya se ha señalado, los resultados obtenidos confirman la naturaleza híbrida de este deporte en el que se alternan esfuerzos aeróbicos y anaeróbicos. En este sentido, las actividades predominantes durante un partido tienen carácter aeróbico (parado/caminando, trote, carrera de baja y media intensidad), ocupando éstas un porcentaje total aproximado del 85%, mientras que las actividades consideradas de alta intensidad o anaeróbicas (sprint de alta intensidad y salto) ocupan el 15% restante. Esta naturaleza híbrida ya ha sido mencionada por otros autores en estudios anteriores efectuados con muestras de jugadores jóvenes (Abdelkrim et al., 2007) y jugadores adultos, pero no de élite (Narazaki et al., 2009). El hecho de que esas acciones de carácter anaeróbico ocupen

un menor porcentaje del tiempo real de juego no quiere decir que sean menos importantes, puesto que tal y como se ha señalado son determinantes en situaciones vitales para el rendimiento como los contraataques, la recuperación defensiva, los lanzamientos o las acciones individuales de ataque frente a la canasta (Tessitore et al., 2006).

Abdelkrim et al., (2007) y Narazaki et al., (2009) afirmaron que ese patrón intermitente al que se hace referencia tiene un reflejo claro en la carga fisiológica y metabólica a la que se somete al jugador durante la competición, según se extrae de los datos relativos a frecuencia cardiaca media, acumulación de lactato o consumo de oxígeno. La alta acumulación de lactato, así como la elevada frecuencia cardiaca media pone en evidencia la importante demanda fisiológica impuesta sobre los jugadores de baloncesto durante la competición, independientemente de que el porcentaje de tiempo ocupado por las actividades de alta intensidad sea pequeña. En la misma línea, Narazaki et al., (2009) afirman que el baloncesto competitivo requiere de una importante utilización del metabolismo aeróbico, pero son los fosfágenos la fuente energética fundamental en esas acciones cortas de alta intensidad. Dicha vía metabólica tiene que ser restaurada continuamente durante la práctica, cobrando especial importancia en este sentido la vía aeróbica. Por su parte, Sallet et al., (2005) indican que, si bien existe bastante homogeneidad en las demandas aeróbicas al comparar distintos niveles competitivos, la capacidad anaeróbica parece ser un mejor predictor del rendimiento.

#### *Momento de la temporada*

En la prueba de Capacidad Aeróbica los resultados muestran diferencias significativas entre las jugadoras con misma posición de juego en diferentes momentos de la temporada. Los resultados muestran que las jugadoras Bases y Pívorot obtienen diferencias significativas en la variable FC Recovery, Aceleraciones/minuto y Deceleraciones/minuto. Además, las jugadoras con posición Alero obtienen diferencias significativas en las variables PlayerLoad y PlayerLoad/minuto. En esta línea, Del Fresno (2008) analizó la evolución de la capacidad aeróbica de un equipo junior y descubrió una mejora a lo largo de los meses. Estas mejoras se deben al proceso de entrenamiento que mejora por si solo las cualidades físicas, aunque la

mejora no es óptima. Los resultados obtenidos en esta investigación muestran una mejora significativa a lo largo de la temporada, posiblemente debido a la acumulación de carga de entrenamiento que sufren las jugadoras en la parte final de la temporada.

En la prueba de Capacidad Anaeróbica no se encontraron diferencias significativas durante la temporada. Relacionado con estos hallazgos, Irigoyen y Larumbe (2013) demostraron que los procesos de entrenamiento y la competición mejoran esta capacidad durante la temporada. En contraposición a esos hallazgos, los resultados de esta investigación confirman que no existe una mejoría de la capacidad durante la temporada. Estos resultados pueden deberse al proceso de entrenamiento que la planificación y diseño de tareas específicas durante el proceso de entrenamiento no contaba con el trabajo necesario para mejorar esta capacidad.

Tampoco se identificaron diferencias significativas durante la temporada en las pruebas de Fuerza del Tren Inferior. Relacionado con esta capacidad, Del Fresno (2008) afirmó que la Fuerza de Tren Inferior tan utilizada para saltos y diferentes desplazamientos en deportes como el baloncesto, sufren una evolución durante la temporada fruto del entrenamiento y la competición. En este caso, la muestra del estudio no obtiene mejoras en esta capacidad, pudiendo ser la causa de los resultados obtenidos, la misma que en la capacidad Anaeróbica. Relacionado con la fuerza de Tren Inferior, los resultados en la prueba de Velocidad de Desplazamiento (Test RSA) se encuentran diferencias significativas en las Jugadoras Base y Pívot tanto en la variable tiempo como PlayerLoad. En esta línea, Rodríguez, Sánchez y Villa (2014) demostraron que esta variable sufría diferencias durante la temporada. Estas diferencias hacían que los deportistas al principio y fruto del entrenamiento y competición mejorasen sus valores, llegaban a una meseta donde no mejoraban esta cualidad y, por último, los resultados empeoraban fruto de la fatiga y la elevada carga de final de temporada. Estas causas pueden deberse a que, durante el proceso de entrenamiento, no se diseñan tareas específicas para trabajar esta capacidad o no se realiza un trabajo extra que mejore esta habilidad.

En cuanto a las pruebas de Agilidad, en la versión genérica, existen diferencias significativas entre posiciones en las variables Tiempo y PlayerLoad. Esto se debe a que si mantienes un requerimiento durante mayor tiempo, el valor total de este

requerimiento (PL) será mayor también. Por el contrario, en la versión específica, también existen diferencias significativas en la variable PlayerLoad entre jugadoras. Relacionado con esto, Del Fresno (2008) analizó la evolución de la agilidad. Los resultados mostraron el mismo patrón que en la prueba RSA.

Por último, en los test de Fuerza Centrípeta, sólo se encuentran diferencias significativas en la variable tiempo de la prueba con sentido de giro hacia Izquierda en las jugadoras base. En la literatura hay un vacío relacionado con esta capacidad que en los últimos años se ha comenzado a tener en cuenta y ser analizada. La Fuerza Centrípeta es una cualidad que tiene el deportista que está relacionada con la capacidad de generar cambios de ritmo y de dirección, tan utilizados en deportes de invasión. Estas habilidades tan empleadas y determinantes en el juego requieren que se evalúen y se entrenen con el objetivo de mejorar el rendimiento del deportista durante la competición.

#### *Diferencias por puestos específicos*

Por su parte, los resultados obtenidos en función del puesto específico muestran que las jugadoras con posición Pívots son las que mejor acierto y eficacia obtienen en los lanzamientos a canasta de la prueba aeróbica. En esta línea Sampaio, Lorenzo, Gómez-Ruano, Matalarranha, Ibáñez, & Ortega (2009) analizaron las estadísticas en competiciones europeas por puestos específicos y observaron que los jugadores con esa demarcación eran los que más lanzamientos de dos puntos anotaban. En el resto de variables analizadas se observan resultados similares sin importar la posición de juego. En este sentido, Sallet, Perrier, Ferret, Vitelli y Baverel (2005) consideraron que los resultados aeróbicos de los deportistas debían ser homogéneos sin importar la posición de las jugadoras. En contraposición a lo afirmado anteriormente, Fort-Vanmeerhaeghe, Montalvo, Latinjak y Unnithan (2016) confirmaron diferencias significativas entre puestos específicos de la misma categoría realizando test genéricos. Los resultados obtenidos en esta investigación coinciden con los existentes en la literatura. Las pívots son las jugadoras que mejores lanzamientos de dos puntos realizan y no existen grandes diferencias en capacidad aeróbica entre los distintos puestos específicos.

En cuanto al test de Capacidad Anaeróbica las bases fueron las que menos Fracciones de Circuito realizaron. Según Sallet et al., (2005) existen diferencias significativas en esta capacidad para jugadores de una misma categoría. Además, Delextrat y Cohen (2008) añadieron que estas diferencias pueden ser un predictor del nivel de juego, por lo que podrían deberse a que en este equipo las jugadoras aleros y pívots tienen mayor nivel que las bases.

En las pruebas de Fuerza de Tren Inferior no se observó ninguna diferencia significativa. Todas las jugadoras mostraron una fuerza del tren inferior máxima y una tolerancia a la fatiga del tren inferior muy similares. Los estudios encontrados que realizan el test de salto en jugadores en categoría Junior, son en su gran mayoría de equipos masculinos. A pesar de ello, la literatura muestra resultados muy dispares (Apostolidis et al., 2004; Fort-Vanmeerhaeghe et al., 2016; Pion et al., 2015). En esta investigación, los resultados obtenidos comparados con los resultados encontrados en la literatura son muy buenos, teniendo en cuenta que se están comparando con jugadores masculinos.

En la prueba de Velocidad de Desplazamiento, se observan diferencias significativas en los impactos de las jugadoras Pívots, esto se puede deber a su mayor tamaño. Con respecto a la variable tiempo no se han observado diferencias significativas entre los puestos específicos.

En las pruebas de Agilidad se observan diferencias entre el tiempo de la prueba genérica y específica. Además, en la prueba de Agilidad Específica, los resultados muestran que las jugadoras Alero obtienen menor FC Máx. En la Agilidad Genérica las jugadoras Alero muestran diferencias significativas en la variable Impactos, estando esta variable relacionada con PL y en el PL/min. En esta línea, Apostolidis et al., (2004) realizó una prueba con y sin balón, descubriendo diferencias en el tiempo entre ambas pruebas debido a la implicación del balón. Relacionado con la Agilidad y los cambios de dirección, Abdelkrim et al. (2010) encontró correlación entre el T Test y los cambios de dirección que los jugadores realizan durante el juego. En esta investigación el tiempo de ejecución del test fue superior a los valores que existen en la literatura. Estas diferencias pueden deberse al nivel de la competición y a la comparativa entre equipos masculinos y femeninos. Relacionado con los cambios de

dirección, el test de Fuerza Centrípeta, que obliga al deportista a realizar continuos cambios de dirección para que realice el desplazamiento a mayor velocidad posible con una trayectoria curva, los resultados obtenidos muestran diferencias significativas en las jugadoras Pívorot, que realizaron un mayor número de impactos. Con respecto a este test, no se encuentran en la literatura test similares que valoren la fuerza centrípeta del deportista, puesto que es una valoración novedosa.

### **6.5. Relación entre las pruebas de condición física y la competición.**

Los objetivos que se pretendieron abordar en este apartado fueron identificar las relaciones entre las variables analizadas y analizar las posibles relaciones entre las variables pertenecientes a pruebas de CF y los indicadores de rendimiento de una competición.

El análisis relacional de las variables obtenidas en los test de CF muestra la existencia de correlaciones entre variables de test específico y test general. Asimismo, una de las causas a las que se puede deber esta correlación puede ser la calidad de los jugadores analizados, que se caracterizan por tener una buena técnica. En situaciones de correlación de variables y test, se recomienda que el entrenador se decante por la elección de un test específico puesto que la calidad y fiabilidad de los resultados obtenidos será más elevada (Barreira et al., 2016).

Por otro lado, se encuentran relación entre test que evalúan cualidades o capacidades diferentes, esto puede deberse a que ambos test no sólo evalúan la capacidad física o habilidad del deportista, sino que toman como evaluación aspectos técnico-tácticos a los que se enfrentará durante la competición con el fin de buscar una mayor especificidad, puesto que la competición es el estímulo más potente y específico al que se enfrenta el deportista (Green et al., 2006). Teniendo en cuenta las pruebas seleccionadas, se describen las pruebas de capacidad en la literatura como pruebas máximas, mientras que las pruebas de agilidad, debido a sus características, la fatiga generada es temporal y el jugador en un breve periodo de tiempo se encuentra recuperado (Sekulic et al., 2017). Con la correlación de pruebas, se pueden obtener información sobre el estado físico del deportista sin enfrentarle a tantas pruebas de valoración, economizando el tiempo de evaluación y la fatiga soportada.

A priori, las pruebas de capacidad anaeróbica láctica consiguen un esfuerzo máximo en el deportista generando una alta fatiga y un posible déficit de rendimiento agudo debido al tiempo de duración y la generación de ácido láctico. Los resultados en la prueba de capacidad anaeróbica láctica y las dos pruebas de agilidad son similares entre categorías y, además, se encuentra correlación entre variables. En contraposición a los resultados obtenidos, algunos autores afirman que las pruebas de capacidad obtienen valores más elevados en los requerimientos del deportista que las pruebas de habilidad o agilidad (Sekulic et al., 2017). Éstos, puede deberse a que las pruebas de agilidad son test mayoritariamente que evalúan la potencia física (Krustup et al., 2006).

En cuanto a la evaluación de la CF y su relación en el resultado de la competición a través de los Indicadores de Juego (IdJ), existen evidencia científicas que relaciona el rendimiento durante el juego con el rendimiento físico (Zarić et al., 2018). Es necesario tener conocimiento de la influencia de la CF en el rendimiento técnico-táctico del deportista en función de su posición específica. Para ello, los objetivos de esta investigación fueron caracterizar la CF de los jugadores mediante pruebas específicas en función de la posición de juego y analizar la existencia de relaciones entre la CF y los IdJ técnico-táctico durante una competición.

Las pruebas de evaluación de CF ofrecen una visión específica sobre el estado de las jugadoras de élite, así como identifican perfiles basados en la posición específica de juego (Tee, Lambert y Coopoo, 2016). En esta línea, Zhang, Lorenzo, Gómez-Ruano, Liu, Gonçalves y Sampaio (2017) explicaron que los jugadores exteriores son los más rápidos y que sus movimientos se realizan a mayor velocidad. Por su parte, Puente et al., (2017) agregaron que los jugadores de Pívots suelen caracterizarse por tener un juego más estático que sus compañeros y por moverse a menor velocidad debido a su juego próximo a canasta. Estas afirmaciones se deben a que uno de los factores determinantes para clasificar al jugador en una posición debe ser el rendimiento físico, el cual está influenciado por factores antropométricos. Además, centrándose en los saltos de los jugadores, Delextrat et al., (2015) confirmó que los Aleros son los jugadores que más veces realizan esta acción. Esto puede deberse a que las jugadoras con posición de Alero tienen un juego directo hacia la canasta y, en

ocasiones, cuando están cerca de ella, colaboran en la acción de rebote. Los resultados correspondientes a la variable de carga externa de esta investigación revelan que las jugadoras Bases obtienen los mejores resultados y sus demandas son menores ante un mismo esfuerzo.

Este hecho permite a esas jugadoras ahorrar en sus demandas y se traduce en una menor fatiga. Coincidiendo con los hallazgos, Hulka, Cuberek y Bělka (2013) afirmaron que la posición de juego es decisiva en la intensidad del atleta. Además, confirmaron que la antropometría del deportista tiene impacto en la frecuencia cardíaca. El tamaño corporal afecta la frecuencia cardíaca del atleta y por esta razón, estos resultados se confirman. Finalmente, las fuerzas gravitacionales no muestran diferencias en función de la posición específica. Estos resultados confirman que todos los jugadores muestran valores de fuerza similares (medidos en Fuerza G), el salto se ve afectado por aspectos relacionados con el peso del jugador. Estos resultados confirman la importancia del entrenamiento de la fuerza en la parte inferior del cuerpo, especialmente en jugadores de centro que, por sus características y juego, requieren esta habilidad en mayor medida.

En cuanto a la relación entre las variables físicas con el IdJ técnico-táctico, los resultados confirman la relación entre todas las variables. Estos hallazgos muestran la influencia que tiene CF sobre la competición. Las jugadoras más participativas en el juego se caracterizan por tener una mejor respuesta física a los requerimientos de la competición.

En la prueba de capacidad anaeróbica SIG/ANA, los jugadores que recorren más distancia y distancia explosiva son los jugadores que obtienen más tiros de 3 puntos y menos Tiros Libres y Rebotes durante la competición. Estos hallazgos coinciden con los existentes en la literatura en los que confirman que los jugadores exteriores tienden a ser los que tienen mayor distancia y mayor velocidad (Puente et al., 2017), buscando posiciones de tiro sin oposición, que provocarían menor número de lanzamientos de tiros libres. Esto puede deberse al hecho de que los jugadores exteriores realizan un movimiento previo para obtener una ventaja en la recepción del balón y en el juego. En cuanto a las jugadoras Pívots, diferentes investigaciones han demostrado que, por su posición cerca a la canasta, su juego suele ser estático y con pocos movimientos



(Reina et al., 2019c). Esto puede estar relacionado con sus características antropométricas, que utilizan en mayor medida acciones relacionadas con la fuerza que con la velocidad. Los resultados de esta investigación han demostrado que las jugadoras que obtienen un mayor número de rebotes no recorren grandes distancias para lograr esta acción técnica. Los rebotes defensivos son un IdJ técnico-táctico que predice a los mejores equipos clasificados (Ibáñez et al., 2008), esta responsabilidad recae especialmente sobre los jugadores que están cercanos a canasta.

Como consecuencia del contacto que existe en la zona interior, muchas de las acciones terminan en Faltas, que a su vez, premian al jugador a realizar lanzamientos de Tiros Libres. Estos datos coinciden con los hallazgos de (Ibáñez, Santos, & García, 2015) que muestran que los pivots son los que más tiros libres realizan durante la competición. Asimismo, en relación con la distancia recorrida, las jugadoras que recorrieron la mayor distancia durante la prueba anaeróbica obtuvieron el menor número de Tapones a Favor en la competencia. Esto puede deberse a que los jugadores que hacen menor número de Tapones durante la temporada tienen una posición más alejada de la canasta (Delextrat et al., 2015). En zonas alejadas de la canasta, el número de tapones es menor que en zonas cercanas donde la defensa está en contacto. Además, las jugadoras que recorren la mayor distancia explosiva lanzan menos lanzamientos de 2 puntos, pero más lanzamientos de 3 puntos. Realizar acciones explosivas puede favorecer situaciones ventajosas. Por último, las jugadoras con la FC relativa más baja son las jugadoras con el mayor número de pérdidas de balón durante la temporada. Estos resultados coinciden con los citados por (Reina et al., 2019b) en los que afirman que los jugadores exteriores muestran menores frecuencias cardíacas. Además, estos jugadores suelen caracterizarse por un alto control técnico y táctico durante los partidos (Ibáñez et al., 2018) que hacen que el deportista en ocasiones asuma riesgos excesivos, que pueden derivar en la pérdida de balones o errores.

En la prueba de fuerza máxima de la parte inferior del cuerpo, los resultados muestran que las jugadoras con mayor tiempo de vuelo y altura de salto obtuvieron el menor número de tapones durante la competencia. Estos resultados pueden deberse a que los jugadores con mayor salto en la prueba de valoración física son las jugadoras exteriores. Además, las jugadoras Pivots que tienen un salto menor no requieren

grandes esfuerzos en esta acción debido a sus características antropométricas. Este hábito le da al deportista un mayor conocimiento que incide en la interpretación del juego rival y le da a estos jugadores una ventaja. Para los jugadores cuyo rendimiento físico en la acción de salto es bajo, el cuerpo técnico debe proporcionar conocimientos sobre lectura del juego o preíndices sobre el juego rival para contrarrestar su déficit y poder obtener esa ventaja en el juego de otra manera.

En cuanto a la fuerza reactiva de la parte inferior del cuerpo, las jugadoras con mayor altura en el salto obtienen un mayor número de lanzamientos de Tiros Libres Anotados. En partidos con marcador ajustado, los equipos ganadores se distinguen de los perdedores por los tiros libres anotados (Ibáñez et al., 2003). La lucha por el rebote, con saltos consecutivos, favorece la recepción de faltas que implican lanzamientos de tiros libres. Los resultados encontrados en la muestra analizada pueden deberse a que la prueba evalúa la capacidad reactiva de la jugadora para encadenar una serie de saltos máximos. Además, las jugadoras con mayor Impulso (G) en la prueba seleccionada obtienen el menor número de rebotes y balones robados. Estos resultados coinciden con los obtenidos en la prueba anaeróbica. Las jugadoras con menor rendimiento físico obtienen ventajas en estas variables, que pueden estar relacionadas con factores antropométricos o con su posición en el campo. Además, las jugadoras que muestran un menor rendimiento físico desarrollan otras facetas del juego para igualar el rendimiento final.

Por último, en la prueba de fuerza centrípeta con giro a la derecha, las jugadoras con mayor distancia explosiva recorrida obtuvieron un mayor número de lanzamientos de 3 puntos, menos Tiros Libres Anotados y Rebotes. Al igual que en la prueba anaeróbica, los resultados se repiten y pueden compartir razonamientos (Abdelkrim, El Fazaa, & El Ati, 2007). Las jugadoras Pívots se caracterizan por ser las jugadoras más lentas del equipo, esta falta de velocidad se complementa con un alto nivel de fuerza que ayuda a realizar estas acciones técnicas durante la competición como en los momentos anteriores. En la prueba con sentido de giro a la izquierda, las jugadoras que más tiempo emplean en realizar la prueba son las que tienen mayor número de lanzamientos de tiros libres anotados durante la competición. Coincidiendo con lo anterior, los jugadores de pívots se caracterizan por moverse a menor velocidad que sus compañeros (Puente et al., 2017). Estos resultados se deben a que los jugadores

exteriores deben entrenar la carrera de alta intensidad con una trayectoria curva porque en muchos de sus movimientos o contacto con el balón, realizan esta acción como un gesto intrínseco al juego.

## **6.6. Reflexión final de la Discusión.**

Revisada la literatura existente sobre el tópico de estudio seleccionado, se observa en primer lugar un uso heterogéneo sobre los diferentes test de CF para evaluar el estado físico del deportista. Esta variedad en los test puede deberse a diferentes factores entre los que se encuentran la formación de los entrenadores y preparadores físicos, el material del que disponen y las diferentes experiencias previas que han tenido. Además, hasta el momento en el que se realizó la revisión, no existía ningún instrumento para evaluar la CF del jugador de baloncesto de forma integral. Asimismo, la mayoría de los test analizados que forman parte de la muestra final de la revisión científica eran de carácter genérico (analizan habilidades físicas sin importar el deporte al que evalúan) y en ocasiones, estos test se realizaban en ambientes controlados y alejados de situación real (test de laboratorios). Estos documentos, en su mayoría analizaban una o varias habilidades en muestras muy variadas, no pudiendo generalizar los hallazgos ni generar un conocimiento común.

Observada esta carencia en la literatura científica sobre instrumentos para valorar la CF de jugadores de baloncesto, se procedió al diseño de un instrumento que agrupase diferentes test que evaluaban las habilidades más importantes en la práctica del baloncesto. Para ello, se agruparon siete test que evaluaban el rendimiento físico del jugador de baloncesto de manera transversal y que permitía tener un conocimiento global sobre el deportista. Las habilidades a evaluar fueron i) Capacidad Aeróbica; ii) Capacidad Anaeróbica Láctica; iii) Fuerza Máxima de Tren Inferior; iv) Fuerza Reactiva Tren Inferior; v) Velocidad de desplazamiento; vi) Agilidad; vii) Fuerza Centrípeta.

La novedad del instrumento es que los test planteados se caracterizan por ser específicos para el baloncesto y realizarse sobre el terreno de juego (test de campo). Además, las evaluaciones de la condición física realizada al deportista se realiza de forma ecológica.

En cuanto al conocimiento generado en esta Tesis Doctoral, se han realizado diferentes evaluaciones de la CF a jugadores de baloncesto atendiendo a diferentes variables.

Los resultados obtenidos analizados en función de la edad de los jugadores confirman que el desarrollo de las habilidades evaluadas sufren una notoria mejoría cuando los deportistas alcanzan la pubertad y superan esa fase. La mejora del rendimiento está ligada al crecimiento y desarrollo físico y cognitivo que sucede con este periodo.

Atendiendo al sexo de los deportistas, los jugadores masculinos obtienen mejores resultados que las jugadoras femeninas. Esto se debe a que las habilidades seleccionadas para valorar la CF de los deportistas son de carácter físico, donde el sexo masculino, por características intrínsecas (tipos de fibras musculares, capacidad de generar fuerza, talla o factores antropométricos, entre otros) relacionadas con su desarrollo obtienen resultados más óptimos que las jugadoras femeninas.

Analizando los resultados obtenidos teniendo en cuenta diferentes variables contextuales, se puede observar que los diseños de metodologías comprensivas en los entrenamientos de baloncesto mejoran en mayor medida la CF de los jugadores que si entrenan bajo metodologías tradicionales.

Además, existen diferencias significativas en la CF de los jugadores atendiendo a la posición de juego. Estas diferencias deben tenerse en cuenta en el diseño de las tareas de entrenamiento, puesto que durante la competición, los requerimientos de los jugadores serán diferentes y deben estar preparados para afrontar estas demandas. Por último, la condición física durante una temporada debe ser evaluada en diferentes momentos (al menos en tres periodos diferentes). La evaluación de estas capacidades aportará un conocimiento al cuerpo técnico sobre el estado físico de sus deportistas, asimilación de cargas y conocer si están preparados para la competición o si por el contrario, deben realizar modificaciones en la planificación para que los estímulos sean los correctos. Durante una temporada, los deportistas van a sufrir variaciones en la CF debido a diferentes causas, pero en función del entrenamiento, estas variaciones pueden ser positivas o negativas.

Por último, se ha observado la existencia de relaciones entre diferentes test de CF, esto permite al preparador físico obtener información del deportista sin tener que enfrentarlo a todas las pruebas, pudiendo ahorrarle un esfuerzo y economizando el tiempo de entrenamiento. Además, se muestran los resultados que confirman la importancia del rendimiento físico en competición, puesto que existe relación entre los resultados obtenidos en diferentes test de CF y los IdJ obtenidos en la competición.





# *CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES APLICACIONES PRÁCTICAS*









*“Nunca dejes de creer y de soñar”*

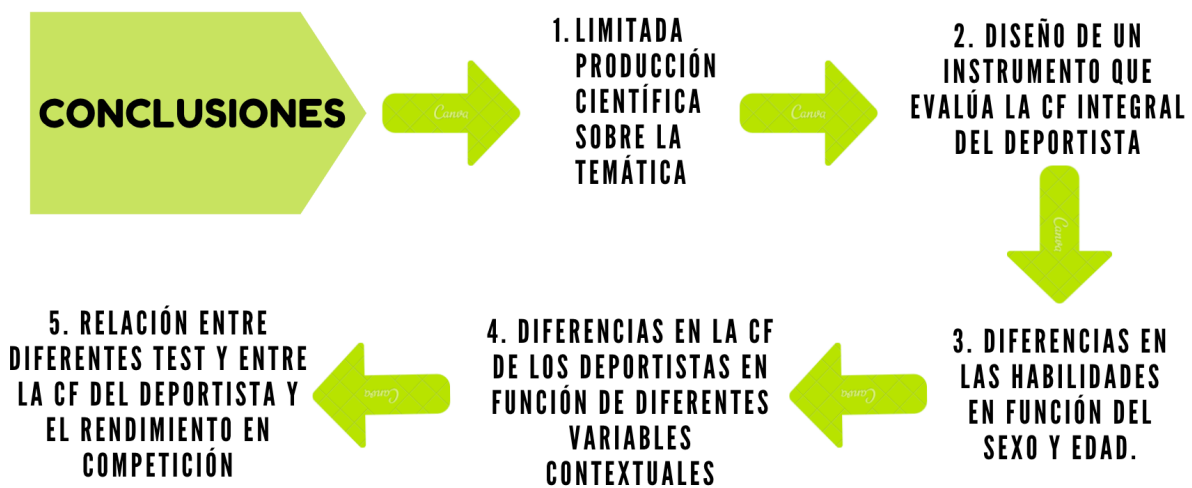
**Tiago Canedo**

Ex jugador de fútbol y Entrenador



## CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES Y APLICACIONES PRÁCTICAS

En el capítulo 7 de este documento se muestran las principales conclusiones y aplicaciones prácticas obtenidas en la elaboración de la presente Tesis Doctoral. Las conclusiones y sus aplicaciones prácticas al entrenamiento expuestas en este apartado amplían el conocimiento acerca de la CF en jugadores de baloncesto y la evaluación a través de test específicos. Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en los estudios que conforman la Tesis Doctoral, las conclusiones se han organizado en función de los objetivos planteados (Figura 39).



**Figura 40.** Resumen de las conclusiones principales de la Tesis Doctoral.

### 7.1. Objetivo 1. Conocer el nivel de evidencia científica sobre los test de condición física en baloncesto.

La realización de la revisión sistemática ha determinado en el análisis de los documentos seleccionados que no existe un uso generalizado de pruebas específicas de baloncesto para evaluar la CF de los jugadores de baloncesto. La mayoría de las pruebas encontradas son de carácter general con el objetivo de comparar sujetos de diferentes deportes o en diferentes condiciones ante una misma habilidad o capacidad. Los principales hallazgos de esta revisión fue conocer los diferentes test que se emplean para evaluar las diferentes capacidades que conforman el estado físico-fisiológico del jugador de baloncesto.

## **7.2. Objetivo 2. Diseñar de un instrumento para valorar la condición física del jugador de baloncesto.**

En este objetivo se abordó el diseño de un instrumento que aunase diferentes test de valoración de la CF que evaluaran al jugador de baloncesto de manera integral. La conclusión resultante de este objetivo es la propuesta de una batería de test. Además, se propone un conjunto de recomendaciones para llevar a cabo la realización de las pruebas. Para ello, se pueden realizar adaptaciones en función del nivel, edad, material del que se disponga o la familiarización ante la prueba. La batería Specific Battery Basketball Test (SBAFIT) está compuesta por las siguientes pruebas: i) Test de Capacidad Aeróbica; ii) Test de Capacidad Anaeróbica Láctica; iii) Test de Fuerza Máxima de Tren Inferior; iv) Test de Multisaltos; v) Test de Velocidad de Desplazamiento; vi) Test de Agilidad y vii) Test de Fuerza de Fuerza Centrípetas.

Esta batería es el primer documento que agrupa un conjunto de test de campo y específicos de baloncesto con la finalidad de evaluar la CF del deportista de manera transversal. Además, es la primera batería de test que introduce la valoración de la fuerza centrípeta en deportes de equipo, siendo una propuesta novedosa en la literatura. Los resultados de la batería SBAFIT permite obtener los perfiles de CF de los jugadores.

## **7.3. Objetivo 3. Analizar y cuantificar las demandas físico-fisiológicas en función de la edad y el sexo.**

El conocimiento generado sobre las demandas que soportan los jugadores de baloncesto durante la realización de diferentes test de CF permite a los entrenadores optimizar sus procesos de entrenamientos. Por tanto, las conclusiones que se exponen en este apartado se organizan en función del tipo de análisis realizado. Para ello, se realizan evaluaciones de aptitud física mediante pruebas de CF. La elección de la prueba es importante y puede afectar al resultado final.

### *Capacidad Aeróbica y Anaeróbica*

Las exigencias físicas aeróbicas y anaeróbicas en los jugadores masculinos aumentan con la edad y hay una mejora en el rendimiento técnico-táctico. Los resultados obtenidos aumentan progresivamente con la edad en las tres categorías, mostrando la influencia del desarrollo madurativo y la experiencia deportiva. Las

demandas físicas aeróbicas y anaeróbicas de las jugadoras aumentan progresivamente con la edad y se estabilizan a partir de los 16 años alcanzando una meseta, siendo su crecimiento más gradual.

#### *Fuerza Tren Inferior y Velocidad*

Se identificaron perfiles específicos de aptitud física en jugadores jóvenes relacionados con la fuerza máxima del tren inferior del cuerpo y su velocidad de movimiento. Los resultados aportan nuevos conocimientos sobre la evolución de estas habilidades según la edad y el sexo.

En cuanto a los resultados en función del sexo, los jugadores hombres obtienen mejores valores que las jugadoras (independientemente de la edad) en fuerza máxima de tren inferior y velocidad. Los hallazgos más importantes muestran que hay una mejora en las habilidades relacionadas con el desarrollo madurativo del deportista. Sin embargo, la fuerza reactiva de los jóvenes jugadores de baloncesto no está condicionada por el sexo.

#### *Edad*

Se verifican las diferencias en las tres categorías entre sexos, tanto a nivel de las variables Carga Interna Objetiva y Carga Externa Objetiva. Está comprobado que el desarrollo madurativo en estas categorías formativas implica unas diferencias en la CF entre hombres y mujeres.

#### *Sexo*

Se recomienda que a partir del comienzo de la pubertad se diferencie el entrenamiento entre jugadores y jugadoras porque presentan diferentes manifestaciones físico-tácticas, algo que en edades anteriores no pasa, y son capaces de entrenar juntos.

7.3.1. Las aplicaciones prácticas de este apartado fueron las siguientes:

- ✓ Los jugadores mayores deben trabajar la fuerza en sesiones específicas para mejorar, mientras que los jugadores más jóvenes deben priorizar los ejercicios de aplicación de la fuerza.
- ✓ En cuanto a la proporción de tiempo e intensidad de trabajo y tiempo de recuperación, los jugadores mayores y hombres deben entrenar estas habilidades con

proporciones más bajas (menos tiempo de descanso), mientras que los jugadores más jóvenes o mujeres deben usar proporciones más altas en el trabajo en estas habilidades (mayor tiempo de descanso por unidad de trabajo).

✓ Se aportan conocimientos prácticos al campo de la formación en una población en desarrollo evolutivo. Por tanto, para mejorar la altura del salto en esta prueba, no solo es necesario un entrenamiento de fuerza de la parte inferior del cuerpo, sino que también se debe realizar un entrenamiento específico y coordinado para mejorar esta acción.

#### **7.4. Objetivo 4. Analizar y encontrar atendiendo a diferentes variables contextuales.**

La presente Tesis Doctoral ha desarrollado diferentes estudios novedosos en la literatura que analizan la carga interna y externa soportada por jugadores de baloncesto atendiendo a diferentes variables contextuales como la influencia de la metodología de entrenamiento en el desarrollo de la CF, el momento de la temporada o la posición de juego.

##### *Influencia de la metodología de entrenamiento*

En función a los resultados obtenidos en las diferentes pruebas de valoración de la CF realizadas a ambos equipos se puede afirmar que el equipo bajo enfoque comprensivo obtiene mejores resultados en la prueba realizada de Capacidad Aeróbica y Capacidad Anaeróbica Láctica que el equipo bajo enfoque tradicional.

##### *Influencia de la posición de juego*

Los resultados obtenidos en el análisis de mujeres Sub18 muestra que existen diferencias en las demandas de los test de CF entre jugadoras con diferente posición del juego. La planificación del entrenamiento debe estar diseñada en función de los jugadores y habilidades o necesidades especiales que tiene cada jugador, por este motivo, una planificación genérica, sin atender a las necesidades individuales del puesto específico provoca déficit de rendimiento.

En cuanto a deportistas de nivel élite, esas diferencias se acentúan y muestran diferencias en todas las pruebas de valoración de la CF entre todas las posiciones,

identificando diferentes perfiles. En baloncesto femenino las jugadoras poseen perfiles de CF diferenciados, adaptados a las demandas del juego. Los resultados aportan un conocimiento objetivo y específico sobre la variabilidad de las jugadoras ante un mismo estímulo.

#### *Influencia del momento de la temporada*

Las diferencias en la evolución de la CF durante la temporada fueron analizadas según la posición del juego. Se identifica la evolución en los tres momentos de la temporada sin importar la posición de juego de las jugadoras. En función de la planificación realizada por el entrenador, la progresión en la CF puede ser positiva o negativa.

7.4.1. Las aplicaciones prácticas de este apartado fueron las siguientes:

- ✓ La evaluación de la CF en diferentes momentos de la temporada permite conocer con mayor exactitud el estado físico en el que se encuentra el deportista.
- ✓ La evaluación de la CF en diferentes momentos de la temporada permite conocer al entrenador si la planificación de los entrenamientos están consiguiendo el objetivo físico planteado con anterioridad. Además, en caso de que la planificación no consiga el objetivo planificado, la evaluación de la CF determina que habilidades requieren un trabajo específico.
- ✓ Permite conocer individualmente a cada jugador y las necesidades individuales que tiene.
- ✓ Permite conocer el estado de los jugadores en función de la posición de juego y la repercusión que tienen en la competición.
- ✓ Realizar diferentes evaluaciones de CF durante la temporada permite que ante una lesión o un periodo de inactividad, se conozca el estado físico que tenía el deportista anterior a ese periodo para planificar sesiones de entrenamiento que le permitan al deportista alcanzar el estado de forma deseado.
- ✓ Que la planificación de las sesiones sean diseñadas bajo metodologías comprensivas que favorecen el estado condicional del deportista.

### **7.5. Objetivo 5. Analizar las relaciones entre diferentes test de valoración de la condición física y la influencia en los indicadores de rendimiento que aporta la competición.**

#### *Relación entre pruebas de condición física*

Los resultados obtenidos en el análisis de correlación entre diferentes test de valoración de la CF muestra relación entre variables de diferentes test. Por ello, con el principal objetivo de poder minimizar el tiempo de evaluación durante el entrenamiento, se afirma que, ante dos pruebas con equidad de datos, la elección debe ser la más específica puesto que la fiabilidad y la validez de los datos será más elevada.

#### *Relación entre Condición Física e Indicadores de Juego en competición*

Los hallazgos obtenidos muestran relación entre el rendimiento físico y los IdJ técnico-táctico obtenidos durante la competición. El rendimiento técnico-táctico en baloncesto femenino está relacionado con el perfil de CF de las jugadoras. Por todo ello, se puede confirmar la importancia del rendimiento físico del deportista en el resultado de la competición.

7.5.1. Las aplicaciones prácticas de este apartado fueron las siguientes:

- ✓ La relación entre variables permite economizar el tiempo de valoración de la CF. Además, permite tener una visión global del estado físico del deportista sin necesidad de enfrentarle a tantas pruebas, evitando así, generar en el deportista elevada fatiga que pueda repercutir en lesión o déficit de rendimiento agudo.
- ✓ Conociendo la posición de juego de cada deportista y los indicadores de rendimiento que obtiene en competición, se puede planificar sesiones de entrenamiento donde se potencie el trabajo de la habilidad que mas repercute en la realización de ese IdJ.



## CONCLUSÕES E APLICAÇÕES PRÁTICAS

En el capítulo 7 de este documento se muestran las principales conclusiones y aplicaciones prácticas obtenidas en la elaboración de la presente Tesis Doctoral. Las conclusiones y sus aplicaciones prácticas al entrenamiento expuestas en este apartado amplían el conocimiento acerca de la CF en jugadores de baloncesto y la evaluación a través de test específicos. Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en los estudios que conforman la Tesis Doctoral, las conclusiones se han organizado en función de los objetivos planteados (Figura 39).

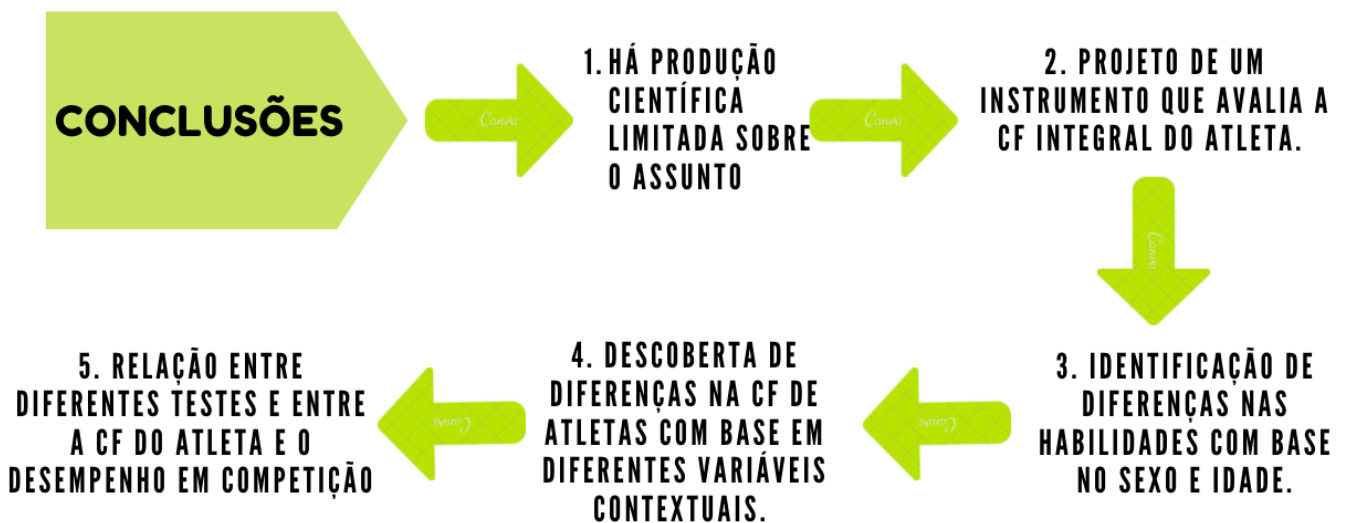


Figura 40. Resumo das principais conclusões da Tese de Doutorado.

### 7.1. Objetivo 1. Conhecer o nível de evidência científica sobre os testes de condição física no basquetebol.

A realização da revisão sistemática determinou na análise dos documentos selecionados que não há um uso generalizado de testes específicos do basquetebol para avaliar a aptidão física de jogadores de basquetebol. A maioria dos testes encontrados são de natureza geral com o objetivo de comparar sujeitos de diferentes esportes ou em diferentes condições com a mesma habilidade ou capacidade. Os principais achados desta revisão foram conhecer os diferentes testes utilizados para avaliar as diferentes capacidades que compõem o estado físico-fisiológico do jogador de basquetebol.

## **7.2. Objetivo 2. Desenhar um instrumento para avaliar a condição física do jogador de basquetebol.**

Com esse objetivo em mente, foi abordado o desenho de um instrumento que combine diferentes testes de avaliação de CF que avaliem o jogador de basquetebol de forma abrangente. A conclusão decorrente deste objetivo é a proposta de uma bateria de teste. Além disso, é proposto um conjunto de recomendações para a realização dos testes. Para isso, podem ser feitas adaptações em função do nível, idade, material disponível ou familiaridade com o teste. A bateria do Teste Específico de Bateria de Basquetebol (SBAFIT) é composta pelos seguintes testes: i) Teste de Capacidade Aeróbica; ii) Teste de Capacidade Anaeróbia Lática; iii) Teste de Força Máxima da Parte Inferior do Corpo; iv) Teste Multi-saltos; v) Teste de Velocidade de Deslocamento; vi) Teste de Agilidade e vii) Teste de Força Centrípeta.

Essa bateria é o primeiro documento que agrupa um conjunto de testes de campo e específicos do basquetebol para avaliar a CF do atleta de forma transversal. Além disso, é a primeira bateria de testes que introduz a avaliação da força centrípeta em esportes coletivos, sendo uma proposta inédita na literatura. Os resultados da bateria SBAFIT permitem obter os perfis CF dos jogadores.

## **7.3. Objetivo 3. Analisar e quantificar as demandas físico-fisiológicas com base na idade e sexo.**

O conhecimento gerado sobre as demandas que os jogadores de basquetebol enfrentam durante a realização de diferentes testes de CF permite que os treinadores otimizem seus processos de treinamento. Portanto, as conclusões apresentadas nesta seção estão organizadas de acordo com o tipo de análise realizada. Para isso, são realizadas avaliações de aptidão física por meio de testes de CF. A escolha do teste é importante e pode afetar o resultado final.

### *Capacidade Aeróbica e Anaeróbica*

As demandas físicas aeróbias e anaeróbias em jogadores do sexo masculino aumentam com a idade e há uma melhora no desempenho técnico-tático. Os resultados obtidos aumentam progressivamente com a idade nas três categorias, mostrando a influência do desenvolvimento maturacional e da experiência esportiva. As demandas físicas aeróbias e anaeróbias dos jogadores aumentam

progressivamente com a idade e se estabilizam a partir dos 16 anos, atingindo um platô, sendo seu crescimento mais gradual.

#### *Força da Parte Inferior do Corpo e Velocidade*

Perfis específicos de aptidão física foram identificados em jogadores jovens relacionados à força máxima da parte inferior do corpo e sua velocidade de movimento. Os resultados fornecem novos conhecimentos sobre a evolução dessas habilidades de acordo com a idade e o sexo.

Em relação aos resultados por gênero, os jogadores do sexo masculino obtêm melhores valores do que as do sexo feminino (independente da idade) em força e velocidade máxima da parte inferior do corpo. Os achados mais importantes mostram que há uma melhora nas habilidades relacionadas ao desenvolvimento maturacional do atleta. No entanto, a força reativa dos jovens jogadores de basquetebol não é condicionada pelo sexo.

#### *Idade*

Verificam-se as diferenças nas três categorias entre os sexos, tanto ao nível das variáveis Carga interna objetiva como Carga externa objetiva. Está comprovado que o desenvolvimento maturacional nessas categorias formativas implica em algumas diferenças na CF entre homens e mulheres.

#### *Sexo*

Recomenda-se que desde o início da puberdade o treinamento entre jogadores seja diferenciado por apresentarem manifestações físico-táticas diferentes, algo que não acontecia em idades anteriores, e por serem capazes de treinar juntos.

##### 7.3.1. As aplicações práticas desta seção foram as seguintes:

✓ O trabalho de força em sessões específicas deve ser projetado para jogadores que já passaram da puberdade, enquanto os jogadores mais jovens devem priorizar as sessões com exercícios para aplicação de força.

✓ Em relação à proporção de tempo e intensidade de trabalho e tempo de recuperação, jogadores mais velhos e homens devem treinar essas habilidades com proporções menores (menos tempo de descanso), enquanto jogadores mais jovens

ou mulheres devem usar proporções maiores no trabalho nessas habilidades (tempo de descanso mais longo por unidade de trabalho).

✓ O conhecimento prático é contribuído para o campo da formação em uma população em desenvolvimento evolutivo. Portanto, para melhorar a altura do salto neste teste, não só é necessário um treinamento de força da parte inferior do corpo, mas também um treinamento específico e coordenado deve ser realizado para melhorar esta ação.

#### **7.4. Objetivo 4. Analisar e descrever a influência de diferentes variáveis contextuais nas demandas que os atletas suportam.**

Nesta Tese de Doutorado ele desenvolveu diversos estudos inéditos na literatura que analisam a Carga Interna e Externa suportada por jogadores de basquetebol, levando em consideração diferentes variáveis contextuais como a influência da metodologia de treinamento no desenvolvimento do CF, o momento da temporada. ou a posição de jogo.

##### *Influência da metodologia de treinamento*

Com base nos resultados obtidos nos diferentes testes de avaliação de CF realizados em ambas as equipes, pode-se afirmar que a equipe sob abordagem abrangente obtém melhores resultados no teste de Capacidade Aeróbia e Capacidade Anaeróbia Lática do que a equipe com abordagem tradicional.

##### *Influência da posição de jogo*

Os resultados obtidos na análise das mulheres sub-18 mostram que há diferenças nas demandas das provas de CF entre jogadoras com posições de jogo diferentes. O planejamento do treinamento deve ser elaborado de acordo com os jogadores e habilidades ou necessidades especiais que cada jogador possui, por isso, um planejamento genérico, sem atender às necessidades individuais da posição específica causa um déficit de desempenho.

Em relação aos atletas de elite, essas diferenças são acentuadas e mostram diferenças em todos os testes de avaliação da CF entre todas as posições, identificando perfis diferentes. No basquetebol feminino, as jogadoras possuem

diferentes perfis de CF, adaptados às demandas do jogo. Os resultados fornecem conhecimentos objetivos e específicos sobre a variabilidade dos jogadores frente a um mesmo estímulo.

#### *Influência do momento da temporada*

As diferenças na evolução do CF ao longo da temporada foram analisadas de acordo com a posição do jogo. A evolução é identificada nos três momentos da temporada independente da posição de jogo dos jogadores. Dependendo do planejamento feito pelo treinador, a progressão no CF pode ser positiva ou negativa.

7.4.1. As aplicações práticas desta seção foram as seguintes:

✓ O planejamento das sessões é elaborado sob metodologias abrangentes para favorecer o estado condicional do atleta.

✓ A avaliação do CF em diferentes momentos da temporada permite saber com mais exatidão o estado físico em que se encontra o atleta.

✓ A avaliação do CF em diferentes momentos da temporada permite ao técnico saber se o planejamento das sessões de treinamento está atingindo o objetivo físico definido anteriormente. Além disso, caso o planejamento não atinja o objetivo planejado, a avaliação do CF determina quais habilidades requerem um determinado trabalho.

✓ Além disso, permite conhecer cada jogador individualmente e suas necessidades individuais.

✓ Também permite saber o estado dos jogadores com base na posição do jogo e o impacto que têm na competição.

✓ A possibilidade de realizar diferentes avaliações de CF durante a temporada permite que em caso de lesão ou período de inatividade, o estado físico que o atleta tinha antes desse período seja conhecido para planejar sessões de treinamento que permitam ao atleta atingir o estado como desejado.

**7.5. Objetivo 5. Analisar as relações entre os diferentes testes de avaliação de aptidão e a influência nos indicadores de desempenho fornecidos pela competição.**

*Relação entre testes de aptidão*

Os resultados obtidos na análise de correlação entre diferentes testes de avaliação de CF mostram uma relação entre variáveis de diferentes testes. Portanto, com o objetivo principal de poder minimizar o tempo de avaliação durante o treinamento, afirma-se que, diante de dois testes com equidade de dados, a escolha deve ser a mais específica, pois a confiabilidade e a validade dos dados serão maiores.

*Relação entre condição física e indicadores de jogo em competição*

Os resultados obtidos mostram uma relação entre o desempenho físico e técnico obtido durante a competição. O desempenho técnico-tático feminino está relacionado ao perfil CF das jogadoras. Portanto, pode-se comprovar a importância do desempenho físico do atleta no resultado da competição.

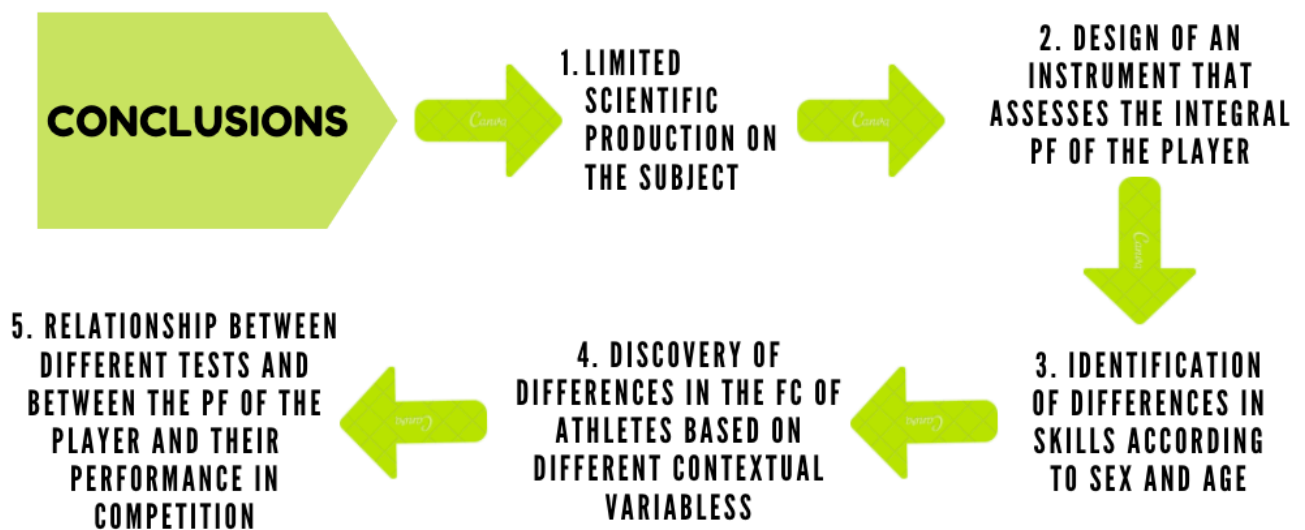
7.5.1. As aplicações práticas desta seção foram as seguintes:

✓ A relação entre as variáveis permite economizar tempo na avaliação do CF. Além disso, permite ter uma visão global da condição física do atleta sem ter que enfrentar tantos testes, evitando assim gerar alto cansaço no atleta que pode levar a lesões ou déficit agudo de performance.

✓ Conhecendo a posição de jogo de cada atleta e os indicadores de desempenho obtidos em competição, podem ser planejados treinamentos onde se aprimore o trabalho da habilidade que mais afeta o desempenho daquele IdJ.

## CONCLUSIONS AND PRACTICAL APLICATIONS

Chapter 7 shows the main conclusions and practical applications obtained in the development of this Doctoral Thesis. The conclusions and their practical applications to training presented in this section extend the knowledge about PF in basketball players and the evaluation through specific tests. Taking into account the results obtained in the studies that form the Doctoral Thesis, the conclusions have been organized according to the objectives set (Figure 39).



**Figure 40.** Summary of the main conclusions of the Doctoral Thesis

### **7.1. Objective 1. To know the level of scientific evidence on physical fitness tests in basketball.**

The elaboration of the systematic review in the analysis of the selected documents has determined that there is no widespread use of basketball-specific tests to assess the physical fitness of basketball players. Most of the tests found are of a general nature with the aim of comparing subjects of different sports or in different conditions when facing a similar ability or capacity. The main findings of this review were to know the different tests used to evaluate the different capacities that make up the physical-physiological condition of the basketball player.

## **7.2. Objective 2. To design an instrument to assess the physical fitness of the basketball player.**

With this objective in mind, the design of an instrument that combined different PF assessment tests that evaluated the basketball player comprehensively was addressed. The conclusion resulting from this objective is then the proposal of a test battery. In addition, a set of recommendations is proposed to carry out the tests. For this, several adaptations can be made depending on the level, age, available material or familiarity with the test. The Specific Battery Basketball Test (SBAFIT) battery is composed of the following tests: i) Aerobic Capacity Test; ii) Lactic Anaerobic Capacity Test; iii) Maximum Lower Body Strength Test; iv) MultiJump Test; v) Speed of Displacements Test; vi) Agility Test; and vii) Centripetal Force Strength Test.

This battery is the first document that groups together a set of field tests and basketball specific tests in order to evaluate the athlete's PF transversally. In addition, it is the first test battery that introduces the assessment of centripetal force in team sports, being a novel proposal in the existing literature. The SBAFIT battery results enable to obtain the PF profiles of the players.

## **7.3. Objective 3. To analyse and quantify the physical-physiological demands based on age and sex.**

The knowledge generated about the demands that basketball players face during the performance of different PF tests allows coaches to optimize their training processes. Therefore, the conclusions presented in this section are organized according to the type of analysis carried out. To do this, assessments of physical fitness are carried out through PF tests. The choice of test is important and can affect the final result.

### *Aerobic and Anaerobic Capacity*

The aerobic and anaerobic physical demands in male players increase with age and there is an improvement in technical-tactical performance. The obtained results increase progressively with age in the three categories, showing the influence of maturational development and sports experience. The aerobic and anaerobic physical demands of female players increase progressively with age and stabilize after the age of 16, reaching a plateau, with their growth being more gradual.



### *Lower Body Strength and Speed*

Specific profiles of physical fitness were identified in young players related to the maximum strength of the lower body and their speed of movement. The results provide new knowledge about the evolution of these skills according to age and sex.

Regarding the results according to sex, male players obtain better values than female players (regardless of age) in maximum lower body strength and speed. The most important findings show that there is an improvement in skills related to the athlete's maturational development. However, the reactive strength of young basketball players is not conditioned by sex.

### *Age*

The differences in the three categories between sexes are verified, both at the level of the variables Objective Internal Load and Objective External Load. It is proven that the maturational development in these formative categories implies some differences in PF between men and women.

### *Sex*

It is recommended differentiating the training between male and female players from the beginning of puberty because they present different physical-tactical manifestations, something that does not happen in previous ages when they are able to train together.

7.3.1. The practical applications of this section were the following:

- ✓ The work of strength in specific sessions should be designed for players who have gone through puberty, while younger players should prioritize sessions with exercises to apply strength.

- ✓ Regarding the proportion of time and intensity of work and recovery time, older players and male players should train these skills with lower proportions (less rest time), while younger players or female players should use higher proportions in the work of these skills (longer rest time per unit of work).

- ✓ Practical knowledge is broadened to the field of training in a population in evolutionary development. Therefore, to improve the jump height in this test, not only

is a strength training of the lower body necessary, but also a specific and coordinated training must be carried out to improve this action.

#### **7.4. Objective 4. To analyse and describe the influence of different contextual variables on the demands that athletes support.**

In this Doctoral Thesis, different novel studies in the literature that analyse the Internal and External Load supported by basketball players have been developed, taking into account different contextual variables such as the influence of the training methodology on the development of PF, the time of the season or the game position.

##### *Influence of the training methodology:*

Based on the results obtained in the different PF assessment tests carried out on both teams, it can be affirmed that the team under a comprehensive approach obtains better results in the Aerobic Capacity and Lactic Anaerobic Capacity test than the team under a traditional approach.

##### *Influence of game position:*

The results obtained in the analysis of Under 18 women show that there are differences in the demands of the PF tests between players with different game positions. The planning of the training must be designed according to the players and to the skills or special needs that each player has. For this reason, a generic planning without attending to the individual needs of the specific position causes a performance deficiency.

With regard to professional athletes, those differences are accentuated and show differences in all the PF assessment tests between all positions, identifying different profiles. In women's basketball, the players have different PF profiles, adapted to the demands of the game. The results provide objective and specific knowledge about the variability of the players in the face of the same stimulus.

##### *Influence of the moment of the season:*

The differences in the evolution of the PF during the season were analysed according to the position of the game. An evolution is identified in the three moments of the

season regardless of the game position of female players. Depending on the planning made by the coach, the progression in PF can be positive or negative.

7.4.1. The practical applications of this section were the following:

- ✓ The planning of the sessions is designed under comprehensive methodologies to favour the conditional state of the athlete.

- ✓ The assessment of PF at different times of the season enables to know more exactly the physical state of the player.

- ✓ The evaluation of PF at different times of the season allows the coach to know if the planning of the training sessions is achieving the physical objective previously set. In addition, in case the planning does not achieve the planned objective, the assessment of PF determines which skills require a specific work.

- ✓ Moreover, it enables to know each player individually and their individual needs.

- ✓ It also makes possible to know the condition of the players based on the game position and the repercussion they have on the competition.

- ✓ The possibility of carrying out different PF assessments during the season enables to know in the event of an injury or a period of inactivity the physical state that the athlete had prior to that period so that the coach can plan training sessions that allows the athlete to reach the condition as desired.





# *CAPÍTULO 8. FORTALEZAS, LIMITACIONES Y PROSPECTIVAS DE FUTURO*





*“De nada sirve lamentar la ignorancia del pasado desde la sabiduría del presente”*  
**Pablo d’Ors**  
Escritor





## **CAPITULO 8. FORTALEZAS, LIMITACIONES Y PROSPECTIVAS DE FUTURO**

El presente apartado expone las principales fortalezas, limitaciones y de los estudios, además de las perspectivas de investigación derivadas de la presente Tesis Doctoral.

### **8.1. Fortalezas de los estudios**

La presente Tesis Doctoral ha sido precursora en el análisis y evaluación de la CF de jugadores de baloncesto. A continuación se detallan las fortalezas que presenta esta Tesis Doctoral:

- Hasta el momento de publicación, no existían revisiones bibliográficas que aportasen una visión global del estado de la CF en jugadores de baloncesto y el empleo de que test de valoración empleaban en función de la habilidad a evaluar.
- Se diseñó por primera vez un instrumento que diseñase de manera integral a través de test de campo y específicos la CF de jugadores de baloncesto (Batería SBAFIT).
- El empleo de este instrumento facilita la reproducción en diferentes contextos sin importar el nivel deportivo, la edad, el material del que se disponga o la experiencia deportiva de los practicantes.
- La mayoría de los resultados obtenidos son de equipos en categorías de formación, una práctica poco usual, puesto que la mayoría de las investigaciones toman como muestras a jugadores adultos en ligas profesionales o combinados nacionales.
- Esta Tesis Doctoral aporta un nuevo conocimiento al mundo del entrenamiento del baloncesto en etapas formativas y aporta unos valores que pueden ser tenidos como referencia a la hora de realizar futuras valoraciones, puesto que hasta el momento se adaptaban resultados que obtenían sujetos de alto nivel que muestran características físicas y morfológicas diferentes a los evaluados.
- El diseño de la batería aunque está formado por varios test que evalúan las habilidades mas importantes que repercuten en la práctica del baloncesto, la relación entre test facilita la evaluación y ahorra de tiempo y esfuerzo al deportista para tener un análisis integral e individualizado del estado físico del deportista.

- Se muestra relación entre el nivel de CF de los deportistas con el rendimiento que tienen en competición. Este último apartado corrobora la importancia del trabajo del apartado físico en un equipo y la repercusión que tienen algunas habilidades en la consecución de determinados IdJ.

## **8.2. Limitaciones de los estudios**

A continuación, se exponen en la presente Tesis Doctoral las limitaciones encontradas que han interferido el desarrollo de los estudios que la conforman:

- En algunos de las investigaciones los participantes está formada por un grupo reducido de jugadores.
- Los jugadores analizados en categorías de formación pertenecen a una zona geográfica determinada y concreta. Las características que tienen los jugadores puede que no sean similares en otras zonas geográficas.
- El equipo femenino analizado en el estudio que busca relaciones entre la CF de las jugadoras y los IdJ durante la competición es el mejor equipo femenino de España, la calidad física y técnico-táctica de las jugadoras que conforman la plantilla puede afectar a los resultados obtenidos.
- Existe escasez de trabajos científicos que realicen análisis de CF empleando los instrumentos empleados en esta Tesis Doctoral (dispositivos inerciales y Bateria de Test SBAFIT) resultando un gran inconveniente puesto que los resultados obtenidos no podían ser comparados o discutidos.

## **8.3. Prospectivas de investigación**

En la presente Tesis Doctoral se han realizados novedosas evaluaciones de la CF para jugadores de baloncesto. Estas novedades no solo se centran en la batería empleada sino en el uso de dispositivos inerciales para caracterizar la CF del deportista. Sin embargo, la ciencia está en continuo avance y los nuevos tópicos de investigación permiten seguir generando conocimiento científico y en algunos casos, mejorando el ya existente. Por ello, se plantean las siguientes prospectivas de futuro:

- Aumentar el número de jugadores analizados, sobretodo teniendo en cuenta los grupos de edad en los que la muestra es más baja.

- Analizar a jugadores en etapa de formación de otras zonas geográficas con el objetivo de conocer si los resultados obtenidos en esta Tesis Doctoral pueden ser generalizables.
- Realizar la evaluación integral de la CF a equipos profesionales. Sería muy interesante evaluar a equipos profesionales con el objetivo de obtener información sobre este tipo de jugadores, analizar las posibles diferencias entre posiciones, titulares/ suplementes, momentos de la temporada. Así como, obtener perfiles de rendimiento que complementen a los mostrados en esta Tesis Doctoral y aportar un conocimiento sobre la evolución de la CF en todas las etapas del deportista.
- Aumentar la muestra de equipos para realizar investigaciones en el que se buscan relaciones entre el estado de CF y los IdJ en competición atendiendo a diferentes variables contextuales (sexo, profesional/amateur, clasificación, nivel de juego, titulares/suplentes, ...). El análisis de la CF y de los IdJ reside en la importancia que tiene la CF en la competición. Obtener evidencias científicas en diferentes muestras aportará confirmará la importancia del apartado físico del deportista y la necesidad de cuidar al jugador. Esto ayudará a organizar mejores entrenamientos, dotarlos de mayor tiempo y medios y que el trabajo físico ocupe la importancia que tiene en la preparación del deportista.
- Analizar la CF de árbitros realizando una selección o adaptación de los test de la batería SBAFIT. Los árbitros son muy importantes en este deporte y una pieza fundamental de la competición. Al igual que los deportistas, un árbitro que no goza de buen estado de CF no podrá desempeñar su labor óptimamente. Como deportistas que son y que participan de la competición, tener un control sobre su estado físico ayudará a conocer individualmente sus puntos fuertes y en cuales debe focalizar su entrenamiento.
- Diseñar y validar nuevos test de valoración de la CF. El baloncesto es un deporte cambiante y que a menudo su práctica se realiza a mayor velocidad e intensidad. Por ello, se pretende diseñar test que evalúen la capacidad explosiva del deportista y otras habilidades secundarias que se requieren durante la competición.
- Realizar diseños experimentales relacionados con la mejora de habilidades analizadas que influyen en el baloncesto. Para ello, se diseñaran procesos de entrenamientos enfocados en la mejora de una o varias habilidades y que pasado un

tiempo de entreno bajo este diseño, se volverán a evaluar las habilidades y comprobar la eficiencia del entrenamiento planificado.

- Analizar si el nivel de CF se relaciona con el rendimiento del deportista durante los entrenamientos y durante la competición. En esta tesis se han mostrado evidencias científicas de la influencia que tiene la CF en la competición en un equipo élite femenino. Para ello, se pretende repetir el diseño en diferentes equipos de élite y formación y conocer la influencia del resultado final o la posición en la tabla entre otras variables-



# *CAPÍTULO 9. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS*





*“El entrenamiento es un 25% ARTE, el 75% restante es CIENCIA”*

**Miguel Ángel Rodellar**

Preparador Físico Andorra ACB





## CAPÍTULO 9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdelkrim, B.N., Chaouachi, A., Chamari, K., Chtara, M., & Castagna, C. (2010). Positional role and competitive-level differences in elite level men's basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24, 1346-1355.
- Abdelkrim, N. B., Castagna, C., Jabri, I., Battikh, T., El Fazaa, S., & El Ati, J. (2010). Activity profile and physiological requirements of junior elite basketball players in relation to aerobic-anaerobic fitness. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(9), 2330-2342.
- Abdelkrim, N. B., El Fazaa, S., & El Ati, J. (2007). Time-motion analysis and physiological data of elite under-19-year-old basketball players during competition. *British Journal of Sports Medicine*, 41(2), 69-75.
- Alarcón, F., Cárdenas, D & Ureña, N. (2008). Influencia de los factores de organización de las tareas de aprendizaje sobre los tiempos de práctica del jugador de baloncesto. *Apunts, Educación Física y Deportes*, 92, 46- 55.
- Alemdaroğlu, U. (2012). The relationship between muscle strength, anaerobic performance, agility, sprint ability and vertical jump performance in professional basketball players. *Journal of Human Kinetics*, 31(1), 149-158.
- Allison, S. y Thorpe, R. (1997). A Comparison of the Effectiveness of two approaches to Teaching Games within Physical Education. A Skills approach versus a Games for Under- standing approach. *The British Journal of Physical Education*, 28(3), 9-13.
- Aoki, M. S., Ronda, L. T., Marcelino, P. R., Drago, G., Carling, C., Bradley, P. S., & Moreira, A. (2017). Monitoring training loads in professional basketball players engaged in a periodized training program. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(2), 348-358.
- Apostolidis, N., Nassis, G. P., Bolatoglou, T., & Geladas, N. D. (2004). Physiological and technical characteristics of elite young basketball players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 44(2), 157-163.
- Ato, M., López-García, J. J., & Benavente, A. (2013). Un sistema de clasificación de los diseños de investigación en psicología. *Anales de Psicología*, 29(3), 1038-1059.
- Balsom, P. D., Seger, J. Y., Sjödin, B., & Ekblom, B. (1992). Physiological responses to maximal intensity intermittent exercise. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 65(2), 144-149.
- Bangsbo, J. (2008). *Entrenamiento de la condición física en el fútbol*. Barcelona,

España: Editorial Paidotribo.

- Barreira, P., Robinson, M. A., Drust, B., Nedergaard, N., Raja Azidin, R. M. F., & Vanrenterghem, J. (2017). Mechanical Player Load™ using trunk-mounted accelerometry in football: Is it a reliable, task-and player-specific observation?. *Journal of Sports Sciences*, 35(17), 1674-1681.
- Bastida-Castillo, A., Gómez-Carmona, C. D., la Cruz-Sánchez, D., Reche-Royo, X., Ibáñez, S. J., & Pino-Ortega, J. (2019). Accuracy and inter-unit reliability of Ultra-Wide-Band tracking system in indoor exercise. *Applied Sciences*, 9(5), 939-950.
- Bedi, J. F., Cresswell, A. G., Engel, T. J., & Nicol, S. M. (1987). Increase in jumping height associated with maximal effort vertical depth jumps. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 58(1), 11-15.
- Behm, D. G., Drinkwater, E. J., Willardson, J. M., & Cowley, P. M. (2010). The use of instability to train the core musculature. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 35(1), 91-108.
- Billat, V. (2002). *Fisiología y metodología del entrenamiento. De la teoría a la práctica* (Vol. 24). Barcelona: Editorial Paidotribo.
- Binnetoğlu, F. K., Babaoğlu, K., Altun, G., & Kayabey, Ö. (2014). Effects that different types of sports have on the hearts of children and adolescents and the value of two-dimensional strain-strain-rate echocardiography. *Pediatric Cardiology*, 35(1), 126-139.
- Bishop, P. A., Jones, E., & Woods, A. K. (2008). Recovery from training: a brief review: brief review. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(3), 1015-1024.
- Bloomfield, J., Polman, R., O'Donoghue, P., & McNaughton, L. A. R. S. (2007). Effective speed and agility conditioning methodology for random intermittent dynamic type sports. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(4), 1093-1100.
- Bobbert, M. F., & Huijing, P. A. (1987). Drop jumping. II. The influence of dropping height on the biomechanics of drop jumping. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 19(4), 339-346.
- Bompa, T. O., & Buzzichelli, C. A. (2017). *Periodización del entrenamiento deportivo*. Barcelona, España: Editorial Paidotribo.
- Boone, J., & Bourgois, J. (2013). Morphological and physiological profile of elite basketball players in Belgium. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 8(6), 630-638.

- Boone, J., Deprez, D., & Bourgois, J. (2014). Running economy in elite soccer and basketball players: differences among positions on the field. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 14(3), 775-787.
- Borg, G. (1975). Simple rating for estimation of perceived exertion. *Physical Work and Effort*, 39-46.
- Bosco, C. (1994). *La valoración de la fuerza con el test de Bosco*. Barcelona, España: Editorial Paidotribo.
- Bottinelli, R., Canepari, M., Pellegrino, M. A., & Reggiani, C. (1996). Force-velocity properties of human skeletal muscle fibres: myosin heavy chain isoform and temperature dependence. *The Journal of Physiology*, 495(2), 573-586.
- Boyd, L. J., Ball, K., & Aughey, R. J. (2013). Quantifying external load in Australian football matches and training using accelerometers. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 8(1), 44-51.
- Buchanan, P. A., & Vardaxis, V. G. (2003). Sex-related and age-related differences in knee strength of basketball players ages 11–17 years. *Journal of Athletic Training*, 38(3), 231-237.
- Burr, J. F., Jamnik, R. K., Baker, J., Macpherson, A., Gledhill, N. & McGuire, E. J. (2008). Relationship of physical fitness test results and hockey playing potential in elite-level ice hockey players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(5), 1535-1543.
- Butterworth, A., O'Donoghue, P., & Cropley, B. (2013). Performance profiling in sports coaching: a review. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 13(3), 572-593.
- Calleja-González, J., Leibar, X., & Terrados, N. (2008) Análisis de la concentración de lactato en competición en jugadores internacionales junior de baloncesto. *Archivos Medicina del Deporte*, 25(123),11-18.
- Calleja-González, J., Mielgo-Ayuso, J., Lekue, J. A., Leibar, X., Erauzkin, J., Jukic, I., Ostojic, S.M., & Terrados, N. (2016). The Spanish “Century XXI” academy for developing elite level basketballers: design, monitoring and training methodologies. *The Physician and Sports Medicine*, 44(2), 148-157.
- Carbonell, A., Aparicio, V., & Delgado, M. (2009). Valoración de la condición física en futbolistas de categoría cadete. *Kronos*, 8(14), 101-106.
- Cárdenas, J. M., & Arancibia, H. (2014). Potencia estadística y cálculo del tamaño del efecto en G\* Power: complementos a las pruebas de significación estadística y su aplicación en psicología. *Salud & Sociedad*, 5(2), 210-244.

- Casamichana, D., Castellano, J., González-Morán, A., García-Cueto, H., & García-López, J. (2011). Demanda fisiológica en juegos reducidos de fútbol con diferente orientación del espacio. *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 7(23), 141-154
- Castagna, C., Abt, G., Manzi, V., Annino, G., Padua, E., & D'ottavio, S. (2008). Effect of recovery mode on repeated sprint ability in young basketball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(3), 923-929.
- Castagna, C., Chaouachi, A., Rampinini, E., Chamari, K., & Impellizzeri, F. (2009). Aerobic and explosive power performance of elite Italian regional-level basketball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(7), 1982-1987.
- Castagna, C., Manzi, V., Impellizzeri, F., Chaouachi, A., Abdelkrim, N. B., & Ditroilo, M. (2010). Validity of an on-court lactate threshold test in young basketball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(9), 2434-2439.
- Chaouachi, A., Brughelli, M., Chamari, K., Levin, G. T., Abdelkrim, N. B., Laurencelle, L., & Castagna, C. (2009). Lower limb maximal dynamic strength and agility determinants in elite basketball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(5), 1570-1577.
- Cleary, T. J., & Zimmerman, B. J. (2001). Self-regulation differences during athletic practice by experts, non-experts, and novices. *Journal of Applied Sport Psychology*, 13(2), 185-206.
- Conte, D., Favero, T. G., Lupo, C., Francioni, F. M., Capranica, L., & Tessitore, A. (2015). Time-motion analysis of Italian elite women's basketball games: Individual and team analyses. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(1), 144-150.
- Coque, I. (2008). Valoración subjetiva de la carga del entrenamiento técnico- táctico. Una aplicación práctica (I). *Clínic*, 81, 39-43.
- Coque, I. (2009). Valoración subjetiva de la carga del entrenamiento técnico- táctico. Una aplicación práctica (II). *Clínic*, 82, 42-45.
- Csapo, R., Hoser, C., Gföller, P., Raschner, C., & Fink, C. (2018). Fitness, knee function and competition performance in professional alpine skiers after ACL injury. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 22(1), 39-43.
- Cubo, S. (2011). La investigación experimental. En Cubo, S., Marín, B., & Ramos, J.L. (Eds). *Métodos de investigación y análisis de datos en ciencias sociales y de la salud* (pp.235- 328). Madrid: Ediciones Pirámide.
- Cui, Y., Gómez, M. Á., Gonçalves, B., & Sampaio, J. (2018). Performance profiles of

- professional female tennis players in grand slams. *PloS One*, 13(7), e0200591.
- Cunniffe, B., Proctor, W., Baker, J. S., & Davies, B. (2009). An evaluation of the physiological demands of elite rugby union using global positioning system tracking software. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(4), 1195-1203.
- Del Campo, J., Álvarez, J., & Lorenzo, A. (2008). La percepción del esfuerzo: concepto, características y aplicación al control del entrenamiento en baloncesto. En: Terrados, N., y Calleja, J. (eds.). *Fisiología, Entrenamiento y Medicina del Baloncesto*. 1ª Edición. (pp. 121- 134) Badalona: Paidotribo.
- Del Fresno, D. B. (2008). Evolución de la condición física durante la temporada de un equipo de baloncesto júnior. *Lecturas: Educación Física y Deportes*, (122), 10.
- Delextrat, A., & Cohen, D. (2008). Physiological testing of basketball players: toward a standard evaluation of anaerobic fitness. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(4), 1066-1072.
- Delextrat, A., & Cohen, D. (2009). Strength, power, speed, and agility of women basketball players according to playing position. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(7), 1974-1981.
- Delextrat, A., Badiella, A., Saavedra, V., Matthew, D., Schelling, X., & Torres-Ronda, L. (2015). Match activity demands of elite Spanish female basketball players by playing position. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 15(2), 687-703.
- DeWeese, B. & Nimphius, S. (2016). Speed and agility program design and technique. En Triplett, N. T., & Haff, G.G. *Essentials of Strength and Conditioning* (pp. 521-557). Champaign, Estados Unidos: Human Kinetics.
- Doma, K., Leicht, A., Sinclair, W., Schumann, M., Damas, F., Burt, D., & Woods, C. (2018). Impact of exercise-induced muscle damage on performance test outcomes in elite female basketball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(6), 1731-1738.
- Doolittle, S. (1995). Teaching Net Games to Low – Skilled Students: A Teaching for Understanding Approach. *The Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, 66(7), 18-23.
- Drinkwater, E. J., Pyne, D. B., & McKenna, M. J. (2008). Design and interpretation of anthropometric and fitness testing of basketball players. *Sports Medicine*, 38(7), 565-578.
- Duarte, R., Batalha, N., Folgado, H., & Sampaio, J. (2009). Effects of exercise duration

and number of players in heart rate responses and technical skills during futsal small-sided games. *The Open Sports Sciences Journal*, 2, 1- 5.

- Erculj, F., Blas, M., & Bracic, M. (2010). Physical demands on young elite European female basketball players with special reference to speed, agility, explosive strength, and take-off power. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(11), 2970-2978.
- Fernández-Leo, A., Gómez-Carmona, C. D., García-Rubio, J., & Ibáñez, S. J. (2020). Influence of Contextual Variables on Physical and Technical Performance in Male Amateur Basketball: A Case Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(4), 1193.
- Feu, S., Ibáñez, S. J., Graça, A., & Sampaio, J. (2007). Evaluación psicométrica del cuestionario de orientación de los entrenadores en una muestra de entrenadores españoles de balonmano. *Psicothema*, 19(4), 699-705.
- Field, A. (2009). *Discovering statistics using SPSS*. Londres, Reino Unido: Sage publications.
- Ford, P. R., Yates, I., & Williams, A. M. (2010). An analysis of practice activities and instructional behaviours used by youth soccer coaches during practice: exploring the link between science and application. *Journal of Sports Sciences*, 28(5), 483-495.
- Fort-Vanmeerhaeghe, A., Montalvo, A., Latinjak, A., & Unnithan, V. (2016). Physical Characteristics of Elite Adolescent Female Basketball Players and Their Relationship to Match Performance. *Journal of Human Kinetics*, 53(1), 167-178. doi:10.1515/hukin-2016-0020.
- García-Ceberino, J. M., Antúnez, A., Feu, S., & Ibáñez, S. J. (2020). Quantification of internal and external load in school football according to gender and teaching methodology. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(1), 344-362.
- García-Coll, V., Ruiz-Pérez, L. M., & Graupera, J. L. G. (2009). Perfiles decisionales de jugadores y jugadoras de voleibol de diferente nivel de pericia. *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte*,(14), 123-137.
- García-Gil, M., Torres-Unda, J., Esain, I., Duñabeitia, I., Gil, S. M., Gil, J., & Irazusta, J. (2018). Anthropometric parameters, age, and agility as performance predictors in elite female basketball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(6), 1723-1730.
- García-Rubio, J., Carreras, D., Feu, S., Antúnez, A., & Ibáñez, S. J. (2020). Citius, altius, fortius; Is it enough to achieve success in basketball?. *International Journal*

of *Environmental Research and Public Health*, 17(20), 7355.

- García-Tabar, I., Llodio, I., Sánchez-Medina, L., Ruesta, M., Ibañez, J., & Gorostiaga, E. M. (2015). Heart rate-based prediction of fixed blood lactate thresholds in professional team-sport players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(10), 2794-2801.
- Gharbi, Z., Dardouri, W., Haj-Sassi, R., Chamari, K., & Souissi, N. (2015). Aerobic and anaerobic determinants of repeated sprint ability in team sports athletes. *Biology of Sport*, 32(3), 207-212.
- Gomes, J. H., Rebello Mendes, R., Almeida, M. B. D., Zanetti, M. C., Leite, G. D. S., & Ferreira Júnior, A. J. (2017). Relationship between physical fitness and game-related statistics in elite professional basketball players: Regular season vs. playoffs. *Motriz: Revista de Educação Física*, 23(2), 1-7.
- Gómez-Ruano, M. A., & Lagos-Peñas, C. (2018). ¿Cristiano Ronaldo o Messi? ¿Quién es mejor? El diseño de perfiles de rendimiento. En Gómez-Ruano, M. A., & Lagos-Peñas, C. (Eds.). *Los números del gol: Cómo ayudar a tomar decisiones en el fútbol a partir del análisis de datos*. Madrid, España: Independently Published.
- Gonzalo-Skok, O., Tous-Fajardo, J., Suarez-Arrones, L., Arjol-Serrano, J. L., Casajús, J. A., & Mendez-Villanueva, A. (2017). Single-leg power output and between-limbs imbalances in team-sport players: Unilateral versus bilateral combined resistance training. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(1), 106-114.
- Gonzalo-Skok, O., Serna, J., Rhea, M. R., & Marín, P. J. (2015). Relationships between functional movement tests and performance tests in young elite male basketball players. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 10(5), 628-638.
- Green, M. R., Pivarnik, J. M., Carrier, D. P., & Womack, C. J. (2006). Relationship between physiological profiles and on-ice performance of a National Collegiate Athletic Association Division I hockey team. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(1), 43-46.
- Grissom, R.J., & Kim, J.J. (2012). *Effect sizes for research: Univariate and Multivariate Applications*. New York, Estados Unidos: Routledge.
- Haizlip, K. M., Harrison, B. C., & Leinwand, L. A. (2015). Sex-based differences in skeletal muscle kinetics and fiber-type composition. *Physiology*, 30(1), 30-39.
- Halouani, J., Chtourou, H., Gabbett, T., Chaouachi, A., & Chamari, K. (2014). Small-sided games in team sports training: A brief review. *The Journal of Strength*

*Conditioning Research*, 28(12), 3594- 3618.

- Heredia, J. M., Chiroso, I. J., Roldán, J. A., & Chiroso, L. J. (2009). Estudio comparativo de la capacidad de realizar sprints repetidos entre jugadores de balonmano y baloncesto amateurs y profesionales. *Apunts. Medicina de l'Esport*, 44(164), 163-173.
- Hernández J. (1994). *Análisis de las estructuras del juego deportivo*. Barcelona, España: INDE.
- Hill-Haas, S., Dawson, B., Coutts, A., & Rowsell, G. (2009). Physiological responses and time-motion characteristics of various small-sided soccer games in youth players. *Journal of Sports Sciences*, 27(1), 1- 8.
- Hoare, D. G. (2000). Predicting success in junior elite basketball players- the contribution of anthropometric and physiological attributes. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 3(4), 391-405.
- Hoffman, J. R., Tenenbaum, G., Maresh, C. M., & Kraemer, W. J. (1996). Relationship between athletic performance tests and playing time in elite college basketball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 10(2), 67-71.
- Hopkins, W. G., Marshall, S. W., Batterham, A. M., & Hanin, J. (2009). Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41, 3-12.
- Hulka, K., Cuberek, R. & Bělka, J. (2013). Análisis de frecuencia cardíaca y movimiento de tiempo en los mejores jugadores junior durante los partidos de baloncesto. *Acta Gymnica*, 43 (3), 27-35.
- Ibáñez, S. J. (2008). La planificación y el control del entrenamiento técnico-táctico en baloncesto. En N. Terrados & J. Calleja (Coord.), *Fisiología, entrenamiento y medicina del baloncesto* (pp. 299-313). Barcelona, España: Editorial Paidotribo.
- Ibáñez, S. J., Antúnez, A., Pino-Ortega, J., & García-Rubio, J. (2018). Control del entrenamiento mediante el empleo de tecnologías en tiempo real en balonmano. En S. Feu, J. García-Rubio, & S. J. Ibáñez (Ed.), *Avances científicos para el aprendizaje y desarrollo del balonmano* (pp. 167-192). Cáceres, España: Universidad de Extremadura.
- Ibáñez, S. J., Feu, S., & Cañadas, M. (2016). Sistema integral para el análisis de las tareas de entrenamiento, SIATE, en deportes de invasión. *E- balonmano. com: Revista de Ciencias del Deporte*, 12(1), 3-30.
- Ibáñez, S. J., Feu, S., García, J., Parejo, I., & Cañadas, M. (2009). Shot differences between professional (ACB) and amateur (EBA) basketball teams. Multifactorial



- study. *Revista de Psicología del Deporte* (Supl. 18), 313-317.
- Ibáñez, S. J., García, J., Feu, S., Lorenzo, A., & Sampaio, J. (2009). Effects of consecutive basketball games on the game-related statistics that discriminate winner and losing teams. *Journal of Sports Science & Medicine*, 8(3), 458.
- Ibáñez, S. J., Mancha-Triguero, D., Reina, M., & García-Rubio, J., (2019). Evaluación de la capacidad aeróbica y anaeróbica de jugadores de baloncesto en edades de formación. En P. Esper Di Cesare. *Baloncesto Formativo. La preparación Física 2, Camino hacia el alto rendimiento* (pp. 365-387). Buenos Aires, Argentina: Editorial Autores de Argentina.
- Ibáñez, S. J., Mazo, A., Nascimento, J., & Garcia-Rubio, J. (2018). The Relative Age Effect in under-18 basketball: Effects on performance according to playing position. *PloS One*, 13(7), 2-11.
- Ibáñez, S. J., Sáenz-López, P., & Gutiérrez, A. (1995a). Test SIG/AER, aeróbico específico sobre el terreno, para jugadores de baloncesto. En Unisport (Ed.) *Actas del Congreso Científico Olímpico 1992. Bioquímica, Fisiología del Ejercicio y Medicina del Deporte* (pp. 217-225). Málaga, España: Instituto Andaluz del Deporte.
- Ibáñez, S. J., Sáenz-López, P., & Gutiérrez, A. (1995b). Test SIG/ANA, anaeróbico específico sobre el terreno para jugadores de baloncesto. En Libro de Actas del Congreso Científico Olímpico 1995. *Bioquímica, Fisiología del Ejercicio y Medicina del Deporte*, 1st Ed. (pp. 209-216). Málaga, España: Instituto andaluz del Deporte
- Ibáñez, S. J., Sampaio, J., Feu, S., Lorenzo, A., Gómez, M. A., & Ortega, E. (2008). Basketball game-related statistics that discriminate between teams' season-long success. *European Journal of Sport Science*, 8(6), 369-372.
- Ibáñez, S. J., Sampaio, J., Sáenz-López, P., Giménez, J., & Janeira, M. A. (2003). Game statistics discriminating the final outcome of junior world basketball championship matches (Portugal 1999). *Journal of Human Movement Studies*, 45(1), 1-20
- Ibáñez, S. J., Santos, J. A., & García, J. (2015). Multifactorial analysis of free throw shooting in eliminatory basketball games. *International Journal Performance Analysis in Sport*, 15, 897-912.
- Ibáñez, S. J., Antúnez, A., Pino-Ortega, J., García-Rubio, J. (2018). Control del entrenamiento mediante el empleo de tecnologías en tiempo real en balonmano. En S. Feu, J., García-Rubio, S. J. Ibáñez, (Eds.). *Avances Científicos Para el Aprendizaje y Desarrollo del Balonmano* (pp. 167–192). Cáceres, España: Universidad de Extremadura.

- Imai, A., Kaneoka, K., Okubo, Y., & Shiraki, H. (2016). Immediate effects of different trunk exercise programs on jump performance. *International Journal of Sports Medicine*, 37(03), 197-201.
- Jakovljevic, S. T., Karalejic, M. S., Pajic, Z. B., Macura, M. M., & Erculj, F. F. (2012). Speed and agility of 12-and 14-year-old elite male basketball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(9), 2453-2459.
- Jara, D., Ortega, E., Gómez-Ruano, M. Á., Weigelt, M., Nikolic, B., & Sainz de Baranda, P. (2019). Physical and Tactical Demands of the Goalkeeper in Football in Different Small-Sided Games. *Sensors*, 19(16), 3605-3618.
- Kellmann, M., Bertollo, M., Bosquet, L., Brink, M., Coutts, A. J., Duffield, R., Erlacher, D., Halson, S. H., Hecksteden, A., Heidari, J., Kallus, K. W., Meeusen, R., Mujika, I., Robazza, C., Skorski, S., Venter, R., & Beckmann, J. (2018). Recovery and performance in sport: consensus statement. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(2), 240-245.
- Köklü, Y., Alemdaroğlu, U., Koçak, F., Erol, A., & Fındıkoğlu, G. (2011). Comparison of chosen physical fitness characteristics of Turkish professional basketball players by division and playing position. *Journal of Human Kinetics*, 30(1), 99-106.
- Korkmaz, C., & Karahan, M. (2012). A comparative study on the physical fitness and performance of male basketball players in different divisions. *Journal of Physical Education & Sports Science*, 6(1), 16-23.
- Krustrup, P., Mohr, M., Steensberg, A., Bencke, J., Kjær, M., & Bangsbo, J. (2006). Muscle and blood metabolites during a soccer game: implications for sprint performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38(6), 1165-1174.
- Laffaye, G., & Choukou, M. A. (2010). Gender bias in the effect of dropping height on jumping performance in volleyball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(8), 2143-2148.
- Lago-Peñas, C., Lorenzo-Calvo, A., Cárdenas, D., Alarcón, F., Ureña, A., Fuentes-Guerra, F. G., Gómez-Ruano, M. Á., Fradua, L., Sainz de Baranda-Andújar, P., Ibáñez, S. J., Verdu, I., Olmedilla, A., Torres-Luque, G., & Ortega-Toro, E. (2020). La creación de conocimiento en los deportes de equipo. Sobre el tamaño de la muestra y la generalización de los resultados. *JUMP*, (1), 7-8.
- Latzel, R., Hoos, O., Stier, S., Kaufmann, S., Fresz, V., Reim, D., & Beneke, R. (2018). Energetic profile of the basketball exercise simulation test in junior elite players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(6), 810-815.

- Liu, H., Gómez, M. A., & Lago-Peñas, C. (2015). Match performance profiles of goalkeepers of elite football teams. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 10(4), 669-682.
- Lorenzo, A. (2002). La detección del talento en los deportes colectivos. *Kronos*, 1(1), 15-23.
- Lorenzo, A., Ibáñez, S. J., & Ortega, E. (2010). *Aportaciones teóricas y prácticas para el baloncesto del futuro*. Sevilla, España: Wanceulen S.L.
- Mancha-Triguero, D., García-Rubio, J., Calleja-González, J., & Ibáñez, S. J. (2019a). Physical fitness in basketball players: A systematic review. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 59, 1513-1525.
- Mancha-Triguero, D., García-Rubio, J., & Ibáñez, S. J. (2019b). Batería de test de campo para evaluar la condición física de jugadores de baloncesto: SBAFIT. *E-balonmano.com: Revista de Ciencias del Deporte*, 15(2), 107-126.
- Mancha-Triguero, D., García-Rubio, J., Antúnez, A., & Ibáñez, S. J. (2020a). Physical and Physiological Profiles of Aerobic and Anaerobic Capacities in Young Basketball Players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(4), 1409-1425.
- Mancha-Triguero, D., García-Rubio, J., Gamonales, J. M., & Ibáñez, S. J. (2021a). Strength and Speed Profiles Based on Age and Sex Differences in Young Basketball Players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(2), 643.
- Mancha-Triguero, D., Gómez-Carmona, C. D., Gamonales, J. M., García-Rubio, J., Ibáñez, S. J., (2019c). ¿Existen diferencias entre la carga de un test de capacidad anaeróbica y un test de agilidad en jugadores de baloncesto?. *Brazilian Journal of Kinanthropometry and Human Performance*, 15(2), 107-126.
- Mancha, D., Ibáñez, S. J., Reina, M., & Antúnez, A. (2017). Comparative study about aerobic and anaerobic endurance for basketball players based on the training methodology. *Sport TK-Revista Euroamericana de Ciencias del Deporte*, 6(1), 183-192.
- Mancha-Triguero, D., Martín-Encinas, N., & Ibáñez, S. J. (2020b). Evolution of physical fitness in formative female basketball players: A case study. *Sports*, 8(7), 97-113.
- Mancha-Triguero, D.; Reina, M.; García-Rubio, J., & Ibañez, S. J. (2021). Does physical fitness influence the technical-tactical performance indicators in a professional female basketball team? *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte*. 64(17), 174-188. <https://doi.org/10.5232/ricyde2021.06404>

- Markovic, G., & Jaric, S. (2007). Is vertical jump height a body size-independent measure of muscle power?. *Journal of Sports Sciences*, 25(12), 1355-1363.
- Márquez, S. (2006). Estrategias de afrontamiento del estrés en el ámbito deportivo: fundamentos teóricos e instrumentos de evaluación. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, 6(2), 359-378.
- Mata Vulj, D., Kukolj, M., Ugarkovic, D., Tihanyi, J., & Jaric, S. (2001). Effects of plyometric training on jumping performance in junior basketball players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 41(2), 159-164.
- Mauchly, J. W. (1940). Significance test for sphericity of a normal n-variate distribution. *The Annals of Mathematical Statistics*, 11(2), 204-209.
- McCormick, B. T., Hannon, J. C., Newton, M., Shultz, B., Miller, N., & Young W. (2012). Comparison of Physical Activity in small-sided basketball games versus full-sided games. *International Journal of Sports Science and Coaching*, 7(4), 689-697.
- McGill, S. M., Andersen, J. T., & Horne, A. D. (2012). Predicting performance and injury resilience from movement quality and fitness scores in a basketball team over 2 years. *Journal of Strength Conditioning Research*, 26(7), 1131-1739
- McInnes, S. E., Carlson, J. S., Jones, C. J., & McKenna, M. J. (1995). The physiological load imposed on basketball players during competition. *Journal of sports sciences*, 13(5), 387-397.
- Meckel, Y., Gottlieb, R. y Eliakim, A. (2009). Repeated sprint tests in young basketball players at different game stages. *European Journal of Applied Physiology*, 107(3), 273.
- Ministerio de Cultura y Deporte. (2020). *Anuario de Estadísticas Deportivas 2020*. Madrid, España: Subdirección General de Atención al ciudadano, Documentación y Publicaciones.
- Moher, D., Shamseer, L., Clarke, M., Ghersi, D., Liberati, A., Petticrew, M., Shekelle, P., Lesley, A.S., & Group, P.P. (2015). Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. *Systematic Reviews*, 4(1), 1-9. doi:10.1186/2046-4053-4-1
- Montgomery, P. G., Pyne, D. B., & Minahan, C. L. (2010). The physical and physiological demands of basketball training and competition. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 5(1), 75-86.
- Moraes, H., Aoki, M. S., Freitas, C. G., Arruda, A. F. S., Drago, G., & Moreira, A. (2017). SIgA response and incidence of upper respiratory tract infections during intensified training in youth basketball players. *Biology of Sport*, 34(1), 49.

- Narazaki, K., Berg, K., Stergiou, N., & Chen, B. (2009). Physiological demands of competitive basketball. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 19, 425-432.
- Newell, J., Aitchison, T., & Grant, S. (2014). *Statistics for sports and exercise science: A practical approach*. Nueva York, Estados Unidos de América: Routledge.
- Nimphius, S., Callaghan, S. J., Bezodis, N. E., & Lockie, R. G. (2018). Change of direction and agility tests: Challenging our current measures of performance. *Strength & Conditioning Journal*, 40(1), 26-38.
- O'Donoghue, P. (2013). *Statistics for sport and exercise studies: An introduction*. Londres, Reino Unido: Routledge.
- Oh, S. L., Yoon, S. H., & Lim, J. Y. (2018). Age-and sex-related differences in myosin heavy chain isoforms and muscle strength, function, and quality: a cross sectional study. *Journal of Exercise Nutrition & Biochemistry*, 22(2), 43-50.
- Oliveira-Da-Silva, L., Sedano-Campo, S., & Redondo-Castán, J. C. (2013). Características del esfuerzo en competición en jugadoras de baloncesto de élite durante las fases finales de la Euroliga y el Campeonato del Mundo. *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 9(34), 360-376.
- Ostojic, S. M., Castagna, C., Calleja-González, J., Jukic, I., Idrizovic, K., & Stojanovic, M. (2014). The biological age of 14-year-old boys and success in adult soccer: Do early maturers predominate in the top-level game?. *Research in Sports Medicine*, 22(4), 398-407.
- Ostojic, S. M., Mazic, S., & Dikic, N. (2006). Profiling in basketball: Physical and physiological characteristics of elite players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(4), 740.
- Padulo, J., Attene, G., Migliaccio, G. M., Cuzzolin, F., Vando, S., & Ardigò, L. P. (2015). Metabolic optimisation of the basketball free throw. *Journal of Sports Sciences*, 33(14), 1454-1458.
- Padulo, J., Bragazzi, N. L., Nikolaidis, P. T., Dello Iacono, A., Attene, G., Pizzolato, F., Pupo, J.D., Zagatto, A. M., Oggianu, M., & Migliaccio, G. M. (2016). Repeated sprint ability in young basketball players: multi-direction vs. one-change of direction (Part 1). *Frontiers in Physiology*, 7, 133.
- Pardo, A., & Ruiz, M. Á. (2002). *SPSS 11: Guía para el análisis de datos*. Mc Graw Hill.
- Pareja-Blanco, F., Suarez-Arrones, L., Rodríguez-Rosell, D., López-Segovia, M., Jiménez-Reyes, P., Bachero-Mena, B., & González-Badillo, J.J. (2016).

- Evolution of determinant factors of repeated sprint ability. *Journal of Human Kinetics*, 54(1), 115-126.
- Peng, H. T. (2011). Changes in biomechanical properties during drop jumps of incremental height. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(9), 2510-2518.
- Peyer, K. L., Pivarnik, J. M., Eisenmann, J. C., & Vorkapich, M. (2011). Physiological characteristics of National Collegiate Athletic Association Division I ice hockey players and their relation to game performance. *The Journal of Strength Conditioning Research*, 25(5), 1183-92.
- Pino-Ortega, J., García-Rubio, J., & Ibáñez, S. J. (2018). Validity and reliability of the WIMU inertial device for the assessment of the vertical jump. *PeerJ*, 6, e4709.
- Pion, J., Segers, V., Fransen, J., Debuyck, G., Deprez, D., Haerens, L., Vaeyens, R., Philippaerts, R., & Lenoir, M. (2015). Generic anthropometric and performance characteristics among elite adolescent boys in nine different sports. *European Journal of Sport Science*, 15(5), 357-366.
- Prajapati, B., Dunne, M., & Armstrong, R. (2010). Sample size estimation and statistical power analyses. *Optometry Today*, 16(7).
- Puente, C., Abián-Vicén, J., Areces, F., López, R., & Del Coso, J. (2017). Physical and physiological demands of experienced male basketball players during a competitive game. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(4), 956-962.
- Ramos, S., Volossovitch, A., Ferreira, A. P., Barrigas, C., Fragoso, I., & Massuça, L. (2020). Differences in maturity, morphological, and fitness attributes between the better-and lower-ranked male and female u-14 Portuguese elite regional basketball teams. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 34(3), 878-887.
- Ramos, S., Volossovitch, A., Ferreira, A. P., Fragoso, I., & Massuça, L. (2019). Differences in maturity, morphological and physical attributes between players selected to the primary and secondary teams of a Portuguese Basketball elite academy. *Journal of Sports Sciences*, 37(15), 1681-1689.
- Reche-Soto, P., Cardona-Nieto, D., Díaz-Suarez, A., Bastida-Castillo, A., Gómez-Carmona, C., Garcia-Rubio, J., & Pino-Ortega, J. (2019). Player Load and Metabolic Power Dynamics as Load Quantifiers in Soccer. *Journal of human kinetics*, 69(1), 259-269.
- Reina, M., García-Rubio, J., & Ibáñez, S. J. (2020a). Activity Demands and Speed Profile of Young Female Basketball Players Using Ultra-Wide Band

Technology. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(5), 1477.

Reina, M., García-Rubio, J., & Ibáñez, S. J. (2020b). Training and Competition Load in Female Basketball: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(8), 2639.

Reina, M., García-Rubio, J., Feu, S., & Ibáñez, S. J. (2019b). Training and competition load monitoring and analysis of women's amateur basketball by playing position: approach study. *Frontiers in Psychology*, 9, 2689.

Reina, M., García-Rubio, J., Pino-Ortega, J., & Ibáñez, S. J. (2019c). The Acceleration and Deceleration Profiles of U-18 Women's Basketball Players during Competitive Matches. *Sports*, 7(7), 165.

Reina, M., Mancha-Triguero, D., García-Santos, D., García-Rubio, J., & Ibáñez, S. J. (2019a). Comparación de tres métodos de cuantificación de la carga de entrenamiento en baloncesto. *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte*. doi: 10.5232/ricyde, 15(58), 368-382.

Rice, P. E., Goodman, C. L., Capps, C. R., Triplett, N. T., Erickson, T. M., & McBride, J. M. (2017). Force-and power-time curve comparison during jumping between strength-matched male and female basketball players. *European Journal of Sport Science*, 17(3), 286-293.

Rodríguez, A., Sánchez, J., y Villa, J. (2014). Evolución del rendimiento en la habilidad de repetir Sprint (RSA) según el momento de la temporada y en función de la demarcación de jóvenes futbolistas. *Revista de Preparación Física en el Fútbol*, 4(10) 13-23.

Salinero, J. J., González-Millán, C., Vicente, D. R., Vicén, J. A., García-Aparicio, A., Rodríguez-Cabrero, M., & Cruz, A. (2013). Valoración de la condición física y técnica en futbolistas jóvenes. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte/International Journal of Medicine and Science of Physical Activity and Sport*, 13(50), 401-418.

Sallet, P., Perrier, D., Ferret, J. M., Vitelli, V., & Baverel, G. (2005). Physiological differences in professional basketball players as a function of playing position and level of play. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 45(3), 291.

Sallet, P.; Perrier, D.; Ferret, J.M.; Vitelli, V., & Baverel, G. (2005). Physiological differences in professional basketball players as a function of playing position and level of play. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 45, 291-294.

Sampaio, J., Janeira, M., Ibáñez, S. J., & Lorenzo, A. (2006). Discriminant analysis of game-related statistics between basketball guards, forwards and centres in three

- professional leagues. *European Journal of Sport Science*, 6(3), 173-178.
- Sampaio, J., Lorenzo, A., Gómez-Ruano, M. Á., Matalarranha, J., Ibáñez, S. J., & Ortega, E. (2009). Análisis de las estadísticas discriminantes en jugadores de baloncesto según su puesto específico, en las finales de las competiciones europeas (1988-2006). Diferencias entre jugadores titulares y suplentes. *Apunts Educación Física y Deportes*, (96), 53-58.
- Sánchez, M. S. (2007). El acondicionamiento físico en baloncesto. *Apunts. Medicina de l'Esport*, 42(154), 99-107.
- Santos, D. A., Matias, C. N., Rocha, P. M., Minderico, C. S., Allison, D. B., Sardinha, L. B., & Silva, A. M. (2014). Association of basketball season with body composition in elite junior players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 54(2), 162-173.
- Sarmiento, H., Marcelino, R., Anguera, M. T., Campaniço, J., Matos, N., & Leitão, J. C. (2014). Match analysis in football: A systematic review. *Journal of Sports Sciences*, 32(20), 1831-1843.
- Sassi, R. H., Dardouri, W., Yahmed, M. H., Gmada, N., Mahfoudhi, M. E., & Gharbi, Z. (2009). Relative and absolute reliability of a modified agility T-test and its relationship with vertical jump and straight sprint. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(6), 1644-1651.
- Sayers, A., Sayers, B. E., & Binkley, H. (2008). Preseason fitness testing in national collegiate athletic association soccer. *Strength & Conditioning Journal*, 30(2), 70-75.
- Scanlan, A. T., Dascombe, B. J., Kidcaff, A. P., Peucker, J. L., & Dalbo, V. J. (2015). Gender-specific activity demands experienced during semiprofessional basketball game play. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10(5), 618-625.
- Scanlan, A. T., Tucker, P. S., & Dalbo, V. J. (2014). A comparison of linear speed, closed-skill agility, and open-skill agility qualities between backcourt and frontcourt adult semiprofessional male basketball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(5), 1319-1327.
- Scanlan, A., Humphries, B., Tucker, P.S., & Dalbo, V. (2014). The influence of physical and cognitive factors on reactive agility performance in men basketball players. *Journal of Sports Sciences*, 32(4), 367-374.
- Schelling, X., & Torres-Ronda, L. (2016). An integrative approach to strength and neuromuscular power training for basketball. *Strength & Conditioning Journal*, 38(3), 72-80.



- Sekulic, D., Pehar, M., Krolo, A., Spasic, M., Uljevic, O., Calleja-González, J., & Sattler, T. (2017). Evaluation of basketball-specific agility: applicability of preplanned and nonplanned agility performances for differentiating playing positions and playing levels. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(8), 2278-2288.
- Sekulic, D., Spasic, M., Mirkov, D., Cavar, M., & Sattler, T. (2013). Gender-specific influences of balance, speed, and power on agility performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(3), 802-811.
- Snyder, P., & Lawson, S. (1993). Evaluating results using corrected and uncorrected effect size estimates. *The Journal of Experimental Education*, 61(4), 334-349.
- Soslu, R., Özkan, A., & Göktepe, M. (2016). The relationship between anaerobic performances, muscle strength, hamstring/quadriceps ratio, agility, sprint ability and vertical jump in professional basketball players. *Journal of Physical Education & Sports Science*, 10(2), 164-173.
- Staunton, C., Wundersitz, D., Gordon, B., & Kingsley, M. (2018). Accelerometry-derived relative exercise intensities in elite women's basketball. *International Journal of Sports Medicine*, 39(11), 822-827.
- Steinberg, N., Nemet, D., Pantanowitz, M., Zeev, A., Hallumi, M., Sindiani, M., Meckel, Y., & Eliakim, A. (2016). Longitudinal study evaluating postural balance of young athletes. *Perceptual and Motor Skills*, 122(1), 256-279.
- Stojanović, E., Stojiljković, N., Scanlan, A. T., Dalbo, V. J., Berkelmans, D. M., & Milanović, Z. (2018). The activity demands and physiological responses encountered during basketball match-play: A systematic review. *Sports Medicine*, 48(1), 111-135.
- Stone, N. M., & Kilding, A. E. (2009). Aerobic conditioning for team sport athletes. *Sports Medicine*, 39(8), 615-642.
- Štrumbelj, B., Vuckovic, G., Jakovljevic, S., Milanovic, Z., James, N., & Erculj, F. (2015). Graded shuttle run performance by playing positions in elite female basketball. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(3), 793-799.
- Struzik, A., Pietraszewski, B., & Zawadzki, J. (2014). Biomechanical analysis of the jump shot in basketball. *Journal of Human Kinetics*, 42(1), 73-79.
- Sullivan, C., Kempton, T., Ward, P., & Coutts, A. J. (2020). The efficacy of talent selection criteria in the Australian Football League. *Journal of Sports Sciences*, 38(7), 773-779.
- Tee, J. C., Lambert, M. I., & Coopoo, Y. (2016). GPS comparison of training activities and game demands of professional rugby union. *International Journal of Sports*

*Science Coaching*, 11(2), 200-211.

- Tessitore, A.; Meeusen, R.; Piacentini, M.; Demarie, S., y Capranica, L. (2006). Physiological and technical aspects of "6-a-side" soccer drills. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 46(1), 36–43.
- Thomas, J. R., Silverman, S. J., & Nelson, J. K., (2015). *Research Methods in Physical Activity* (7ª Ed). Campaing, Estados Unidos: Human Kinetics.
- Thorpe, R., & Bunker, D. (1983). A new approach to the teaching of games in physical education curriculum. En VV.AA. *Teaching Team Sports* (pp. 229-238). Roma: Congreso AIESEP.
- Torres-Unda, J., Zarrazquin, I., Gravina, L., Zubero, J., Seco, J., Gil, S. M., Gil, J., & Irazusta, J. (2016). Basketball performance is related to maturity and relative age in elite adolescent players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(5), 1325-1332.
- Trninić, S., Markovic, G., & Heimer, S. (2001). Effects of developmental training of basketball cadets realised in the competitive period. *Collegium Antropologicum*, 25, 591-604.
- Tsitskaris, G., Theoharopoulos, A., & Garefis, A. (2003). Speed, speed dribble and agility of male basketball players playing in different positions. *Journal of Human Movement Studies*, 45(1), 21-30.
- Ulbricht, A., Fernandez-Fernandez, J., Mendez-Villanueva, A., & Ferrauti, A. (2015). The relative age effect and physical fitness characteristics in German male tennis players. *Journal of Sports Science & Medicine*, 14(3), 634-642.
- Vaeyens, R., Lenoir, M., Williams, A. M., & Philippaerts, R. M. (2008). Talent identification and development programmes in sport. *Sports Medicine*, 38(9), 703-714.
- Vaquera, A., & Villa, J. G. (2016). Validación de un nuevo test de campo (TIVRE-Basket) para valorar la influencia del metabolismo aeróbico en el rendimiento del jugador de baloncesto. In S.J. Ibáñez, & J. García-Rubio (Eds.), *Avances científicos en baloncesto. Estudios Ibéricos* (pp. 144-155). Cáceres: Universidad de Extremadura.
- Vaquera, A., Villa, J. G., Morante, J. C., Thomas, G., Renfree, A. J., & Peters, D. M. (2016). Validity and Test-Retest Reliability of the TIVRE-Basket Test for the Determination of Aerobic Power in Elite Male Basketball Players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(2), 584- 587.
- Vázquez-Guerrero, J., Reche, X., Cos, F., Casamichana, D., & Sampaio, J. (2018).

- Changes in External Load When Modifying Rules of 5-on-5 Scrimmage Situations in Elite Basketball. *Journal of Strength Conditioning Research*, 34(11), 3217-3224.
- Veale, J. P., Pearce, A. J., & Carlson, J. S. (2010). The Yo-Yo intermittent recovery test (level 1) to discriminate elite junior Australian football players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(3), 329-331.
- Vernillo, G., Silvestri, A., & La Torre, A. (2012). The Yo-Yo intermittent recovery test in junior basketball players according to performance level and age group. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(9), 2490-2494.
- Walker, S., & Turner, A. (2009). A one-day field test battery for the assessment of aerobic capacity, anaerobic capacity, speed, and agility of soccer players. *Strength & Conditioning Journal*, 31(6), 52-60.
- Wiewelhove, T., Raeder, C., Meyer, T., Kellmann, M., Pfeiffer, M., & Ferrauti, A. (2015). Markers for routine assessment of fatigue and recovery in male and female team sport athletes during high-intensity interval training. *PLoS One*, 10(10), 1-17.
- Wilmore, J. H., Costill, D. L. (2004). *Physiology of Sport and Exercise*. Hong Kong, China: Human Kinetics.
- Yi, Q., Gómez-Ruano, M. Á., Liu, H., Zhang, S., Gao, B., Wunderlich, F., & Memmert, D. (2020). Evaluation of the Technical Performance of Football Players in the UEFA Champions League. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(2), 604-616.
- Zarić, I., Dopsaj, M., & Marković, M. (2018). Match performance in young female basketball players: Relationship with laboratory and field tests. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 18(1), 90-103.
- Zhang, S., Lorenzo, A., Gómez, M. A., Liu, H., Gonçalves, B., & Sampaio, J. (2017). Players' technical and physical performance profiles and game-to-game variation in NBA. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 17(4), 466-483.
- Ziv, G., & Lidor, R. (2009). Physical attributes, physiological characteristics, on-court performances and nutritional strategies of female and male basketball players. *Sports Medicine*, 39(7), 547-568.
- Zupan, M. F., Arata, A. W., Dawson, L. H., Wile, A. L., Payn, T. L., & Hannon, M. E. (2009). Wingate anaerobic test peak power and anaerobic capacity classifications for men and women intercollegiate athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(9), 2598-2604.





# *CAPÍTULO 10. ARTÍCULOS ORIGINALES*





*“Hay mucha gente que se esfuerza cada día y no tiene la suerte de llegar a la cima.  
Lo importante es el camino, pensar en el día a día, pensar que las cosas van a  
llegar”*

**Rafael Nadal**

Tenista, Ex número 1 ATP, Medalla de Oro JJOO, 20 veces campeón de Gram Slam (13 Roland Garros).



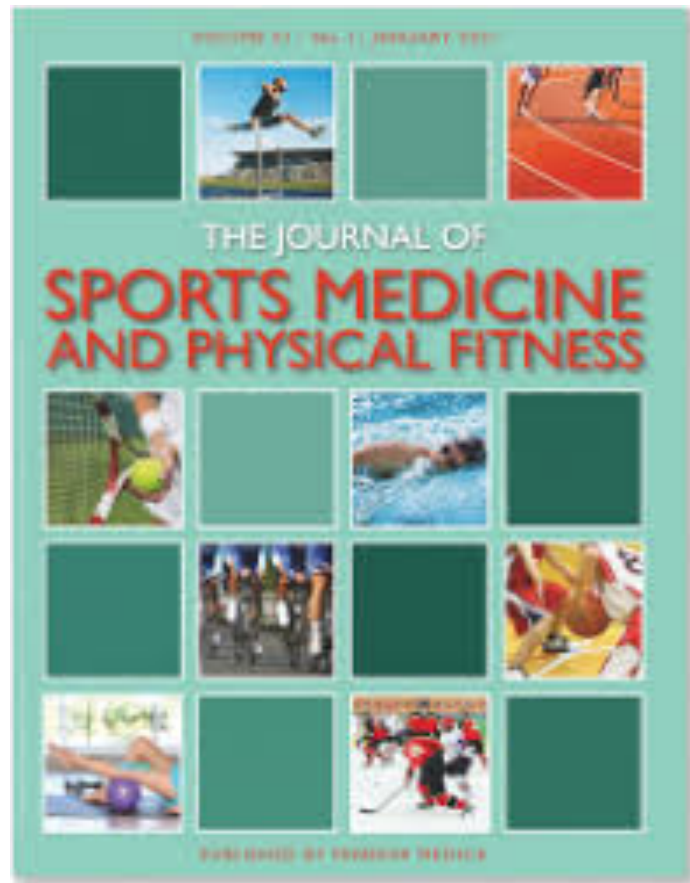


## **CAPITULO 10. ARTÍCULOS ORIGINALES**

A continuación, se presentan los artículos originales que forman parte de esta Tesis Doctoral.



10.1. Estudio I: *Physical fitness in basketball players: A systematic Review.*





REVIEW  
EXERCISE PHYSIOLOGY AND BIOMECHANICS

## Physical fitness in basketball players: a systematic review

David MANCHA-TRIGUERO<sup>1,2\*</sup>, Javier GARCÍA-RUBIO<sup>1,2</sup>,  
Julio CALLEJA-GONZÁLEZ<sup>3</sup>, Sergio J. IBÁÑEZ<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Group for Optimisation of Training and Sport Performance (GOERD), Faculty of Sport Science, University of Extremadura, Badajoz, Spain; <sup>2</sup>Faculty of Sports Sciences, University of Extremadura, Badajoz, Spain; <sup>3</sup>Faculty of Education and Sport, University of the Basque Country / UPV-EHU, Leioa, Spain

\*Corresponding author: David Mancha-Triguero, Group for Optimisation of Training and Sport Performance (GOERD), Faculty of Sport Science, University of Extremadura, Badajoz, Spain. E-mail: [dmanchat@alumnos.unex.es](mailto:dmanchat@alumnos.unex.es)

### ABSTRACT

**INTRODUCTION:** Physical fitness is a performance factor that is characterized by its ability to be assessed using closed tests. Among the existing tests today, there are no data on which are the most optimal ones for the sport for which they are applied. Tests of a generic nature are widely used regardless of the sample of players or the sport to which is being referred as they allow to compare the performance among athletes. In spite of this, it is necessary to identify and develop specific tests of physical fitness for each sport. Thus, the main purpose of this review on physical fitness in basketball players was to identify and group the different tests described in the literature up until November 2018.

**EVIDENCE ACQUISITION:** A literature search was conducted in the different data base to systematically ascertain the most commonly used tests for assessing physical fitness in basketball players. A total of 40 articles were selected, after passing the selection and exclusion criteria.

**EVIDENCE SYNTHESIS:** Finally, they were classified according to the tests assessed in each document. The capacities more frequently studied in literature are jump (N.=21) aerobic capacity (N.=17) and anaerobic capacity (N.=16). On the contrary, the least common evaluated capacities are speed and agility (N.=14).

**CONCLUSIONS:** The results and discussion showed that few specific tests are used to assess this quality in athletes. The analyzed bibliography reveals the lack of design and use of specific tests to highlight the qualities involved in the targeted sport.

(Cite this article as: Mancha-Triguero D, García-Rubio J, Calleja-González J, Ibáñez SJ. Physical fitness in basketball players: a systematic review. J Sports Med Phys Fitness 2019;59:1513-25. DOI: 10.23736/S0022-4707.19.09180-1)

**KEY WORDS:** Physical fitness; Sports; Exercise test; Basketball.

### Introduction

Basketball is a high intensity intermittent sport.<sup>1</sup> Like any other, whatever its classification, it is composed of four aspects which have to be taken into account and which should be trainable. In this case, the preparation of basketball players involves developing physical, technical, tactical and psychological attributes.<sup>2</sup>

The correct general preparation of the players is directly related to both individual and team performance.<sup>3</sup> Focusing on the physical preparation of the player, it must be considering that it should be able to be evaluated, maintained and if necessary, improved.<sup>4</sup> For this main reason,

different types of tests are described. On one hand, there are general tests to evaluate physical condition and on the other hand, there are the specific tests for each sport modality that are characterized by being related to the targeted sport, contributing to results of greater ecological validity and reliability.<sup>5</sup> These tests are typically composed of formal or functional elements intended to evaluate or replicate specific needs during competition.

Tests focus on physical fitness are widely used in team sports to assess the progression of physical capacity in players within a season, and after an injury.<sup>6</sup> Thus, specific basketball practice is purportedly the best method of improving the fitness characteristics of basketballers.<sup>7</sup>

The physiological demands of sports consist of the ability to repeat efforts of variable intensity. Other factors that could influence the demands of basketball include game time, quality of opposition, style of play, and recovery interventions used by the coach.<sup>8</sup> In this regard, optimal performance in basketball is highly complex as it requires a combination of technical and tactical abilities and a high degree of physical fitness.<sup>2</sup> In particular, physical ability can be altered during a season due to different factors such as the quantity and quality of training sessions.<sup>6</sup>

There is limited, equivocal data from other team sports such as ice hockey that demonstrate a correlation between game related statistics and physical fitness capacities, including aerobic capacity,<sup>9</sup> as well as strength, power and repeated sprint ability.<sup>10-12</sup> Possibly the physical tests used by some of the authors were not sufficiently sport-specific; therefore, this situation that has provoked great variability among the results obtained in the different studies, as well as the opinions on their application.

There are studies that analyzed whether the specific tests of fitness and movement quality, measured using the Functional Movement Screen, could predict injury resilience and match performance statistics in a basketball team.<sup>3</sup> Results showed that better match performance was linked with some physical tests including agility tests and broad jumps. It is important to note that the relationship between match performance and physical fitness may vary according to multiple factors including age, level of performance, sex and experience.<sup>13</sup>

To analyze the physical fitness of a player, the individual characteristics of the athlete should be considered, facilitating a complete anthropometrical assessment of each subject.<sup>14</sup> This can be done using different techniques like bioimpedance<sup>15</sup> or measuring skin folds.<sup>16</sup> This information is directly related to the fitness level of the player given that basketball is a hybrid and very complete sport.<sup>1</sup>

Also, there is great disparity among the tests currently used to assess physical fitness in basketball players,<sup>14</sup> neither battery of specific tests has been found in the literature or research that classify it. Therefore, the main purpose of this study was to systematically review and organize the current literature on basketball physical and conditioning tests. Specifically, the study targets two aims: 1) to identify and group both the specific and non-specific tests, and test batteries designed to measure physical fitness in basketball players; 2) to point out the most specific tests for measuring physical fitness in basketball players.

## Evidence acquisition

### Design

The research design used was theoretical,<sup>17</sup> given that it presents the progress made in the research into tests for assessing specific physical fitness to basketball players using the different studies found in the specialized data bases. It was a systematic review as it is a theoretical analysis of the documents found (book chapters, scientific articles, books and bibliographic reviews), on the object of study, with a systematic development of the methodology used to obtain the data (selection of studies, definition of variables, codification, analysis, etc.) without performing complex statistical procedures to integrate the results of the studies. The research followed the PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses) methodology<sup>18</sup> as follows: 1) definition of the objectives using explicit reproducible methodology; 2) a systematic search for evidence following the eligibility criteria; 3) evaluation of the validity of the findings; and 4) systematic presentation and synthesis of the characteristics and results of the studies included.

### Criteria for the selection of studies

The search was made in English and Spanish. The key words selected were: "basketball," "test," "physical fitness," "performance," "elite." The Boolean used in the search was – AND – given that the purpose of the task was to identify the largest number of documents possible that complied with the desired conditions and were of an exclusive nature. The Boolean OR has not been used because it was intended to obtain an exclusive information search, trying to identify the documents that met all the inclusion criteria. For the documents to be accepted and analyzed, they had to fulfil the defined inclusion and exclusion criteria.

Inclusion criteria: 1) address about physical fitness; 2) research paper or books (scientific article, scientific review or book chapter); 3) documents in English or Spanish; 4) be about basketball.

Exclusion criteria: 1) address about basketball not referring to physical fitness; 2) address about general physical fitness or physical fitness in a sport other than basketball; 3) documents that could not be referenced or were not found; 4) address about physical fitness in basketball referees; 5) be about wheelchair basketball.

### Sample

The analyzed documents consisted of: books, articles from indexed journals in data base, book chapters and reviews



This document is protected by international copyright laws. No additional reproduction is authorized. It is permitted for personal use to download and save only one file and print only one copy of this Article. It is not permitted to make additional copies (either sporadically or systematically, either printed or electronic) of the Article for any purpose. It is not permitted to distribute the electronic copy of the article through online internet and/or intranet file sharing systems, electronic mailing or any other means which may allow access to the Article. The use of all or any part of the Article for any Commercial Use is not permitted. The production of derivative works from the Article is not permitted. It is not permitted to remove, cover, overlay, obscure, block, or change any copyright notices or terms of use which the Publisher may post on the Article. It is not permitted to frame or use framing techniques to enclose any trademark, logo, or other proprietary information of the Publisher.

of scientific articles which dealt with the study topic. The results from the first search, after introducing the key words into the Web of Science (WoS) and Pubmed identified 109 documents. The number of documents increased with the inclusion of 3 book chapters retrieved from the literature review on the specific topic, making a total of 112 documents. These documents were not analyzed using the PRISMA methodology,<sup>18</sup> the PRISMA methodology has been used exclusively to carry out this research. The final number of documents selected for the study sample was 40 (November 2018). The choice of the Web of Science database is due to the fact that this search engine groups different databases such as: 1) Collection Principal de Web de Science; 2) Current Contents Connect; 3) Derwent Innovations Index; 4) Korean Journal Database; 5) Medline; 6) Russian Science Citation Index; 7) SciELO Citation Index. These documents were not analyzed using the PRISMA methodology, the PRISMA methodology has been used exclusively to carry out this research.

#### Codification of the variables

The classification used for the documents was as follows: author/s and date, type of document, sample, specificity of the tests, battery of tests used and main results:

- author/s and date: the scientific names of the author/s and date of publication of the document;
- type of document: if the document selected was a scientific article (A), scientific review (R), or book chapter (BC);
- specificity of the test: the tests described in each document were classified as specific and non-specific according to the formal (basket hoop, ball, court...) and functional (attack/defense cycle, collaboration/opposition...) aspects of the test. If the test involved at least one formal or functional element it was classified as specific, if not, as non-specific. For a test to be qualified as specific, it must take into account the formal and functional aspects. Formal refers to intrinsic aspects specifically related to the sport such as baskets or the ball. Functional makes reference to the nature of the sport since the sport must entail attack/defense cycle, collaboration / opposition;
  - sample: number of subjects who participated in the study and level of the sample;
  - test battery: the battery of tests presented in the document related to physical training in basketball. The tests were grouped into: aerobic capacity, anaerobic capacity, jump power, speed test and agility test;
  - main results: results or noteworthy information from the document.

#### Recording procedure for the studies and data analysis

A systematic literature review requires rigorous procedures and tools which make it possible to clearly explain continual scientific contributions;<sup>19</sup> thus, the PRISMA methodology was followed,<sup>18</sup> (Figure 1) divided into four phases: 1) Identification; 2) screening; 3) eligibility; and 4) inclusion.

In the first identification phase, a total of 112 documents were retrieved from the different data base including all the terms selected in the topic and title, making it possible to identify the study object in general terms (November 2018). During the screening phase, the titles, abstracts and key words were read and only those documents were selected in which the authors considered physical fitness tests for basketball players as their topic. Often the term "physical fitness" figures in the abstract as secondary to the study or lacking a sports connotation. Thus, the inclusion and exclusion criteria were strictly applied, and after all the documents were coded the sample was reduced to 40 texts in which the research object was physical fitness tests for

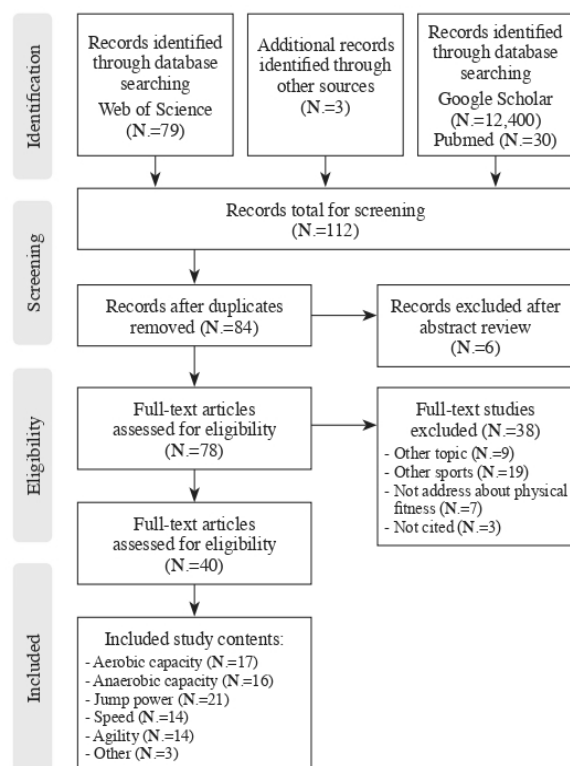


Figure 1.—Representation of the systematic review process.

basketball players. In the eligibility phase, the documents retrieved from the Web of Science (WoS) and Pubmed data base were assessed. Finally, in the inclusion phase, the selected documents were analyzed using 9 defined variables (5 related to the qualities assessed in the studies and 4 related to the contextual qualities of the document). The test variables were aerobic capacity, anaerobic capacity, jump power, agility and speed. The contextual variables were author/s and date, type of document, participants and main results. The exclusion of documents is due to several factors: 1) certain studies have been removed for not being related to the topic because even though they mention the subject of study, it is not the main axis of the research (other topic N.=9); 2) some documents are eliminated because they are physical fitness investigations related to other team sports that is not basketball; 3) several documents have also been removed because they are about basketball but they do not deal with physical fitness (Other Sports N.=19); and 4) there are three documents that have been inaccessible nor its abstract, being then eliminated from the final sample.

### Evidence synthesis

This section presents the selected articles from the bibliographic search grouped by contents. Table I presents the documents grouped by aerobic capacity and in chronological order, showing sample, tests chosen by the authors and a brief description of the work carried out.<sup>13, 20-35</sup>

Table II presents the documents grouped by anaerobic capacity in chronological order showing the author/s, sample, tests chosen and a brief description of the work carried out.<sup>6, 13, 14, 21, 28-32, 36-42</sup>

Table III, shows in chronological order the texts grouped by jump capacity, showing the author/s, the sample, the tests chosen and a brief description of the work carried out.<sup>2, 14, 16, 22, 24, 25, 27, 31, 34, 37, 41-51</sup>

Table IV presents in chronological order the documents grouped by speed of movement, showing author/s, sample, the tests chosen and a brief description of the work carried out.<sup>13, 14, 24, 27, 31, 34, 37, 39, 46, 47, 50-53</sup>

Table V presents in chronological order the documents grouped by agility, showing the author/s, the sample, the tests chosen and a brief description of the work carried out.<sup>13, 14, 24, 25, 31, 34, 39, 42, 45, 48, 50-53</sup>

### Conclusions

The main aim of the present study was to identify the tests used to analyze physical fitness in basketball players and

group them as a function of the quality they assess. A systematic review of published articles was carried out on this research object to obtain a list of the most commonly used tests by researchers to assess basketball players. The main results show that to date little variety exists among the documents with regard to the tests chosen to assess physical fitness in basketball players.

### Aerobic capacity

In basketball competitions, the energy pathways used overlap,<sup>54</sup> the main purpose of aerobic capacity is to re-synthesize phosphocreatine and wash out the blood lactate concentration from the exercising muscle.<sup>55</sup> Thus, to assess aerobic capacity in most cases researchers use general and non-specific tests.<sup>28</sup> This tendency is for the purpose of being able to compare samples from different sports, obtaining information regarding the sport or sport specialty where the analyzed quality has greater importance. The tests found in this category are the YO-YO IR1 Test,<sup>2, 13, 22, 23, 25, 26, 34, 35</sup> the Graded Treadmill Test<sup>21, 27-29, 32</sup> and the 20-m Shuttle Run Test.<sup>24, 28, 30, 31</sup>

In contrast to the tests mentioned above, there are specific basketball field tests with high degrees of validity like the SIG/AER Aerobic Test<sup>20</sup> and the Tivre-Basket Test.<sup>33</sup> These specific tests are characterized by including formal and functional elements of basketball and involving technical-tactical actions bases on basketball activity. The SIG/AER Test consists in completing the greatest number of circuits possible during 12 minutes. In each circuit the players run forwards bouncing the ball, run bouncing the ball, shoot at the basket, make the action of a rebound, run backwards, and perform defensive movements and forwards running without the ball. The Tivre-Basket Test<sup>33</sup> consists in performing an increasingly faster run on the court lines with the help of an auditory signal. The participants have to adjust their speed to the pace marked by the signal. The great similarity of the specific tests with the sport makes it possible to assess the load experienced by the player when performing technical-tactical elements during maximum effort in competition.<sup>5</sup>

### Anaerobic lactic capacity

During competition, there are moments in which energy is obtained via the player's anaerobic pathway,<sup>56</sup> to be able to carry out sporadic explosive actions that are sometimes performed consecutively during short periods of time with rest intervals.<sup>1</sup> Two groups of tests have been identified that are used with basketball players, specific and non-specific. The



TABLE I.—Documents selected that deal with tests of aerobic capacity and fulfil the inclusion-exclusion criteria.

Author and date	Type	Sample	Tests performed	Main results
Ibáñez <i>et al.</i> (1995) <sup>20</sup>	BC	12 young basketball players.	SIG/AER Test.	Specific field test that assesses the aerobic endurance of basketball players and correlates with the PWC 170 laboratory test and the Cooper field test.
Apostolidis <i>et al.</i> (2004) <sup>21</sup>	A	13 elite basketball players.	VO <sub>2max</sub> Test (Laboratory test.)	The elite basketball players recorded moderate VO <sub>2max</sub> and anaerobic power and a relatively high anaerobic threshold.
Castagna <i>et al.</i> (2009) <sup>22</sup>	A	22 basketball players.	Yo-Yo IR1 Test.	In this study a comparative analysis of 2 basketball teams evaluated aerobic performance and explosive power.
Veale <i>et al.</i> (2010) <sup>23</sup>	A	U-18 Australian basketball players.	Yo-Yo IR1 Test.	
Abdelkrim <i>et al.</i> (2010) <sup>24</sup>	A	18 male junior basketball players.	Aerobic 20m shuttle run test.	This study showed that game performance is affected by players' individual physical fitness.
Abdelkrim <i>et al.</i> (2010) <sup>25</sup>	A	45 male basketball players.	Yo-Yo IR1 Test.	The findings of this study show that the leading guards must possess well-developed aerobic fitness, while the centers must possess higher values of maximum dynamic force (IRM) in the upper and lower extremities. Agility, explosive power and sprint performance must be a prerequisite to play successfully in elite level guards. Sprint training should be individualized when it comes to positional roles in elite basketball.
Vermillo <i>et al.</i> (2012) <sup>26</sup>	A	125 male adolescents	Yo-Yo IR1 Test.	This study describes the cross-sectional evolution of Yo-Yo IR1 performance capability in elite players, junior elite basketball and a group of non-athletic young male athletes. This study demonstrates that the YoYo test is accurate only to discriminate elite youth basketball players
Boone <i>et al.</i> (2013) <sup>27</sup>	A	144 basketball players from first Belgian league.	Incremental test.	The physiological requirements of the players vary according to the competition. Thus, individualized training should be an important pillar of athletes' training.
Štrumbelj <i>et al.</i> (2014) <sup>28</sup>	A	24 elite women basketball players.	30m Shuttle run performance test.	This study provided physiological parameters for 2 teams of elite basketball players and no differences were found in the tests performed between the game positions (Forward, Guards and Centers).
Boone <i>et al.</i> (2014) <sup>29</sup>	A	39 basketball players.	Incremental running test.	This study tested running economy in elite soccer and basketball players of teams active in the Belgian first division.
Gharbi <i>et al.</i> (2015) <sup>30</sup>	A	16 basketball players.	20 m multistage shuttle run test.	The results confirm the association of good aerobic fitness with the ability to resist fatigue during RSA exercise. This suggests that aerobic exercise must be included in the annual training cycle of team sport players to increase the ability to resist fatigue during repeated sprint exercise.
Pion <i>et al.</i> (2015) <sup>31</sup>	A	141 U-18 elite basketball players	Shuttle run performance test	The results show that a generic test battery can be used to discriminate between athletes from different sports. Furthermore, this study has demonstrated that from this generic test battery, relevant talent characteristics can be identified for each sport.
Garcia-Tabar <i>et al.</i> (2015) <sup>32</sup>	A	10 basketball players.	90% HR <sub>Max</sub> incremental test	The main finding of this study was that 90%HR <sub>max</sub> accurately predicted S3mM and S4mM in professional player of team sports.
Vaquera <i>et al.</i> (2016) <sup>33</sup>	BC	18 professional basketball players.	Trive- Basket Test.	A field test to assess the aerobic level of the player. Similar to the Yo-Yo IR 1 but performed on the basketball court.
Fort-Vanmeerhaege <i>et al.</i> (2016) <sup>13</sup>	A	23 U-16 and U-18 elite basketball players	Yo-Yo IR1 Test.	The results showed differences in age group for strength characteristics only. In addition, the results suggest that higher aerobic and anaerobic power, speed, agility and jumping ability are related to some key measures of game performance.
Gomes <i>et al.</i> (2017) <sup>34</sup>	A	11 elite basketball players	Yo-Yo IR1 Test.	The anthropometric and physical characteristics of the players showed few correlations with the game-related statistics in the regular season.
Moraes <i>et al.</i> (2017) <sup>35</sup>	A	23 basketball players	Yo-Yo IR1 Test.	These findings suggest that there may be an association between increasing the training load and decreasing the SIgA response. The deferred effect of a period of intensification of the training load can be relatively long. Finally, it appears that the initial level of physical fitness does not affect the SIgA response during the intensification period followed by a period of gradual reduction in young basketball players.

This document is protected by international copyright laws. No additional reproduction is authorized. It is permitted for personal use to download and save only one file and print only one copy of this Article. It is not permitted to make additional copies (either sporadically or systematically, either printed or electronic) of the Article for any purpose. It is not permitted to distribute the electronic copy of the article through online internet and/or intranet file sharing systems, electronic mailing or any other means which may allow access to the Article. The use of all or any part of the Article for any Commercial Use is not permitted. The production of derivative works from the Article is not permitted. It is not permitted to remove, cover, overlay, obscure, block, or change any copyright notices or terms of use which the Publisher may post on the Article. It is not permitted to frame or use framing techniques to enclose any trademark, logo, or other proprietary information of the Publisher.

TABLE II.—Documents selected that deal with tests of anaerobic capacity and fulfil the inclusion-exclusion criteria.

Author and date	Type	Sample	Tests performed	Main results
Ibáñez <i>et al.</i> (1995) <sup>36</sup>	BC	12 young basketball players	SIG/ANA Test.	Specific field test that assesses anaerobic lactic endurance in basketball players.
Hoare <i>et al.</i> (2000) <sup>37</sup>	A	130 male and 130 female basketball players.	Suicide Test.	This is a study comparing male and female physiological characteristics. There are differences based on the player's role.
Apostolidis <i>et al.</i> (2004) <sup>21</sup>	A	13 elite basketball players.	Wingate Test.	The elite basketball players recorded moderate $\text{VO}_{2\text{max}}$ and anaerobic power and a relatively high anaerobic threshold.
Delextrat <i>et al.</i> (2008) <sup>14</sup>	A	8 elite basketball players and 8 university category basketball players.	Wingate Test. Suicide Test.	The results of the study indicated that players in the elite team achieved significantly better performances in Vertical Jump height, agility T test, 1RM bench press, and peak torque of the knee extensors compared to players in the university team.
Montgomery <i>et al.</i> (2008) <sup>6</sup>	A	93 male junior and 95 female junior basketball players.	Repeated Sprint Ability (RSA).	The finding of this study is that the performance of repeated efforts in junior basketball players changes within a season, and improves with seasonal conditioning. These results are greatly influenced by gender and the game position.
Zupan <i>et al.</i> (2009) <sup>38</sup>	A	1585 individuals.	Wingate Test.	This study shows how to work with a large number of well-trained athletes to evaluate power performance and be able to perform possible comparative analyses.
Jakovljevic <i>et al.</i> (2012) <sup>39</sup>	A	118 elite teen basketball players.	Repeated Sprint Ability (RSA) 4x15m.	This study investigated and compared the speed and agility of 12- and 14-year-old elite male basketball players. As expected, the 14-year-old players achieved significantly better results in all speed and agility tests.
Štrumbelj <i>et al.</i> (2014) <sup>28</sup>	A	24 elite women basketball players.	Repeat Sprint Ability 5x30 m.	This study provided physiological parameters for 2 teams of elite basketball players and no differences were found in the tests performed among the game positions (F, G and C).
Boone <i>et al.</i> (2014) <sup>29</sup>	A	39 basketball players.	Incremental running test	This study tested running economy in elite soccer and basketball players of teams active in the Belgian first division.
Gharbi <i>et al.</i> (2015) <sup>30</sup>	A	16 basketball players.	Wingate Test Repeated Sprint Ability (RSA).	The results confirm the association of good aerobic fitness with the ability to resist fatigue during RSA exercise. This suggests that aerobic exercise must be included in the annual training cycle of team sport players to increase the ability to resist fatigue during repeated sprint exercise.
Pion <i>et al.</i> (2015) <sup>31</sup>	A	141 U-18 elite basketball players	Repeated Sprint Ability (RSA) 10m X 5.	The results show that a generic test battery can be used to discriminate among athletes from different sports. Furthermore, this study has shown that from this generic test battery, relevant talent characteristics can be identified for each sport.
Garcia-Tabar <i>et al.</i> (2015) <sup>32</sup>	A	10 basketball players.	Incremental test with fixed lactate threshold.	The main finding of this study was that 90%HRmax accurately predicted S3mM and S4mM in professional player of team sports.
Steinberg <i>et al.</i> (2016) <sup>40</sup>	A	20 basketball players (12 female, 8 male).	Repeated Sprint Ability (RSA) 12X20m.	This study demonstrated that young athletes have superior postural balance ability compared to similar-aged controls.
Calleja-González <i>et al.</i> (2016) <sup>41</sup>	A	55 young basketball players.	Repeated Sprint Ability (RSA) 3x10m.	This study is a test battery about physical fitness assessment in basketball players.
Fort-Vanmeerhaege <i>et al.</i> (2016) <sup>13</sup>	A	23 U-16 and U-18 elite basketball players	Repeated Sprint Ability (RSA).	The results showed the differences of the age group for strength characteristics only. In addition, the results suggest that higher aerobic and anaerobic power, speed, agility and jumping ability are associated with some key measures of game performance.
Gonzalo-Skok <i>et al.</i> (2017) <sup>42</sup>	A	22 teen basketball players.	Repeated Sprint Ability (RSA).	The results showed that the inclusion of unilateral strength training exercises could be of interest to players to compare differences in strength between the legs and power asymmetries when they wish to improve their ability to produce force unilaterally.

TABLE III.—Documents selected that deal with tests of jump capacity and fulfil the inclusion-exclusion criteria.

Author and date	Type	Sample	Tests performed	Main results
Hoare <i>et al.</i> (2000) <sup>37</sup>	A	130 male and 130 female basketball players.	Counter Movement Jump (CMJ). Squat Jump (SJ).	This is a study comparing male and female physiological characteristics. There are differences based on the player's role.
Matavulj <i>et al.</i> (2001) <sup>43</sup>	A	33 young male basketball players. (15-16 years).	Counter Movement Jump (CMJ).	The results support the concept that plyometric training employing drop jumps could be a powerful tool for improving jump performance even in high level athletes.
Ostojic <i>et al.</i> (2006) <sup>44</sup>	A	5 male basketball teams that compete in the First National League.	Counter Movement Jump (CMJ). Squat Jump. (SJ).	This study has provided the most comprehensive comparison between different positional roles in top-level basketball players to date.
Bloomfield <i>et al.</i> (2007) <sup>45</sup>	A	60 basketball players.	Counter Movement Jump (CMJ). Stiff Leg Jumping (SLJ)	This study compared the effectiveness of two conditioning programmes on speed and agility variables in untrained participants.
Delextrat <i>et al.</i> (2008) <sup>14</sup>	A	8 elite basketball players and 8 basketball players from the university category.	Counter Movement Jump (CMJ). Squat Jump. (SJ). Isokinetic test. Max. Strength knee extensors	The results of the study indicated that players in the elite team achieved significantly better performances in Vertical Jump height, agility T test, 1RM bench press, and peak torque of the knee extensors compared to players in the university team.
Castagna <i>et al.</i> (2009) <sup>22</sup>	A	22 basketball players.	Counter Movement Jump (CMJ). Stiff Leg Jumping (SLJ).	This study made a comparative analysis of 2 basketball teams evaluating aerobic performance and explosive power.
Ziv <i>et al.</i> (2010) <sup>2</sup>	R		Counter Movement Jump (CMJ). Squat Jump. (SJ). Unilateral and Double.	The individual differences in jumping ability in basketball players of both genders tend to be significant. It was revealed that Vertical Jump values vary greatly.
Abdelkrim <i>et al.</i> (2010) <sup>24</sup>	A	18 junior male basketball players.	5 Squat Jump. (SJ). 5 horizontal jumps	This study showed that game performance is affected by players' individual physical fitness.
Abdelkrim <i>et al.</i> (2010) <sup>25</sup>	A	45 male basketball players.	5 Squat Jump. (SJ). 5 horizontal jumps (distance).	The findings of this study show that the leading guards must possess well-developed aerobic fitness, while the centers must possess higher values of maximum dynamic force (1RM) in the upper and lower extremities. Agility, explosive power and sprint performance must be a prerequisite to play successfully in elite level guards. Sprint training should be individualized when it comes to positional roles in elite basketball.
Boone <i>et al.</i> (2013) <sup>27</sup>	A	144 basketball players from first Belgian league.	Squat Jump. (SJ). Isokinetic test	The physiological requirements of the players vary according to the competition. Thus, individualized training should be an important pillar of athletes' training.
Santos <i>et al.</i> (2014) <sup>16</sup>	A	12 junior basketball players.	Counter Movement Jump (CMJ). Squat Jump (SJ).	The objective of this study was to characterize changes in body composition in elite junior basketball players over the course of a season.
Pion <i>et al.</i> (2015) <sup>31</sup>	A	141 U-18 elite basketball players	Counter Movement Jump (CMJ). Squat Jump (SJ). Single leg	The results show that a generic test battery can be used to discriminate among athletes from different sports. Furthermore, this study has shown that from this generic test battery, relevant talent characteristics can be identified for each sport.
Calleja-González <i>et al.</i> (2016) <sup>41</sup>	A	55 young basketball players.	Counter Movement Jump (CMJ).	This study is a test battery about physical fitness assessment in basketball players.
Pareja-Blanco <i>et al.</i> (2016) <sup>46</sup>	A	21 highly trained athletes	Counter Movement Jump (CMJ).	The results obtained by the athletes in the CMJ test predict the results they achieve in the RSA test.

(To be continued)



TABLE III.—Documents selected that deal with tests of jump capacity and fulfil the inclusion-exclusion criteria (continues).

Author and date	Type	Sample	Tests performed	Main results
Torres-Unda <i>et al.</i> (2016) <sup>47</sup>	A	72 teen basketball players. (13-14 age). Teams from Spanish mini Cup.	Counter Movement Jump (CMJ).	There is a relation between the values obtained in the tests and the valuation achieved by the players during the competition.
Gomes <i>et al.</i> (2017) <sup>34</sup>	A	11 elite basketball players	Counter Movement Jump (CMJ). Vertical jump	The anthropometric and physical characteristics of the players showed few correlations with the game-related statistics in the regular season.
Gonzalo-Skok <i>et al.</i> (2017) <sup>42</sup>	A	22 teen basketball players.	Incremental leg press. Drop jump. Double drop jump. Hop test.	The results showed that the inclusion of unilateral strength training exercises could be of interest to players to compare differences in strength between the legs and power asymmetries when they wish to improve their ability to produce force unilaterally.
Doma <i>et al.</i> (2017) <sup>48</sup>	A	10 elite level female basketball players	Counter Movement Jumps (CMJs)	EIMD was associated with attenuation in vertical jump ability and repeated sprint performance although COD performance was unaffected.
Puente <i>et al.</i> (2017) <sup>49</sup>	A	25 basketball players	Abalakov Jump. Counter Movement Jump (CMJ).	In this study, the centers were the players with the lowest proportion of running speeds in the high-intensity exercise and a lower frequency of changes of direction.
Ramos <i>et al.</i> (2018) <sup>50</sup>	A	90 male and 102 female basketball players U-14	Abalakov Jump. Counter Movement Jump (CMJ). Squat Jump (SJ)	The results confirm that the physical condition tests (20-m and T-test) are associated with the final classifications of teen basketball teams
García-Gil <i>et al.</i> (2018) <sup>51</sup>	A	41 female basketball players from 1 <sup>st</sup> Spanish League	Abalakov Jump.	The results indicate that some physical fitness characteristics are highly associated with the parameters related to performance. In addition, a regression model has been developed to predict with great importance the performance of female basketball players.

non-specific tests used are the Suicide Test,<sup>13, 14, 37</sup> the RSA Test,<sup>6, 13, 28, 30, 31, 39-42</sup> the Wingate Test<sup>14, 21, 30, 38</sup> and the Graded Test.<sup>30, 33, 41</sup> Such tests are used to be able to compare populations or athletes from different sports. In summary, as they are general tests, their results are valid and reliable, but at times they do not assess the specific needs of the respective sport.

Only one specific field test was found in the literature for basketball, the SIG/ANA Anaerobic Test 36. The difference between this test and the ones mentioned above is that it has technical and tactical elements which are specific to the sport, a high degree of validity and the demands are similar to those of the sport during competition.<sup>5</sup> The test consists of 5 periods of 1 minute with a minute rest between periods. During the period of activity, the player runs forward without the ball, runs forward with the ball, makes running basket shots, runs backwards and makes defensive moves and rebound actions.

The similarity of the specific test with the sport makes it possible to understand the demands the player faces during competition.<sup>5</sup>

### Jump capacity

The court and the rest of the formal and functional aspects of the sport define other qualities which should be taken into account like jump capacity or strength in the lower limbs.<sup>2</sup> To analyze jump capacity or lower limb strength, the literature review revealed different tests. Some authors opted for the Counter Movement Jump Test (CMJ) as the gold standard;<sup>2, 14, 22, 31, 34, 37, 38, 41-50</sup> however others preferred the Squat Jump (SJ),<sup>2, 14, 16, 25, 27, 37, 44, 50</sup> With regard to the non-specific tests the following were found in the literature: Isokinetic Test,<sup>14, 27</sup> the Test of maximum strength in the knee extensors,<sup>14</sup> the Stiff Leg Jumping Test (SLJ),<sup>22, 45</sup> and horizontal jumps.<sup>25</sup> However, few documents referred to the Abalakov Test (ABK)<sup>49-51</sup> or the Counter Movement Jump with Arm Swing (CMJas), both of which are the most specific and similar to the technique used in sports practice and therefore the ones indicated for analysing jump capacity in basketball where they imitate the natural action of jumping to make a rebound, one of the most common actions in com-

TABLE IV.—Documents selected that deal with sprint tests and fulfil the inclusion-exclusion criteria.

Author and date	Type	Sample	Tests performed	Main results
Hoare <i>et al.</i> (2000) <sup>37</sup>	A	130 male and 130 female basketball players.	Sprint 5 m. Sprint 10 m. Sprint 20 m.	This study compared male and female physiological characteristics. There are differences based on the player's role.
Delextrat <i>et al.</i> (2008) <sup>14</sup>	A	8 elite basketball players and 8 players from the university category.	Sprint 20 m.	The results of the study indicated that players in the elite team achieved significantly better performances in Vertical Jump height, agility T test, 1RM bench press, and peak torque of the knee extensors compared to players in the university team.
Abdelkrim <i>et al.</i> (2010) <sup>24</sup>	A	18 junior male basketball players.	Sprint 10 m. Sprint 20 m. Sprint 30 m.	This study showed that game performance is affected by players' individual physical fitness.
Jakovljevic <i>et al.</i> (2012) <sup>39</sup>	A	118 elite teen basketball players.	Sprint 20 m.	This study investigated and compared the speed and agility of 12- and 14-year-old elite male basketball players. As expected, the 14-year-old players achieved significantly better results in all speed and agility tests.
Boone <i>et al.</i> (2013) <sup>27</sup>	A	144 basketball players from first Belgian league.	Sprint 5 m. Sprint 10m.	The physiological requirements of the players vary according to the competition. Thus, individualized training should be an important pillar of athletes' training.
Scanlan <i>et al.</i> (2014) <sup>52</sup>	A	12 basketball players.	20 m sprint	This study presents the first data about the influence of physical and cognitive properties on the performance of reactive agility in adult basketball players.
Scanlan <i>et al.</i> (2014) <sup>53</sup>	A	12 male basketball players from Queensland Basketball League.	Sprint 5 m. Sprint 10 m. Sprint 20 m.	This study described the position-specific sprinting and closed-skill agility qualities explicitly in adult male basketball players.
Pion <i>et al.</i> (2015) <sup>31</sup>	A	141 U-18 elite basketball players	Sprint 30 m.	The results show that a generic test battery can be used to discriminate among athletes from different sports. Furthermore, this study has shown that from this generic test battery, relevant talent characteristics can be identified for each sport.
Calleja-González <i>et al.</i> (2016) <sup>41</sup>	A	55 young basketball players.	Sprint 20 m.	This study is a test battery about physical fitness assessment in basketball players.
Fort-Vanmeerhaege <i>et al.</i> (2016) <sup>13</sup>	A	23 elite U-16 and U-18 basketball players	Sprint ¼ track.	The results showed the differences in age group for strength characteristics only. In addition, the results suggest that higher aerobic and anaerobic power, speed, agility and jumping ability are associated with some key measures of game performance.
Pareja-Blanco <i>et al.</i> (2016) <sup>46</sup>	A	21 highly trained athletes	Sprint 20 m.	The results obtained by the athletes in the CMJ test predict the results they achieve in the RSA test.
Torres-Unda <i>et al.</i> (2016) <sup>47</sup>	A	72 teen basketball players. (13-14 age). Teams from the Spanish mini Cup.	Sprint 20 m.	There is a relation between the values obtained in the tests and the valuation achieved by the players during the competition.
Gomes <i>et al.</i> (2017) <sup>34</sup>	A	11 elite basketball players	Sprint 20 m.	The anthropometric and physical characteristics of the players showed few correlations with the game-related statistics in the regular season.
Ramos <i>et al.</i> (2018) <sup>50</sup>	A	90 male and 102 female basketball players U-14	Sprint 20 m.	The results confirm that the physical condition tests (20-m and T-test) are associated with the final classifications of teen basketball teams
García-Gil <i>et al.</i> (2018) <sup>51</sup>	A	41 female basketball players from 1ª Spanish League	Sprint 20 m.	The results indicate that some physical fitness characteristics are highly associated with the parameters related to performance. In addition, a regression model has been developed to predict with great importance the performance of female basketball players.

This document is protected by international copyright laws. No additional reproduction is authorized. It is permitted for personal use to download and save only one file and print only one copy of this Article. It is not permitted to make additional copies (either sporadically or systematically, either printed or electronic) of the Article for any purpose. It is not permitted to distribute the electronic copy of the article through online internet and/or intranet file sharing systems, electronic mailing or any other means which may allow access to the Article. The use of all or any part of the Article for any Commercial Use is not permitted. The production of derivative works from the Article is not permitted. It is not permitted to remove, cover, overlay, obscure, block, or change any copyright notices or terms of use which the Publisher may post on the Article. It is not permitted to frame or use framing techniques to enclose any trademark, logo, or other proprietary information of the Publisher.

TABLE V.—Documents selected that deal with agility tests and fulfil the inclusion-exclusion criteria.

Author and date	Type	Sample	Tests performed	Main results
Bloomfield <i>et al.</i> (2007) <sup>45</sup>	A	60 basketball players.	T-Test.	This study compared the effectiveness of two conditioning programs on speed and agility variables in untrained participants
Delextrat <i>et al.</i> (2008) <sup>14</sup>	A	8 elite basketball players and 8 basketball players from the university category.	T-Test	The results of the study indicated that players in the elite team achieved significantly better performances in Vertical Jump height, agility T test, 1RM bench press, and peak torque of the knee extensors compared to players in the university team.
Abdelkrim <i>et al.</i> (2010) <sup>24</sup>	A	18 male junior basketball players.	T-Test.	This study showed that game performance is affected by players' individual physical fitness.
Abdelkrim <i>et al.</i> (2010) <sup>25</sup>	A	45 male basketball players.	T-Test.	
Jakovljevic <i>et al.</i> (2012) <sup>39</sup>	A	118 elite teen basketball players.	T-Test. Zig-Zag Ability Drill.	This study investigated and compared the speed and agility of 12- and 14-year-old elite male basketball players. As expected, the 14-year-old players achieved significantly better results in all speed and agility tests.
Scanlan <i>et al.</i> (2014) <sup>52</sup>	A	12 basketball players.	COD ability test.	This study presents the first data on the influence of physical and cognitive properties on the performance of reactive agility in adult basketball players.
Scanlan <i>et al.</i> (2014) <sup>53</sup>	A	12 male basketball players from Queensland Basketball League.	Open/Closed skill agility assessment.	This study described the position-specific sprinting and closed-skill agility qualities explicitly in adult male basketball players.
Pion <i>et al.</i> (2015) <sup>31</sup>	A	141 basketball players U-18 elite	Walking backwards on different surfaces.	The results show that a generic test battery can be used to discriminate among athletes from different sports. Furthermore, this study has shown that from this generic test battery, relevant talent characteristics can be identified for each sport.
Fort-Vanmeerhaege <i>et al.</i> (2016) <sup>13</sup>	A	23 U-16 and U-18 elite basketball players	T-Test	The results showed the differences in age group for strength characteristics only. In addition, the results suggest that higher aerobic and anaerobic power, speed, agility and jumping ability are associated with some key measures of game performance.
Gomes <i>et al.</i> (2017) <sup>34</sup>	A	11 elite basketball players	T-Test	The anthropometric and physical characteristics of the players showed few correlations with the game-related statistics in the regular season.
Gonzalo-Skok <i>et al.</i> (2017) <sup>42</sup>	A	22 teen basketball players.	COD Ability Test.	The results showed that the inclusion of unilateral strength training exercises may be of interest to players to compare differences in strength between the legs and power asymmetries when they wish to improve their ability to produce force unilaterally.
Doma <i>et al.</i> (2017) <sup>48</sup>	A	10 elite female basketball players	COD Ability test.	EIMD was associated with attenuation in vertical jump ability and repeated sprint performance although COD performance was unaffected.
Ramos <i>et al.</i> (2018). <sup>50</sup>	A	90 male and 102 female basketball players U-14	T Test	The results confirm that the physical condition tests (20-m and T-test) are associated with the final classifications of teen basketball teams
García-Gil <i>et al.</i> (2018). <sup>51</sup>	A	41 female basketball players from 1 <sup>st</sup> Spanish League	T Test	The results indicate that some physical fitness characteristics are highly associated with the parameters related to performance. In addition, a regression model has been developed to predict with great importance the performance of female basketball players.

petition. Jumps to make defensive rebounds and intimidate the opponent using blocks discriminate between the winning and losing teams over the course of a season.<sup>57</sup>

### Speed

Different tests can be used to assess speed of movement in basketball players. Regarding the specific tests some authors prefer the 20m sprint test,<sup>13, 14, 24, 30, 34, 37, 39, 46, 47, 50-53</sup>

while others choose shorter distance tests like the 5 or 10 m sprint,<sup>24, 27, 37, 39, 53</sup> or the V-cut Test.<sup>42</sup>

With respect to the non-specific tests there are studies that assess speed over distances of 25 m or more.<sup>24, 31, 42</sup> Testing over these distances is unnecessary and non-specific given the characteristics of the sport, as the court has a maximum length of 28 m.

The existence of a factor that predicts performance is



demonstrated by the ability to perform repeated consecutive sprints with a recovery of less than 15 seconds,<sup>11</sup> as the teams that can perform these types of actions more easily can make a longer series of consecutive efforts contributing to a more intense and thus better quality level of play. Thus, one of the tests that should be administered to assess linear speed is the test of Repeated Sprint Ability (RSA), bearing in mind the distance chosen, the number of repetitions and the recovery time between repetitions.<sup>55, 58</sup>

### Agility

To play an invasion sport on a small court means that the players have to be agile, since they need to carry out a series of actions in the least possible time and with the opposition of the rival team. Thus, agility is a quality that should be taken into account and be trained in basketball players.<sup>25</sup> The tests that assess agility in basketball players can be divided according to their specificity *i.e.* whether they address the formal and functional aspects of the sport. The non-specific basketball tests cited in the research sample are the Zig-Zag Test/ Pick up the ball,<sup>23, 39</sup> Open/Closed Skill Agility Assessment Test<sup>33</sup> and walking backwards in different situations.<sup>31</sup> The specific tests used by the researchers include the T-Test as the gold standard<sup>13, 14, 24, 25, 34, 39, 45, 50, 51</sup> where the player has to cover a circuit in the form of a T with the aim of moving in all directions in the least time possible, moving forwards, sideways and backwards (a similar situation to that encountered in a real game), and the COD Test<sup>42, 48, 52</sup> in which the athlete carries out different previously established changes of direction of 45° simulating dribbling on the run in competition.

The analysis of the documents selected to make up the sample confirms that having identified and grouped the tests found, there is no generalized use of specific basketball tests to assess the physical fitness of the basketball players. The majority of tests found are of a general nature with the aim of comparing subjects from different sports or under different conditions. In the future, as there is a lack of information in this area, it would be interesting to carry out a battery of tests composed of specific basketball field tests to be able to assess the physical fitness of the players without needing laboratory tests or expensive equipment, which can help sports scientific and coaches to improve the training process. This study reveals the main findings, the shortcomings of the analysis made and, at the same time, the gaps in the specific literature. Understanding the evidence of specific tests of physical fitness behavior in basketball, along with knowledge regarding

sample, aims, and variables explored, may assist in optimizing future research designs, as well as helping coaches and sport scientists to improve the training process. This study has enabled to know the different tests used to evaluate the different skills or abilities on physical fitness. The identification of these tests will allow in the future to carry out comparative studies that seek to identify which are the most suitable tests for basketball. Likewise, it will be necessary to identify a battery of specific tests to evaluate the physical fitness in basketball.

### References

1. Drinkwater EJ, Pyne DB, McKenna MJ. Design and interpretation of anthropometric and fitness testing of basketball players. *Sports Med* 2008;38:565-78.
2. Ziv G, Lidor R. Physical attributes, physiological characteristics, on-court performances and nutritional strategies of female and male basketball players. *Sports Med* 2009;39:547-68.
3. McGill SM, Andersen JT, Horne AD. Predicting performance and injury resilience from movement quality and fitness scores in a basketball team over 2 years. *J Strength Cond Res* 2012;26:1731-9.
4. Bangsbo J. Entrenamiento de la condición física en el fútbol. Barcelona: Editorial Paidotribo; 2008.
5. Salmero JJ, González-Millán C, Ruiz-Vicente D, Abián-Vicén J, García-Aparicio A, Rodríguez-Cabrero M, *et al.* Valoración de la condición física y técnica en futbolistas jóvenes. *Int J Med Sci Phys Act Sport* 2013;13:401-18.
6. Montgomery PG, Pyne DB, Hopkins WG, Minahan CL. Seasonal progression and variability of repeat-effort line-drill performance in elite junior basketball players. *J Sports Sci* 2008;26:543-50.
7. Trninić S, Marković G, Heimer S. Effects of developmental training of basketball cadets realised in the competitive period. *Coll Antropol* 2001;25:591-604.
8. Montgomery PG, Pyne DB, Minahan CL. The physical and physiological demands of basketball training and competition. *Int J Sports Physiol Perform* 2010;5:75-86.
9. Green MR, Pivarnik JM, Carrier DP, Womack CJ. Relationship between physiological profiles and on-ice performance of a National Collegiate Athletic Association Division I hockey team. *J Strength Cond Res* 2006;20:43-6.
10. Burr JF, Jannik RK, Baker J, Macpherson A, Gledhill N, McGuire EJ. Relationship of physical fitness test results and hockey playing potential in elite-level ice hockey players. *J Strength Cond Res* 2008;22:1535-43.
11. Peyer KL, Pivarnik JM, Eisenmann JC, Vorkapich M. Physiological characteristics of National Collegiate Athletic Association Division I ice hockey players and their relation to game performance. *J Strength Cond Res* 2011;25:1183-92.
12. Carbonell A, Aparicio V, Delgado M. Valoración de la condición física en futbolistas de categoría cadete. *Kronos* 2009;8:101-6.
13. Fort-Vanmeerhaeghe A, Montalvo A, Latinjak A, Unnithan V. Physical characteristics of elite adolescent female basketball players and their relationship to match performance. *J Hum Kinet* 2016;53:167-78.
14. Delextrat A, Cohen D. Physiological testing of basketball players: toward a standard evaluation of anaerobic fitness. *J Strength Cond Res* 2008;22:1066-72.
15. Ulbricht A, Fernandez-Fernandez J, Mendez-Villanueva A, Ferrauti A. The relative age effect and physical fitness characteristics in German male tennis players. *J Sports Sci Med* 2015;14:634-42.

16. Santos DA, Matias CN, Rocha PM, Minderico CS, Allison DB, Sardinha LB, *et al.* Association of basketball season with body composition in elite junior players. *J Sports Med Phys Fitness* 2014;54:162–73.
17. Ato M, López JJ, Benavente A. Un sistema de clasificación de los diseños de investigación en psicología. *An Psicol* 2013;29:1038–59.
18. Moher D, Shamseer L, Clarke M, Ghersi D, Liberati A, Petticrew M, *et al.*; PRISMA-P Group. Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. *Syst Rev* 2015;4:1–9.
19. Thomas JR, Silverman SJ, Nelson JK. *Research Methods in Physical Activity*. Seventh edition. Champaign, IL: Human Kinetics; 2015.
20. Ibáñez SJ, Sáenz-López P, Gutiérrez A. Test SIG/AER, aeróbico específico sobre el terreno, para jugadores de baloncesto (Abstract). Congreso Científico Olímpico 1995. Bioquímica, Fisiología del Ejercicio y Medicina del Deporte. Malaga 1995.
21. Apostolidis N, Nassis GP, Bolatoglou T, Geladas ND. Physiological and technical characteristics of elite young basketball players. *J Sports Med Phys Fitness* 2004;44:157–63.
22. Castagna C, Chaouachi A, Rampinini E, Chamari K, Impellizzeri F. Aerobic and explosive power performance of elite Italian regional-level basketball players. *J Strength Cond Res* 2009;23:1982–7.
23. Veale JP, Pearce AJ, Carlson JS. The Yo-Yo Intermittent Recovery Test (Level 1) to discriminate elite junior Australian football players. *J Sci Med Sport* 2010;13:329–31.
24. Ben Abdelkrim N, Castagna C, Jabri I, Battikh T, El Fazaaz S, El Ati J. Activity profile and physiological requirements of junior elite basketball players in relation to aerobic-anaerobic fitness. *J Strength Cond Res* 2010;24:2330–42.
25. Ben Abdelkrim N, Chaouachi A, Chamari K, Chtrata M, Castagna C. Positional role and competitive-level differences in elite-level men's basketball players. *J Strength Cond Res* 2010;24:1346–55.
26. Vemillo G, Silvestri A, La Torre A. The yo-yo intermittent recovery test in junior basketball players according to performance level and age group. *J Strength Cond Res* 2012;26:2490–4.
27. Boone J, Bourgois J. Morphological and physiological profile of elite basketball players in Belgian. *Int J Sports Physiol Perform* 2013;8:630–8.
28. Štrumbelj B, Vučković G, Jakovljević S, Milanović Z, James N, Erčulj F. Graded shuttle run performance by playing positions in elite female basketball. *J Strength Cond Res* 2015;29:793–9.
29. Boone J, Deprez D, Bourgois J. Running economy in elite soccer and basketball players: differences among positions on the field. *Int J Perform Anal Sport* 2014;14:775–87.
30. Gharbi Z, Dardouri W, Haj-Sassi R, Chamari K, Souissi N. Aerobic and anaerobic determinants of repeated sprint ability in team sports athletes. *Biol Sport* 2015;32:207–12.
31. Pion J, Segers V, Franssen J, Debuyck G, Deprez D, Haerens L, *et al.* Generic anthropometric and performance characteristics among elite adolescent boys in nine different sports. *Eur J Sport Sci* 2015;15:357–66.
32. Garcia-Tabar I, Llodio I, Sánchez-Medina L, Ruesta M, Ibáñez J, Gorostiaga EM. Heart rate-based prediction of fixed blood lactate thresholds in professional team-sport players. *J Strength Cond Res* 2015;29:2794–801.
33. Vaquera A, Villa JG. Validación de un nuevo test de campo (TIIVRE-Basket) para valorar la influencia del metabolismo aeróbico en el rendimiento del jugador de baloncesto. In Ibáñez SJ, García-Rubio J, editors. *Avances científicos en baloncesto*. Estudios Ibéricos. Cáceres: Universidad de Extremadura; 2016. p. 144–55.
34. Gomes JH, Rebello-Mendes R, Almeida MB, Zanetti MC, Leite GD, Ferreira Júnior AJ. Relationship between physical fitness and game-related statistics in elite professional basketball players: regular season vs. playoffs. *Motriz* 2017;23:1–7.
35. Moraes H, Aoki MS, Freitas CG, Arruda A, Drago G, Moreira A. SIgA response and incidence of upper respiratory tract infections during intensified training in youth basketball players. *Biol Sport* 2017;34:49–55.
36. Ibáñez SJ, Sáenz-López P, Gutiérrez A. Test SIG/ANA, anaeróbico específico sobre el terreno, para jugadores de baloncesto (Abstract). Congreso Científico Olímpico 1995. Bioquímica, Fisiología del Ejercicio y Medicina del Deporte. Malaga 1992.
37. Hoare DG. Predicting success in junior elite basketball players—the contribution of anthropometric and physiological attributes. *J Sci Med Sport* 2000;3:391–405.
38. Zupan MF, Arata AW, Dawson LH, Wile AL, Payn TL, Hannon ME. Wingate Anaerobic Test peak power and anaerobic capacity classifications for men and women intercollegiate athletes. *J Strength Cond Res* 2009;23:2598–604.
39. Jakovljevic ST, Karalejic MS, Pajic ZB, Macura MM, Erculj FF. Speed and agility of 12- and 14-year-old elite male basketball players. *J Strength Cond Res* 2012;26:2453–9.
40. Steinberg N, Nemet D, Pantanowitz M, Zeev A, Hallumi M, Sindiani M, *et al.* Longitudinal study evaluating postural balance of young athletes. *Percept Mot Skills* 2016;122:256–79.
41. Calleja-González J, Mielgo-Ayuso J, Lekue JA, Leibar X, Erauzkin J, Jukic I, *et al.* The Spanish “Century XXI” academy for developing elite level basketballers: design, monitoring and training methodologies. *Phys Med Sport* 2016;44:148–57.
42. Gonzalo-Skok O, Tous-Fajardo J, Suarez-Arrones L, Arjol-Serrano JL, Casajús JA, Mendez-Villanueva A. Single-leg power output and between-limbs imbalances in team-sport players: Unilateral versus bilateral combined resistance training. *Int J Sports Physiol Perform* 2017;12:106–14.
43. Matakulj D, Kukulj M, Ugarkovic D, Tihanyi J, Jaric S. Effects of plyometric training on jumping performance in junior basketball players. *J Sports Med Phys Fitness* 2001;41:159–64.
44. Ostojic SM, Mazic S, Dikic N. Profiling in basketball: physical and physiological characteristics of elite players. *J Strength Cond Res* 2006;20:740–4.
45. Bloomfield J, Polman R, O'Donoghue P, McNaughton L. Effective speed and agility conditioning methodology for random intermittent dynamic type sports. *J Strength Cond Res* 2007;21:1093–100.
46. Pareja-Blanco F, Suarez-Arrones L, Rodríguez-Rosell D, López-Segovia M, Jiménez-Reyes P, Bachero-Mena B, *et al.* Evolution of determinant factors of repeated sprint ability. *J Hum Kinet* 2016;54:115–26.
47. Torres-Unda J, Zarrazquin I, Gravina L, Zubero J, Seco J, Gil SM, *et al.* Basketball performance is related to maturity and relative age in elite adolescent players. *J Strength Cond Res* 2016;30:1325–32.
48. Doma K, Leicht A, Sinclair W, Schumann M, Damas F, Burt D, *et al.* Impact of Exercise-Induced Muscle Damage on Performance Test Outcomes in Elite Female Basketball Players. *J Strength Cond Res* 2018;32:1731–8.
49. Puente C, Abián-Vicén J, Areces F, López R, Del Coso J. Physical and physiological demands of experienced male basketball players during a competitive game. *J Strength Cond Res* 2017;31:956–62.
50. Ramos S, Volossovitch A, Ferreira AP, Barrigas C, Frago I, Masuça L. Differences in Maturity, Morphological, and Fitness Attributes Between the Better- and Lower-Ranked Male and Female U-14 Portuguese Elite Regional Basketball Teams. *J Strength Cond Res* 2018. [Epub ahead of print]
51. García-Gil M, Torres-Unda J, Esain I, Duñabeitia I, Gil SM, Gil J, *et al.* Anthropometric parameters, age, and agility as performance predictors in elite female basketball players. *J Strength Cond Res* 2018;32:1723–30.
52. Scanlan A, Humphries B, Tucker PS, Dalbo V. The influence of physical and cognitive factors on reactive agility performance in men basketball players. *J Sports Sci* 2014;32:367–74.
53. Scanlan AT, Tucker PS, Dalbo VJ. A comparison of linear speed, closed-skill agility, and open-skill agility qualities between backcourt and frontcourt adult semiprofessional male basketball players. *J Strength Cond Res* 2014;28:1319–27.
54. Narazaki K, Berg K, Stergiou N, Chen B. Physiological demands of competitive basketball. *Scand J Med Sci Sports* 2009;19:425–32.



55. Castagna C, Abt G, Manzi V, Annino G, Padua E, D'Ottavio S. Effect of recovery mode on repeated sprint ability in young basketball players. *J Strength Cond Res* 2008;22:923–9.
56. Chaouachi A, Brughelli M, Chamari K, Levin GT, Ben Abdelkrim N, Laurencelle L, *et al.* Lower limb maximal dynamic strength and agility determinants in elite basketball players. *J Strength Cond Res* 2009;23:1570–7.
57. Ibáñez SJ, Sampaio J, Feu S, Lorenzo A, Gómez MA, Ortega E. Basketball game-related statistics that discriminate between teams' season-long success. *Eur J Sport Sci* 2008;8:369–72.
58. Conte D, Favero TG, Lupo C, Francioni FM, Capranica L, Tessitore A. Time-motion analysis of Italian elite women's basketball games: individual and team analyses. *J Strength Cond Res* 2015;29:144–50.

*Conflicts of interest.*—The authors certify that there is no conflict of interest with any financial organization regarding the material discussed in the manuscript.

*Funding.*—This study was partially subsidized from Aid for Research Groups (GR 18170) from the Government of Extremadura (Department of Economy and Research), with the contribution of the European Union through FEDER.

Manuscript accepted: January 9, 2019. - Manuscript revised: November 28, 2018. - Manuscript received: July 19, 2018.

This document is protected by international copyright laws. No additional reproduction is authorized. It is permitted for personal use to download and save only one file and print only one copy of this Article. It is not permitted to make additional copies (either sporadically or systematically, either printed or electronic) of the Article for any purpose. It is not permitted to distribute the electronic copy of the article through online internet and/or intranet file sharing systems, electronic mailing or any other means which may allow access to the Article. The use of all or any part of the Article for any Commercial Use is not permitted. The production of derivative works from the Article is not permitted. The creation of derivative works from the Article is not permitted. The production of reprints for personal or commercial use is not permitted. It is not permitted to frame or use framing techniques to enclose any trademark, logo, or other proprietary information of the Publisher. cover, overlay, obscure, block, or change any copyright notices or terms of use which the Publisher may post on the Article. It is not permitted to frame or use framing techniques to enclose any trademark, logo, or other proprietary information of the Publisher.



10.2. Estudio II: Batería de test de campo para evaluar la condición física de jugadores de baloncesto: SBAFIT





## BATERÍA DE TEST DE CAMPO PARA EVALUAR LA CONDICIÓN FÍSICA DE JUGADORES DE BALONCESTO: SBAFIT

*SBAFIT: a field-based test battery to assess physical fitness in basketball players*

David Mancha Triguero <sup>1</sup>, Javier García-Rubio <sup>1</sup>, Sergio J. Ibáñez Godoy <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad de Extremadura.

Correspondencia:  
Javier García Rubio  
Universidad de Extremadura, España.  
E-mail: jaqaru@unex.es

Recibido: 08/05/2019  
Aceptado: 17/06/2019

**Fuentes de Financiación:** Este trabajo ha sido parcialmente subvencionado por la Ayuda a los Grupos de Investigación (GR18170) del Gobierno de Extremadura (Consejería de Empleo, Empresa e Innovación); con la aportación de la Unión Europea a través de los Fondos Europeos de Desarrollo Regional.

### Resumen

En la actualidad, los deportes de invasión están evolucionando a una mejora del componente físico-fisiológico, sin restar importancia al resto de factores involucrados. Por este motivo, es necesario la creación y utilización de diferentes instrumentos que evalúen el componente físico del deportista con el objetivo de conocer su rendimiento físico, y si fuese necesario, mejorarlo. El objetivo de este trabajo fue diseñar una batería de test específicos para evaluar las capacidades que mayor repercusión tienen en el juego del baloncesto. Para ello, se diseñaron y seleccionaron una serie de test de campo específico de baloncesto que evaluase cada habilidad seleccionada. Estas pruebas conforman la batería específica de condición física SBAFIT. La batería está formada por diez test que evalúan la condición física de manera integral y que valoran la capacidad aeróbica, la capacidad anaeróbica láctica, la fuerza máxima de tren inferior, la tolerancia a la fatiga del tren inferior, la velocidad de desplazamiento general y la velocidad de desplazamiento específico, la agilidad genérica, la agilidad específica y la fuerza centrípeta, una genérica y otra específica. Por ello, realizar esta batería de test aportará al preparador físico una visión global de la condición física individualizada de cada deportista.

**Palabras clave:** Baloncesto; Condición Física; Test Específicos; Evaluación Integral.

### Abstract

At present, invasion sports are evolving to an improvement of the physical-physiological element without detracting from the rest of the factors involved. For this reason, it is necessary to create and use different instruments that assess the athlete's physical fitness in order to know their physical performance, and if necessary, to improve it. The objective of this paper was to design a battery of specific tests to assess the abilities that have the greatest impact on the game of basketball. For this, a series of specific basketball field-based tests were designed and selected to evaluate each selected skill. These tests make up the specific battery for physical fitness named SBAFIT. The battery consists of ten tests that evaluate physical fitness in an integral way and assess the aerobic capacity, the anaerobic lactic capacity, the maximum leg strength and the leg tolerance to fatigue, the general and specific running speed, the generic and specific agility, and the generic and specific centripetal force. Therefore, using this test battery will provide the physical trainer with a global view of the individualized physical fitness of each athlete.

**Keywords:** Basketball; Physical Fitness; Specific Tests; Integral Assessment.

Mancha-Triguero, D., García-Rubio, J., Ibáñez, S. J.

En equipos de élite, durante el periodo competitivo, no se suelen realizar test de CF para no someter al deportista a un esfuerzo extra que pueda producir un déficit de rendimiento (Calleja-González, Leibar, & Terrados, 2008). En este caso, la evaluación de la CF se realiza en los periodos de la temporada donde existe ausencia de la competición. Por este motivo, en ocasiones, se obtiene información a través de medidas indirectas en los casos en los que el periodo competitivo es muy denso (Calleja-González et al., 2008), aun sabiendo que la fiabilidad de los resultados puede verse afectada.

Revisada la literatura, se concluye afirmando que las capacidades relacionadas con la CF más importantes son: i) capacidad aeróbica (evaluada a través del Yo-Yo IR1 Test); ii) la capacidad anaeróbica láctica (evaluada a través de un test RSA); iii) la fuerza de tren inferior (evaluada a través de Test CMJ y SJ), iv) la velocidad de desplazamiento (evaluada a través de test de sprint de 20 metros); v) la agilidad (evaluada a través del T Test); vi) la habilidad de generar fuerza centrípeta (Mancha-Triguero, García-Rubio, Calleja-González, Ibáñez, 2019) (Figura 1). La importancia de estos factores en el deporte del baloncesto se debe al componente físico que tiene la propia competición.

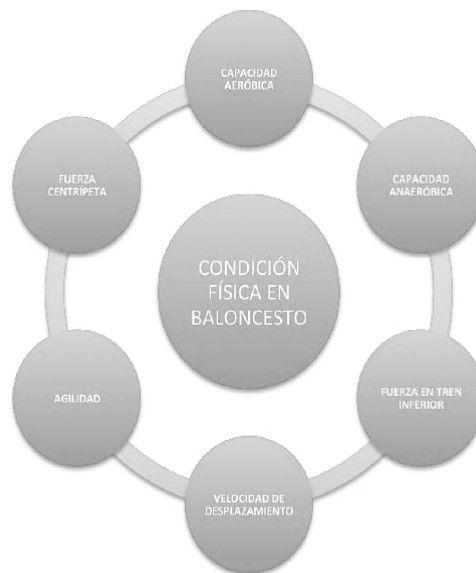


Figura 1. Representación gráfica de las habilidades relacionadas con la CF en baloncesto.

A continuación, se presenta brevemente la importancia de las diferentes capacidades que se desarrollan en el baloncesto moderno.

#### Capacidad Aeróbica

La importancia de la evaluación de la capacidad aeróbica en baloncesto reside en que este es un deporte híbrido que mezcla vías de obtención de energía. En este caso, el mayor tiempo de la competición, el deportista se encuentra en vía aeróbica (Narazaki, Berg, Stergiou, & Chen, 2009). Además, la capacidad aeróbica colabora garantizando la resíntesis de fosfocreatina y el aclaramiento de lactato de la actividad muscular (Castagna et al., 2010). Esta capacidad es necesaria desarrollarla puesto que un jugador recorre entre 4500-6000 metros por partido (Abdelkrim et al., 2010).

#### Capacidad Anaeróbica Láctica

El baloncesto es un deporte híbrido aeróbico-anaeróbico, en el cuál, las acciones más importantes y determinantes del juego son de carácter anaeróbico. Además, el equipo ganador de una competición suele ser el que desarrolla sus acciones a una intensidad mayor durante más tiempo (Chaouachi et al., 2009). Por este motivo, es un aspecto a tener en cuenta, puesto que la propia competición exige que el jugador esté habituado a enfrentarse a numerosas acciones a máxima intensidad.

#### **Fuerza de Tren Inferior**

El baloncesto es un juego de equipo dinámico y complejo que combina estructuras de movimientos explosivos que mayoritariamente acaban en saltos (Erculj et al., 2010). En ocasiones, el salto puede ser máximo o encadenar un conjunto de saltos para conseguir el objetivo. Es el gesto principal de la acción de rebote o el lanzamiento. En esta línea, Ibáñez et al., (2008) afirman que los equipos que obtienen mayor número de rebotes obtienen mejores resultados en competiciones.

#### **Velocidad de Desplazamiento.**

El baloncesto es un deporte en el que compiten dos equipos de cinco jugadores con una limitación temporal para alternar la fase de juego, lo que implica un alto nivel de ejecución en sus acciones (Delextrat, & Cohen, 2009). Además, al contrario que otros deportes, el baloncesto se caracteriza por ser un deporte en el que todos los integrantes en el juego forman parte de la fase de ataque y defensa simultáneamente. En esta línea, Peyer, Pivarnik, Eisenmann y Vorkapich (2011) afirman que el equipo ganador de una competición es el que realiza mayor número de acciones explosivas, de mayor duración e intensidad. Además, la naturaleza del deporte del baloncesto reside en la repetición de esfuerzos con recuperaciones incompletas (Narazaki, Berg, Stergiou, & Chen, 2009). La importancia de esta habilidad reside en que el reglamento obliga al deportista a desplazarse en un tiempo menor a 8 segundos desde el campo propio (después de sacar de fondo o de línea lateral) hasta el medio campo y otorga al equipo atacante de un máximo de 24 segundos en total para realizar la posesión e intentar conseguir el objetivo (Jakovljevic, Karalejic, Pajic, Macura, & Erculj, 2012).

#### **Agilidad**

El baloncesto es un deporte que se caracteriza por reunir a dos equipos en un espacio reducido en que el comparten la lucha del balón para conseguir el objetivo. En esta línea, el jugador de baloncesto debe reunir diferentes aptitudes entre las que se encuentra ser inteligente, rápido y ágil para poder realizar cambios de dirección (Abdelkrim et al., 2010). Por ello, la agilidad en jugadores de baloncesto puede ser una cualidad limitante de rendimiento, esto se debe a que el deporte por su naturaleza intrínseca, exige al deportista que realice desplazamientos rápidos en diferentes sentidos y direcciones en un terreno de juego compartido con diferentes compañeros y adversarios (Green, Pivarnik, Carrier, & Womack, 2006).

#### **Fuerza Centrípeta**

El baloncesto es un deporte de invasión dotado de gran imprevisibilidad. Por este motivo, se debe diferenciar entre cambios de dirección y agilidad. Los cambios de dirección se caracterizan por tener condiciones planeadas (Nimphius, Callaghan, Bezodis, & Lockie, 2018), mientras que la agilidad se caracteriza por ser imprevisible (DeWeese, & Nimphius, 2016). Esta imprevisibilidad requiere que el deportista tenga un componente explosivo, pues está relacionada con la capacidad de realizar cambios de ritmo y dirección que se realizan continuamente en deportes de oposición (Abdelkrim et al., 2010). Esto afecta directamente a la fuerza centrípeta que puede generar el deportista en la zona estabilizadora del tronco (Core), puesto que es donde se encuentra el centro de masas del deportista (Behm, Drinkwater, Willardson, & Cowley, 2010).

Hasta donde se conoce, no existe una batería de test específicos para evaluar la CF del jugador de baloncesto que aglutine todas las capacidades anteriormente descritas. Se identifican pruebas aisladas para evaluar algún factor, pero no se identifican baterías que evalúen la CF de manera integral. Por todo ello, y revisada la literatura, el objetivo de este trabajo fue diseñar una batería de test de CF formada por test de campo y específicos para jugadores de baloncesto con la finalidad de ayudar al mundo del entrenamiento.

## Método

### Diseño

Este trabajo se encuadra dentro de los estudios instrumentales, pues trata de desarrollar y proponer una batería de test específicos para evaluar la CF de jugadores de baloncesto (Ato, López, & Benavente, 2013). Por tanto, es una propuesta sobre una batería de test que agrupa diferentes test de CF y que deben reunir dos condiciones: i) ser test de campo; ii) específicos para el deporte del baloncesto.

### Propuesta de Batería.

La batería específica de condición física (SBAFIT) está formada por diferentes test que evalúan la CF de jugadores de baloncesto. Cada test seleccionado realiza una valoración sobre una habilidad o capacidad. Analizada la literatura existente relacionada con la evaluación de la condición física para jugadores de baloncesto (Mancha-Triguero et al., 2019), se determinó que las capacidades que mayor impacto tienen en el baloncesto son las siguientes: i) Capacidad Aeróbica, ii) Capacidad Anaeróbica Láctica, iii) Fuerza de Tren Inferior, iv) Velocidad de desplazamiento, v) Agilidad, vi) Fuerza Centrípetas. Todas las capacidades se evaluarán a través de un test independiente a excepción de la habilidad de Fuerza de Tren Inferior que es evaluada a través de dos test. Además, con la finalidad de buscar la mayor especificidad en los test, las capacidades de velocidad de desplazamiento, agilidad y fuerza centrípeta son evaluadas tanto en su versión original como en la versión específica para el baloncesto. La versión específica se caracteriza por introducir en los desplazamientos propios del test el acompañamiento del bote de balón (Figura 2).

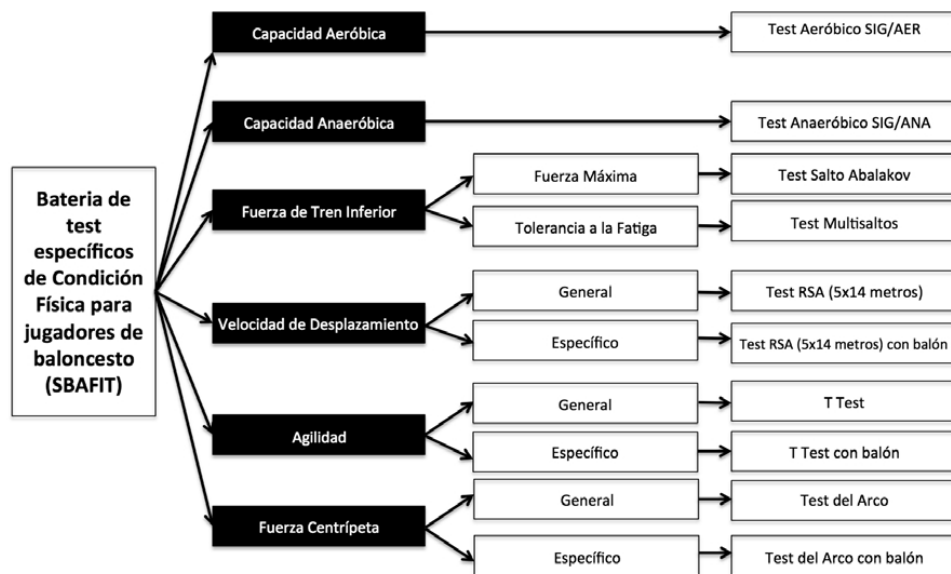


Figura 2. Representación gráfica sobre los test que conforman la batería específica.

### Protocolo de actuación.

Realizar la batería completa SBAFIT para la evaluación integral del jugador de baloncesto, requiere agrupar los diferentes test en dos jornadas diferentes, dependiendo de las demandas o vía energética que requiere cada test. Las jornadas de análisis de CF deben estar separadas al menos por 48 horas (Bishop, Jones, & Woods, 2008). Previo a la realización de las pruebas, los deportistas realizan un proceso de familiarización con los test que conforman la batería. Para realizar las diferentes pruebas, los jugadores llevan a cabo el calentamiento específico previo a la competición, puesto que, en ambas situaciones, las exigencias a las que se enfrentan son máximas.



Este calentamiento nunca excederá los 20 minutos. Durante ese periodo, se deberá provocar las respuestas necesarias para que el deportista pueda afrontar cualquier situación máxima en las mejores condiciones. Para ello, el deportista completará 10 minutos de actividad moderada, seguido de 5 minutos de diferentes ejercicios de estiramientos dinámicos y 3 minutos de recuperación activa o actividad suave (Zarić, Dopsaj, & Marković, 2018).

#### *Distribución de las pruebas*

*Día 1:* Los jugadores realizan en el siguiente orden las pruebas de fuerza de tren inferior (máxima y tolerancia a fatiga), test de fuerza centrípeta (general y específico) y por último el test capacidad aeróbica.

*Día 2:* Los jugadores realizan en el siguiente orden el test de sprint (general y específico), test de agilidad (general y específico) y test de capacidad anaeróbica láctica.

En las pruebas en las que se realizan de manera general y específica (desplazamientos con bote de balón) siempre se realiza primero la versión general, puesto que las versiones específicas introducen en sus desplazamientos el bote de balón, afectando a generar un mayor número de estímulos y, por tanto, la fatiga generada también es mayor (Mancha-Triguero, Gómez-Carmona, Gamonales, García-Rubio, & Ibáñez, 2019).

La batería está formada por dos pruebas que pueden provocar gran fatiga en el jugador (test de capacidad aeróbica y test de capacidad anaeróbica láctica). Las pruebas de capacidad aeróbica y capacidad anaeróbica láctica se realizan al final de cada jornada por ser pruebas submáximas. Estas dos pruebas deben realizarse en días separados en el tiempo. El resto de pruebas se realizan en función de la vía energética que requieren. El diseño plantea un desarrollo incremental en cuanto a los requerimientos de las pruebas realizadas con el fin de que la fatiga no sea una variable contaminante en los resultados obtenidos.

Además de todas las capacidades que se mencionan anteriormente, es aconsejable realizar una prueba antropométrica básica a cada jugador con el objetivo de conocer la composición corporal y caracterizar a los jugadores de manera fiable. Esta información puede ser utilizada para la individualización del entrenamiento con la finalidad de optimizar el rendimiento en el deportista, puesto que los deportistas en etapas de formación, debido al periodo de la adolescencia, sufren alteraciones hormonales y aumento de los segmentos corporales que provocan continuos desequilibrios, viéndose afectada la condición física del deportista debido al desarrollo madurativo (Torres-Unda et al., 2016).

## **Propuesta de batería de test y protocolo de ejecución**

A continuación, se describe el conjunto de test que conforman la batería SBAFIT diseñada para evaluar la condición física integral del jugador de baloncesto.

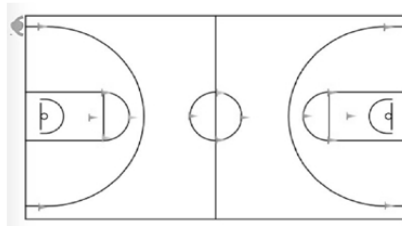
### **Test de Capacidad Aeróbica**

El test propuesto que evalúa esta capacidad de manera más óptima siguiendo el criterio de especificidad para el deporte del baloncesto es el Test Aeróbico SIG/AER (Ibáñez, Sáenz-López, & Gutiérrez, 1995a). La elección del test se debe a la similitud con la propia competición, debido a que utiliza un mayor número de elementos formales del juego (terreno de juego, balón y elementos tácticos-técnicos del propio deporte).

#### *Diseño*

Se colocan en el terreno de juego una serie de referencias para orientar al jugador en el desarrollo de la prueba. Se colocan conos en las zonas próximas a las esquinas del terreno de juego, en los semicírculos de ambas zonas restringidas y sobre el círculo de medio campo (Figura 3).

Mancha-Triguero, D., García-Rubio, J., Ibáñez, S. J.

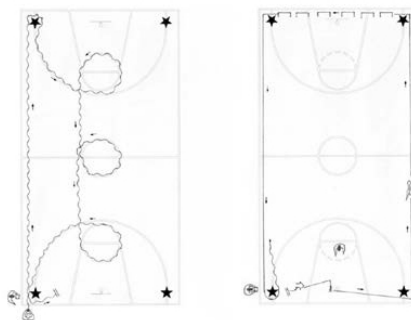


**Figura 3.** Distribución del terreno de juego para realizar el Test Aeróbico SIG/AER (Tomado de Ibáñez, Mancha-Triguero, Reina, & García-Rubio, 2019).

#### Desarrollo

El Test SIG/AER, es una prueba de campo en la que el deportista durante doce minutos realiza diferentes acciones técnico-tácticas del deporte. El orden que estructura la secuencia de las diferentes acciones técnico-tácticas están diseñadas teniendo en cuenta el orden secuencial similar al que podría encontrárselo el deportista durante un partido y sobre el terreno de juego. El desarrollo del test es el siguiente (Figura 4):

El jugador comienza en la línea de fondo del campo desplazándose hacia el campo contrario realizando carrera frontal mientras bota el balón. Llegado al final del campo, realiza un cambio de dirección, comenzando a correr botando el balón sobre la línea que delimita el lanzamiento de tres puntos para llegar al primer círculo (situado sobre la zona tiro libre), realiza un giro de 360° dejando siempre los conos en el lado interior del giro. Seguido de este primer giro, el jugador se desplaza corriendo y botando el balón hacia el medio campo para realizar un giro de 360° sobre el centro del campo y se desplaza hacia la otra zona defensiva del campo para realizar otro giro de 360° sobre la zona del tiro libre. Llegado hasta aquí, el deportista se desplaza corriendo sobre la línea de tres puntos para llegar al cono de salida, realizar un cambio de dirección y realizar un lanzamiento a canasta desde fuera del área restringida (media distancia). Realizado el lanzamiento, el jugador corre hacia la canasta para realizar un salto vertical y trata de tocar el tablero de canasta (simula la acción de un rebote). A continuación, sigue desplazándose frontalmente hacia la esquina más próxima en sentido de la carrera (cono del mismo fondo al cono de salida). Posteriormente, el deportista recorre todo el largo del campo hasta llegar al fondo contrario desplazándose de espaldas simulando una acción de balance defensivo (carrera de espaldas). Cuando se encuentra en el fondo contrario, el jugador realiza seis movimientos defensivos (desplazamientos laterales) a lo ancho del campo. Finalizada esta fase, realiza la última carrera frontal del circuito para volver a cruzar el campo hacia el punto de salida y volver a empezar el circuito, simulando una carrera frontal sin balón para el contraataque.



**Figura 4.** Representación gráfica del Test Aeróbico SIG/AER (Tomado de Ibáñez et al., 1995a).

En ese momento, al paso del deportista por el inicio, el jugador habrá concluido un circuito completo, debiendo comenzar de nuevo el recorrido con la finalidad de realizar el mayor número de circuitos posible en el tiempo estimado (12 minutos). Durante el desarrollo del circuito, el evaluador registrará no sólo la distancia recorrida, medida en número

Batería de test de campo para evaluar la condición física de jugadores de baloncesto: SBAFIT

de circuitos y fracciones, sino que completará esta información con la eficacia (intentos/aciertos) de los lanzamientos realizados. El circuito del Test SIG/AER está dividido en 12 fracciones, con el objetivo de poder cuantificar con exactitud la distancia recorrida por el jugador (Ibáñez et al., 2019) (Figura 5).

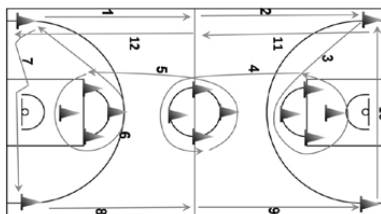


Figura 5. Representación de las fracciones del circuito (Tomado de Ibáñez et al., 2019).

#### Procedimiento

El test ofrece la posibilidad de ser realizado por varios jugadores al mismo tiempo, siendo el tiempo recomendable de separación en la salida entre jugadores de dos a tres minutos (a elección del responsable de la prueba), para no molestar al resto de compañeros en el desarrollo del test. Con un intervalo de 2 minutos en la salida entre jugadores, durante la prueba habrá 6 jugadores de forma simultánea en la pista. Si se elige un intervalo de 3 minutos en la salida entre jugadores, el número de jugadores que coinciden de manera simultánea será de 4. La salida de un nuevo jugador puede servir de referencia para el deportista que se encuentra realizando el circuito, puesto que puede saber el tiempo que lleva de prueba y el que le resta para finalizar, dosificando así, su esfuerzo.

Durante la realización de la prueba y debido a que confluyen diferentes jugadores en diferentes momentos, está permitido que los jugadores adelanten a otros compañeros con ritmo inferior, siempre que no afecte al jugador adelantado. Por el contrario, no está permitido que los jugadores corran en grupo (drafting) realizando el circuito de manera conjunta y adaptando su ritmo al del compañero.

Se recomienda el empleo de sistema de registro de diferentes variables para cuantificar la carga interna y externa del deportista durante el periodo analizado. Además, el preparador físico obtiene información de manera observacional del rendimiento de la prueba (número de circuitos que se realizan con fracciones de 1/12). Igualmente, al ser un test específico se registra la eficacia en el desarrollo de la prueba, mediante el control del lanzamiento y la serie temporal de acierto error durante la prueba (Ibáñez et al., 1995).

El diseño del test es simple y fácilmente reproducible en cualquier campo de baloncesto por parte de cualquier entrenador o preparador físico, puesto que los recursos materiales que se precisan son los habituales para la práctica deportiva de este deporte. Por último, se detalla que, durante el test, el jugador realizará todos los elementos técnicos que se encuentra durante la práctica o competición a excepción del elemento técnico del pase, pues se considera que la aparición de otro jugador receptor puede suponer una variable extraña para el desarrollo del test (Ibáñez et al., 1995).

#### Unidades de Medida

Las variables que se pueden analizar en esta prueba dependerán del material del que se disponga. Si se dispone de poco material, las variables de referencia serán el número de circuitos (o fracciones) realizadas, el número de lanzamiento, y la serie temporal (acierto/error) de los lanzamientos. Si por el contrario se dispone de material específico para cuantificar la carga, además de las variables mencionadas anteriormente, se puede conocer el Player Load, número de impactos que soporta durante la prueba (y la Fuerza G), número de aceleraciones/ deceleraciones y las variables relacionadas con la frecuencia cardíaca (Máxima, Media, % de la Máxima y recuperación a los 2 minutos). Existe una propuesta de cuantificación de la carga realizada por Ibáñez et al. (2019) en función del nivel competitivo, la edad de los deportistas y el género de los jugadores. La distancia aproximada que el jugador realiza en cada fracción de circuito es de 15 metros, siendo 180 metros la distancia estimada de todo el circuito (Ibáñez et al., 2019).

### Test de Capacidad Anaeróbica Láctica

El test propuesto que evalúa esta capacidad de manera más óptima siguiendo el criterio de especificidad para el deporte del baloncesto es el Test Anaeróbico SIG/ANA (Ibáñez, Sáenz-López, & Gutiérrez, 1995b). La elección del test se debe a la similitud con la propia competición. Para el desarrollo de esta prueba, el deportista se enfrenta a una gran cantidad de elementos formales y técnico-tácticos en los que se simula la propia competición.

#### Diseño

El test seleccionado intercala el periodo de trabajo y de recuperación pasiva total (ratio de trabajo: descanso es 1:1). Ambos test, el Test Anaeróbico SIG/ANA y el test AGS/GRA, conservan la misma estructura. Para la validación del test, se correlacionan los resultados con el test de laboratorio obteniendo una correlación elevada (Ibáñez et al., 1995).

El Test SIG/ANA (Ibáñez et al., 1995b) tiene una duración de diez minutos (incluyendo los cinco minutos de actividad y los cinco minutos de recuperación).

(Figura 6).

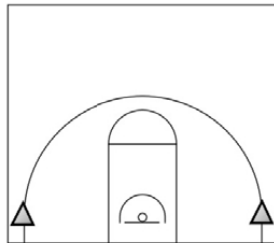


Figura 6. Distribución del terreno de juego para realizar el Test Anaeróbico SIG/ANA (Tomado de Ibáñez et al., 2019).

#### Desarrollo

Durante la duración de la prueba, el sujeto realiza diferentes acciones técnico-tácticas específicas del baloncesto. La secuencia de los elementos técnicos que se realizan en cada circuito es la siguiente:

El jugador comienza la prueba desde debajo del aro de la canasta. A la señal de salida, comienza a desplazarse frontalmente hacia el cono situado sobre la línea de tres puntos, llegado al cono, realiza un cambio de dirección, recoge una pelota y comienza a desplazarse frontalmente hacia canasta mientras bota la pelota para finalizar haciendo un lanzamiento próximo a canasta. Después del lanzamiento, el deportista se desplaza hacia el otro cono realizando carrera de espalda simulando el balance defensivo. Llegado al cono, realiza un cambio de dirección y comienza a realizar tres movimientos defensivos hasta la canasta (desplazamientos laterales). Finalmente, cuando esté próximo a la canasta, el jugador realiza un salto vertical (simulando la acción de rebote). Finalizado este último elemento, el jugador habrá concluido un circuito completo y deberá repetir la secuencia anteriormente descrita el máximo número de veces durante el minuto de trabajo, durante los cinco periodos que dura la prueba (Figura 7).

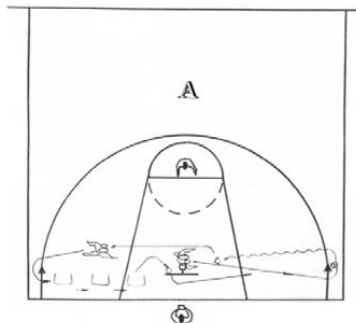


Figura 7. Representación gráfica del test anaeróbico SIG/ANA (Tomado de Ibáñez et al., 1995b).

El test se realiza en una canasta y de manera individual. Para conocer con exactitud los resultados del test, se pueden medir diferentes parámetros entre los que destacan los relacionados con la carga interna, carga externa o los obtenidos a través de la observación (número de fracciones realizadas, la eficacia en el lanzamiento y las series de acierto/ error de los lanzamientos de todos los palieres). Durante la prueba, se contará con la ayuda de dos ayudantes. Uno de ellos, próximo a la canasta será el encargado de anotar tanto el número de circuitos que realiza como la eficacia de los lanzamientos, mientras que el otro ayudante, recoge el balón y lo lleva al cono (inicio de la fracción 2) para que el deportista cuando comience otro circuito tenga el balón disponible. Los preparadores físicos pueden analizar la evolución de los resultados del test mediante la distancia recorrida (número de fracciones de circuito), frecuencia cardíaca y eficacia de lanzamientos. La primera fracción comienza desde debajo del aro de canasta donde se coloca del deportista para comenzar la prueba y llega hasta el cono situado sobre la línea de tres puntos. Llegado aquí, el deportista comienza la segunda fracción del circuito que finaliza con el lanzamiento a canasta. A continuación, tras finalizar el lanzamiento próximo a canasta, comienza la tercera fracción y finaliza cuando el deportista llega al cono situado sobre la línea de tres puntos (en el lateral opuesto al de la fracción 1-2). Por último, el deportista comienza la cuarta fracción y que lleva a desplazarse desde el cono anterior hasta justo debajo del aro de canasta (donde comenzará de nuevo el circuito) (Figura 8).

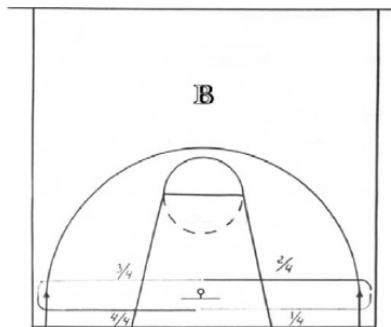


Figura 8. Distribución de las fracciones del test Anaeróbico SIG/ANA (Tomado de Ibáñez et al., 1995b).

#### Procedimiento

El test ofrece la posibilidad de ser realizado por varios jugadores al mismo tiempo, un jugador en cada canasta del campo, con la finalidad de agilizar y minimizar el tiempo de evaluación de los jugadores. Hay que tener en cuenta que por cada canasta que se utilice, el evaluador debe contar con dos ayudantes para que desarrollen las funciones mencionadas anteriormente. Además, si se tiene gran dominio sobre el test y los jugadores conocen tanto el test como la dinámica de la prueba, se pueden evaluar a dos jugadores a la vez en cada canasta durante los 10 minutos de duración de la prueba. Para ello, deben existir una cierta coordinación y los jugadores deben estar concentrados en su prueba, pues deben alternar el tiempo de trabajo de un jugador con el de recuperación de otro (mientras jugador A está en minuto de actividad, jugador B tiene minuto de recuperación y viceversa), reduciendo así el tiempo empleado en la implementación de la prueba.

Existe una propuesta de cuantificación de la carga realizada por Ibáñez et al. (2019) en función del nivel competitivo, la edad de los deportistas y el género de los jugadores.

#### Unidades de Medida

Las variables que se pueden analizar en esta prueba dependerán del material del que se disponga. Si se dispone de poco material, las variables de referencia serán el número de circuitos (o fracciones) realizadas, el número de lanzamiento, y la serie temporal (acierto/error) de los lanzamientos. Si por el contrario se dispone de material específico para cuantificar la carga, además de las variables mencionadas anteriormente, se puede conocer el Player Load,

Mancha-Triguero, D., García-Rubio, J., Ibáñez, S. J.

---

número de impactos que soporta durante la prueba (y la Fuerza G), número de aceleraciones/ deceleraciones y las variables relacionadas con la frecuencia cardíaca (Máxima, Media, % de la Máxima y recuperación a los 2 minutos). Existe una propuesta de cuantificación de la carga realizada por Ibáñez et al. (2019) en función del nivel competitivo, la edad de los deportistas y el género de los jugadores. La distancia aproximada que el jugador realiza en cada fracción de circuito es de 7.5 metros, siendo 30 metros la distancia estimada de todo el circuito (Ibáñez et al., 2019).

### **Fuerza de Tren Inferior**

Para la capacidad de Salto, la evaluación de esta capacidad está formada por dos pruebas. Por un lado, el deportista realiza un test de Salto Abalakov (ABK) o Counter Movement Jump with Swing Arm (CMJsa) (García-Gil, et al., 2018). Por otro lado, el otro test seleccionado para evaluar la capacidad de salto y la tolerancia a la fatiga es el test de Multisaltos (Imai, Kaneoka, Okubo, & Shiraki, 2016).

#### *Test de Salto Abalakov (Test ABK).*

##### *Diseño*

El test se realiza sobre la línea de uno de los fondos con el objetivo de realizar el salto e intentar llegar a tocar el tablero de canasta.

##### *Desarrollo*

El deportista realiza de manera individual un salto máximo con el objetivo de conocer la potencia máxima de salto. Para realizar el salto, contará con la ayuda de la impulsión del tren superior.

##### *Procedimiento*

Realizar un Salto de Abalakov con el objetivo de conocer los valores máximos que puede producir un deportista requiere tener en cuenta el número de intentos y la recuperación entre ellos. Para ello, cada deportista realizará 3 intentos de manera individual con una recuperación de 30 segundos entre saltos (Heredia, Chiroso, Roldán, & Chiroso, 2009). La posición del jugador será sobre la línea de fondo y próxima al tablero de canasta. De manera individual, el jugador deberá realizar el salto sobre el lugar (sin desplazamiento previo) con el objetivo de tocar el tablero o, en su defecto, llegar lo más alto posible. Realizado el salto, el jugador comienza el periodo de recuperación estipulado (30 segundos) y realiza el siguiente intento. (Figura 9).

##### *Unidades de Medida*

Las variables que se pueden analizar en esta prueba dependerán del material del que se disponga. Si se dispone de poco material, la variable de referencia serán la altura de salto, midiendo la diferencia entre la altura alcanzada sin saltar y la altura máxima en el salto. Si por el contrario se dispone de material específico para cuantificar la carga, además de la variable mencionada anteriormente, se puede conocer el Player Load, el tiempo de vuelo del salto, la fuerza de despegue en el salto y la fuerza de caída en el salto.

Batería de test de campo para evaluar la condición física de jugadores de baloncesto: SBAFIT



Figura 9. Representación gráfica sobre la ejecución de un Test de Abalakov.

#### Test de Multisaltos.

##### Diseño

El test de Multisaltos, al igual, que el otro test, se realiza sobre la línea de uno de los fondos del terreno de juego con el objetivo de llegar a tocar el tablero de canasta durante el salto o alcanzar la altura máxima posible.

##### Desarrollo

El test de salto Drop Jump es uno de los test más utilizados en la literatura (Bobbert, & Huijing, 1987; Bedi, Cresswell, Engel, & Nicol, 1987; Peng, 2011), siendo objeto de estudio y realizando estudios adaptativos en función del género (Laffaye, & Choukou, 2010), el nivel o las características antropométricas (Markovic, & Jaric, 2007). Por todo ello, la elección del test es un Test de Multisaltos en la que el jugador concatena cinco saltos máximos con el objetivo de conocer la tolerancia a la fatiga (Imai, Kaneoka, Okubo, & Shiraki, 2016).

##### Procedimiento

Para el test de Multisaltos, el jugador comienza el test subido a un cajón que varía la altura en función de la categoría del jugador. La altura estipulada para realizar el test variará en función del género (Laffaye, & Choukou, 2010). Para los deportistas masculinos de categoría infantil (U´14) será de 30 cm. Para los jugadores de categoría cadete (U´16), la altura del cajón será de 40 cm. Por último, para jugadores de categoría junior (U´18) o amateur, la altura de la caída será de 50 cm (Markovic, & Jaric, 2007). Mientras que, para el género femenino, en las jugadoras de categoría infantil (U´14) y categoría cadete (U´16) la altura del cajón desde la que comenzará el test será de 30 cm, para las jugadoras de categoría junior (U´18), la altura será de 40 cm y para las jugadoras de categoría senior (+18) la altura será de 50 cm.

El test comienza subido al cajón con la altura que le pertenezca al jugador, con la finalidad de realizar una caída libre y encadenar 5 saltos máximos en los que puede ayudarse del movimiento de brazos. El test será realizado en 2 ocasiones por cada sujeto, que realizará el test de manera individual, siendo el tiempo de recuperación entre saltos de dos minutos de recuperación pasiva, pues el esfuerzo del test es similar a un sprint de 20 metros (Wiewelhove, Raeder, Meyer, Kellmann, Pfeiffer, & Ferrauti, 2015). Para realizar el test, se coloca el cajón sobre la línea de fondo (al igual que el Test de Abalakov) y el deportista debe realizar los saltos máximos con el objetivo de tocar el tablero de la canasta o llegar lo más alto posible (Figura 10).



Figura 10. Representación gráfica sobre la ejecución de un Test de Multisaltos.



#### Unidades de Medida

Las variables que se pueden analizar en esta prueba dependerán del material del que se disponga. Si se dispone de poco material, la variable de referencia será la altura de salto, midiendo la diferencia entre la altura alcanzada sin saltar y la altura máxima en el salto. Si por el contrario se dispone de material específico para cuantificar la carga, además de la variable mencionada anteriormente, se puede conocer el Player Load, el tiempo de vuelo del salto, la fuerza de despegue en el salto y la fuerza de caída en el salto y el tiempo entre saltos.

#### Test de Velocidad de Desplazamiento.

Para evaluar la velocidad de desplazamiento del deportista, se propone realizar un test Repeat Sprint Ability (RSA) (Pion et al., 2015). La elección de evaluar esta capacidad se debe a que el baloncesto es un deporte interválico en el que se encadenan esfuerzos máximos con recuperaciones incompletas (Jakovljevic et al., 2012).

#### Diseño

El deportista realiza 5 sprints de 14 metros (distancia existente entre la línea de fondo y el medio campo). La elección de esta distancia se debe a que es fácilmente reproducible en cualquier terreno de juego. Además, puede ser la distancia de referencia para correr un contraataque. La recuperación entre repeticiones de sprint será una recuperación activa de 30 segundos (Heredia et al., 2009). Para buscar la especificidad, se realizará teniendo en cuenta las dimensiones del terreno de juego (Figura 11).

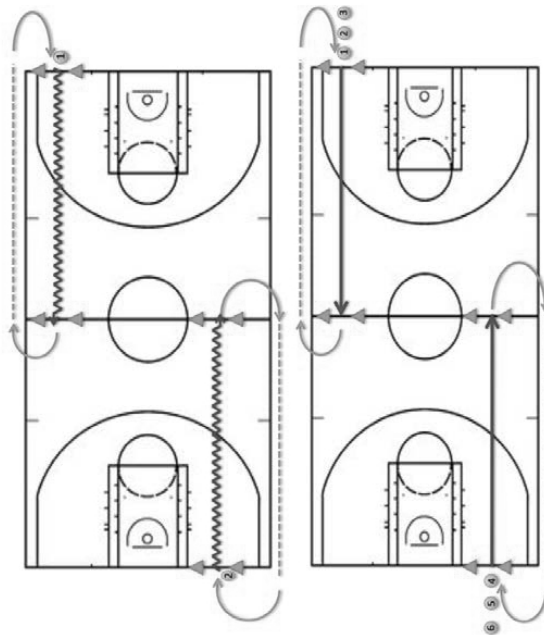


Figura 11. Representación gráfica del Test RSA genérico y específico.

#### Desarrollo

Se realizará el test en dos ocasiones con una recuperación completa de dos minutos entre intentos. El primer conjunto de repeticiones (cinco sprints) buscarán evaluar la velocidad máxima de desplazamiento del deportista sin bote del balón. En el segundo conjunto de repeticiones (cinco sprints), se pretende evaluar la velocidad máxima de desplazamiento con bote de balón

#### Procedimiento

Realizar ambas opciones del test RSA requiere una buena distribución sobre el terreno de juego y que los deportistas conozcan la dinámica. Ambas pruebas comienzan en la línea de fondo (cada prueba en un lado diferente). Finalizan en la línea de medio campo, con el objetivo de que el deportista no interfiera en la prueba del compañero. La prueba se realizará de manera individual y requiere un ayudante por cada prueba. Además, para tener una información de mayor validez, se puede colocar una célula fotoeléctrica sobre cada línea de salida y llegada de cada prueba (4 células fotoeléctricas en total). El deportista realizará el sprint a máxima velocidad y utilizará el espacio que hay fuera de la pista para volver a la línea de salida. Para desplazarse desde la línea final hasta la salida nuevamente, el deportista tiene 30 segundos que utilizará en volver andando o corriendo a baja intensidad. Finalizado el primer conjunto de esprines, el jugador, realizará una recuperación activa (caminando) de dos minutos y seguidamente, comienza el segundo conjunto de esprines repitiendo la dinámica anterior, pero introduciendo en los desplazamientos a máxima velocidad el bote del balón. El bote del balón durante los sprints se realizará con la mano dominante del deportista.

Con el objetivo de rentabilizar el tiempo para el desarrollo del protocolo se propone que el comienzo del test se realice de manera simultánea en las dos zonas del campo. El tiempo estimado entre la salida de cada deportista será de 10 segundos.

#### Unidades de Medida

Las variables que se pueden analizar en esta prueba dependerán del material del que se disponga. Si se dispone de poco material, la variable de referencia será el tiempo que emplea el deportista en realizar cada sprint, pudiendo al finalizar la prueba conocer la diferencia entre el sprint más rápido y el más lento. Si por el contrario se dispone de material específico para cuantificar la carga, además de las variables mencionadas anteriormente, se puede conocer el Player Load, número de impactos que soporta durante la prueba (y la Fuerza G), número de aceleraciones/ deceleraciones (el valor máximo y medio) y las variables relacionadas con la frecuencia cardíaca (Máxima, Media, % de la Máxima y recuperación a los 20 segundos)

Para realizar el test en su versión específica, se incorporará al Test RSA que el deportista realice los desplazamientos con bote de balón.

#### Test de Agilidad

El test propuesto que evalúa esta capacidad de manera más óptima siguiendo el criterio de especificidad para el deporte del baloncesto es el T Test (Fort-Vanmeerhaeghe, Montalvo, Latinjak, & Unnithan, 2016). El test seleccionado evalúa diferentes tipos de desplazamientos que, durante la competición, realizará.

#### Diseño

Como en apartados anteriores se menciona, se busca la especificidad del test con el propio deporte, por ello, se plantea realizar el T test normalizado (en su versión habitual) y en su versión adaptada al deporte del baloncesto en la que el deportista realiza los diferentes desplazamientos mientras bota el balón. La distancia entre las marcas A y B es de 10 metros, mientras que la distancia entre las marcas B y C o B y D es de 5 metros (Figura 12).

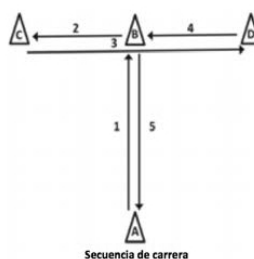


Figura 12. Representación del test de agilidad T Test. Adaptado de Delextat, & Cohen (2009).

#### Desarrollo

Durante la realización del test, el jugador realiza diferentes desplazamientos (carrera frontal, lateral y de espalda). Para cambiar el tipo desplazamiento, el sujeto efectúa un cambio de dirección de 90° o 180° dependiendo de la posición. La elección de este test se debe a que los movimientos que ejecuta el deportista durante la prueba son similares a los que se encuentra en la competición. Además, la propuesta también sugiere realizar dicho test bajo el control del bote de balón, con el objetivo de buscar la máxima similitud con el deporte a evaluar.

#### Procedimiento

Tanto la versión general, como la propuesta en el documento como específica de baloncesto, se realizan de manera individual. Para la realización de ambas, el deportista realiza primeramente la versión genérica puesto que los requerimientos son menores, debido a que sólo realiza los desplazamientos. En esta ocasión, el deportista tiene 2 oportunidades para realizar la prueba con un descanso entre intentos de al menos 2 minutos (Balsom, Seger, Sjödin, & Ekblom, 1992).

Finalizados los dos primeros intentos, el deportista tiene un periodo de recuperación activa de dos minutos (Wiewelhove et al., 2015) para, posteriormente, realizar los dos intentos del test en la versión específica para el baloncesto.

Con el objetivo de rentabilizar el tiempo para el desarrollo del protocolo se propone que el comienzo del test se realice de manera simultánea en las dos zonas del campo, siendo la espera de salida entre jugadores de 20 segundos, dando tiempo a que el deportista realice de manera óptima el test y dando tiempo a finalizar la prueba (Figura 13).

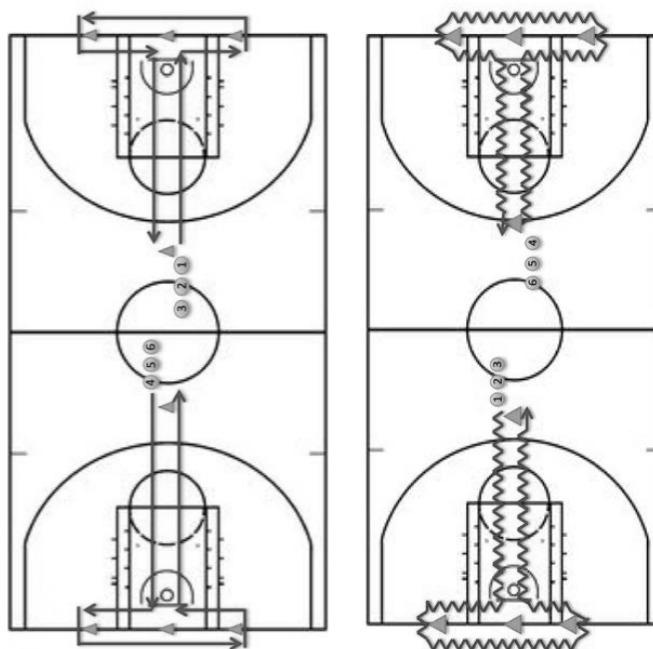


Figura 13. Representación gráfica de la distribución del T Test genérico y específico sobre el terreno de juego.

#### Unidades de Medida

Las variables que se pueden analizar en esta prueba dependerán del material del que se disponga. Si se dispone de poco material, la variable de referencia será el tiempo que emplea el deportista en realizar cada test. Si por el contrario se dispone de material específico para cuantificar la carga, además de las variables mencionadas anteriormente, se puede conocer el Player Load, número de impactos que soporta durante la prueba (y la Fuerza G), número de aceleraciones/ deceleraciones (el valor máximo y medio) y las variables relacionadas con la frecuencia cardíaca (Máxima, Media, % de la Máxima y recuperación a los 30 segundos).

### Fuerza Centrípetra

El test propuesto que evalúa esta capacidad de manera más óptima siguiendo el criterio de especificidad para el deporte del baloncesto es el Test del Arco. Esta propuesta busca aunar el mayor número de elementos formales del deporte. Para ello, se realizará el Test del Arco tanto en su versión general como en su versión específica.

### Diseño

El test del Arco es un test específico de baloncesto que valora la fuerza centrípeta del deportista. La Figura 14 hace referencia a la distribución de los conos para llevar a cabo la prueba.

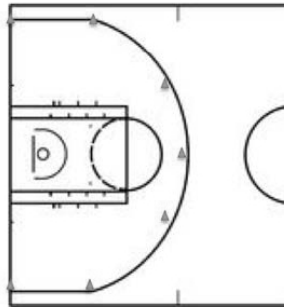


Figura 14. Distribución del test sobre el terreno de juego.

### Desarrollo

El test consiste en que el deportista realiza una carrera a máxima velocidad sobre la línea de tres puntos pintada en el terreno de juego. Al igual que en pruebas anteriores, se busca la especificidad de la prueba de diferente forma. Para ello el deportista realiza dos versiones de la prueba. En la primera versión, el deportista realiza en dos ocasiones la prueba a máxima velocidad posible (una vez teniendo en cuenta el radio de giro hacia derecha y otra con el radio de giro hacia izquierda). En la segunda versión, también realiza en dos ocasiones la prueba a máxima velocidad, además, se incluye el bote del balón durante el desplazamiento a máxima velocidad (Figura 15).



Figura 15. Representación gráfica del Test del Arco.

### Procedimiento

La distribución del terreno de juego se organizará para que se aprovechen las dos líneas de tres puntos existente en el campo. Para ello, en una de ellas, los jugadores realizarán la prueba general y en la otra, el jugador realizará las pruebas específicas con bote de balón. Para cada tipo de prueba se necesita un ayudante encargado para que la realización sea correcta.

Cada prueba tendrá el mismo montaje y el mismo material, para ello se requieren dos células fotoeléctricas para cada tipo de prueba (4 en total). Las células fotoeléctricas se colocarán sobre la intersección de las líneas de fondo y las líneas de tres puntos. Cada deportista realizará la prueba de manera individual. Los jugadores realizan la prueba en una dirección y cuando finalizan la prueba, aprovechan el tiempo de recuperación para que el resto de compañeros realicen la prueba con el objetivo optimizar el tiempo empleado y poder realizar de nuevo en el sentido contrario. El tiempo de recuperación entre pruebas será de 1 minuto, puesto que el esfuerzo es de corta duración y la recuperación es rápida (Wiewelhove et al., 2015).

Con el objetivo de rentabilizar el tiempo para el desarrollo del protocolo se propone que el comienzo del test se realice de manera simultánea en las dos canastas y con un tiempo de 10 segundos de espera entre sujetos (Figura 16).

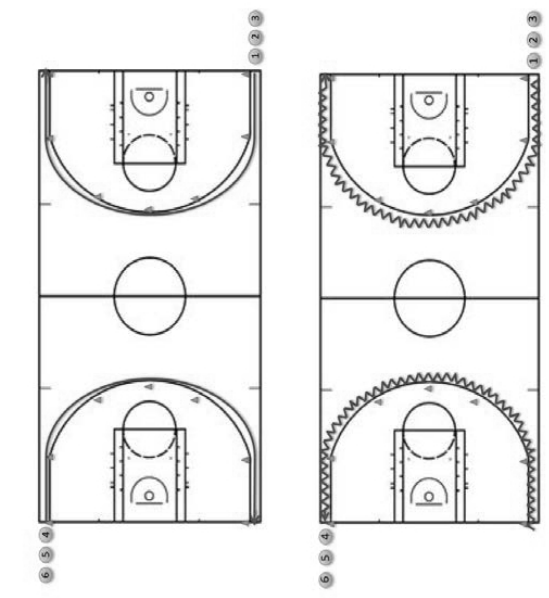


Figura 16. Representación gráfica de la estructura organizativa del Test del Arco genérico y específico sobre el terreno de juego.

Las variables que se pueden analizar en esta prueba dependerán del material del que se disponga. Si se dispone de poco material, la variable de referencia será el tiempo que emplea el deportista en realizar cada test. Si por el contrario se dispone de material específico para cuantificar la carga, además de la variable mencionada anteriormente, se puede conocer el Player Load, número de impactos que soporta durante la prueba (y la Fuerza G), número de aceleraciones/ deceleraciones (el valor máximo y medio) y las variables relacionadas con la frecuencia cardíaca (Máxima, Media, % de la Máxima y recuperación a los 20 segundos).

### Conclusión

El presente trabajo tiene como principal objetivo dar a conocer una propuesta de batería de test diseñada con la finalidad de acercar este conocimiento al mundo del entrenamiento (entrenadores y preparadores físicos). Los test seleccionados destacan por ser específicos para el deporte de baloncesto y, además, son test de campo, evitando los test de laboratorio que alejan al deportista del contexto real, pudiendo existir diferencias entre los resultados obtenidos en test de laboratorios y los obtenidos en competición.

Este documento propone un conjunto de recomendaciones para llevar a cabo la realización de las pruebas. Para ello, pueden realizarse adaptaciones en función del nivel, edad, material del que se disponga o la familiarización ante la prueba.

Batería de test de campo para evaluar la condición física de jugadores de baloncesto: SBAFIT

Este trabajo es el primer documento que agrupa un conjunto de test de campo y específicos de baloncesto con la finalidad de evaluar la condición física del deportista de manera transversal. Además, es el primer documento que introduce la valoración de la fuerza centrípeta en deportes de equipo, siendo una propuesta novedosa en la literatura. Los resultados de la batería SBAFIT permite obtener los perfiles de CF de los jugadores de un equipo (Figura 17). De cada test realizado, se seleccionará la variable más relevante y se normaliza el dato para que la figura sea representativa. La variable más representativa de cada test son las siguientes: i) Capacidad Aeróbica: Número de circuitos o fracciones totales de los circuitos realizados; ii) Capacidad Anaeróbica: Número de circuitos o fracciones totales de los 5 periodos analizados; iii) Fuerza Máxima de Tren Inferior: Altura máxima del salto; iv) Tolerancia a la Fatiga de Tren Inferior: Altura media de los saltos realizados; v) Velocidad de Desplazamiento General: Tiempo total empleado para realizar el test; vi) Velocidad de Desplazamiento Específica: Tiempo total empleado para realizar el test; vii) Agilidad General: Tiempo empleado para realizar el test; viii) Agilidad Específica: Tiempo empleado para realizar el test; ix) Fuerza Centrípeta General: Tiempo empleado para realizar el test; x) Fuerza Centrípeta Específica: Tiempo empleado para realizar el test.

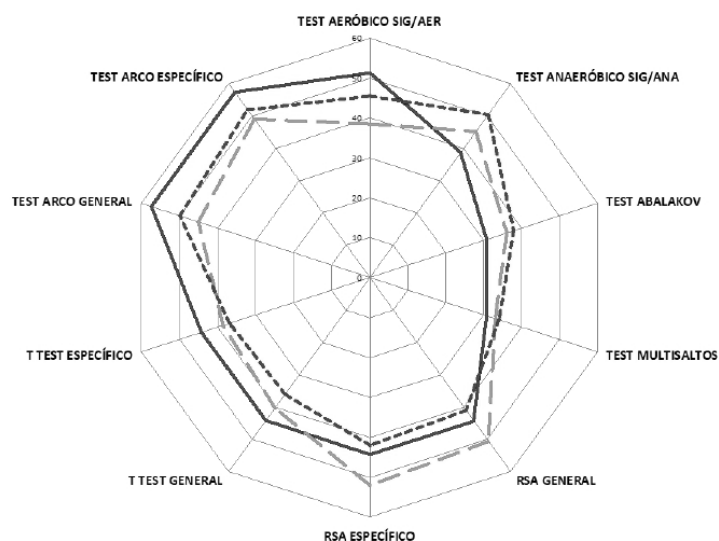


Figura 17. Representación gráfica de la simulación de los resultados obtenidos por un jugador en los test realizados.

Para la realización de la figura 17, el resultado de cada variable (mencionada anteriormente) debe normalizarse. Esto se debe a que cada variable tiene un valor diferente y a través de este proceso, pueden compararse y valorarse de igual modo todas las variables (Gómez-Ruano, & Lagos-Peñas, 2018). Para la normalización de los datos (valor de *Zscore*), los resultados de *Zscore* se encontrarán en 0 y 1. Se realiza el proceso a través de este cálculo:

$$Zscore = \frac{(Valor\ de\ la\ variable\ analizada - Promedio\ de\ la\ variable\ analizada)}{Desviación\ típica\ de\ la\ variable}$$

### Agradecimientos

Trabajo desarrollado dentro del Grupo de Optimización del Entrenamiento y Rendimiento Deportivo (G.O.E.R.D.) de la Facultad de Ciencias del Deporte de la Universidad de Extremadura.

## Referencias

- Abdelkrim, N. B., Castagna, C., Jabri, I., Battikh, T., El Fazaa, S., & El Ati, J. (2010). Activity profile and physiological requirements of junior elite basketball players in relation to aerobic-anaerobic fitness. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(9), 2330-2342.
- Abdelkrim, N. B., El Fazaa, S., & El Ati, J. (2007). Time-motion analysis and physiological data of elite under-19-year-old basketball players during competition. *British Journal of Sports Medicine*, 41(2), 69-75.
- Ato, M., López-García, J. J., & Benavente, A. (2013). Un sistema de clasificación de los diseños de investigación en psicología. *Anales de Psicología*, 29(3), 1038-1059.
- Balsom, P. D., Seger, J. Y., Sjödín, B., & Ekblom, B. (1992). Physiological responses to maximal intensity intermittent exercise. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 65(2), 144-149.
- Bangsbo, J. (2008). *Entrenamiento de la condición física en el fútbol*. Barcelona: Editorial Paidotribo.
- Barreira, P., Robinson, M. A., Drust, B., Nedergaard, N., Raja Azidin, R. M. F., & Vanrenterghem, J. (2017). Mechanical Player Load™ using trunk-mounted accelerometry in football: Is it a reliable, task-and player-specific observation?. *Journal of Sports Sciences*, 35(17), 1674-1681.
- Bedi, J. F., Cresswell, A. G., Engel, T. J., & Nicol, S. M. (1987). Increase in jumping height associated with maximal effort vertical depth jumps. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 58(1), 11-15.
- Behm, D. G., Drinkwater, E. J., Willardson, J. M., & Cowley, P. M. (2010). The use of instability to train the core musculature. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 35(1), 91-108.
- Bishop, P. A., Jones, E., & Woods, A. K. (2008). Recovery from training: a brief review: brief review. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(3), 1015-1024.
- Bobbert, M. F., & Huijing, P. A. (1987). Drop jumping. II. The influence of dropping height on the biomechanics of drop jumping. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 19(4), 339-346.
- Calleja-González, J., Leibar, X., & Terrados, N. (2008). Análisis de la concentración de lactato en competición en jugadores internacionales junior de baloncesto. *Archivos Medicina del Deporte*, 25(123), 11-18.
- Castagna, C., Manzi, V., Impellizzeri, F., Chaouachi, A., Abdelkrim, B. N., & Ditroilo, M. (2010). Validity of an on-court lactate threshold test in young basketball players. *Journal of Strength Conditioning Research*, 24, 2434-2439.
- Conte, D., Favero, T. G., Lupo, C., Francioni, F. M., Capranica, L., & Tessitore, A. (2015). Time-motion analysis of Italian elite women's basketball games: Individual and team analyses. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(1), 144-150.
- Csapo, R., Hoser, C., Gföller, P., Raschner, C., & Fink, C. (2019). Fitness, knee function and competition performance in professional alpine skiers after ACL injury. *Journal of Science and Medicine in Sport. Pendiente de Publicación*.
- Chaouachi, A., Brughelli, M., Chamari, K., Levin, G. T., Abdelkrim, N., Laurencelle, L., & Castagna, C. (2009). Lower limb maximal dynamic strength and agility determinants in elite basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23, 1570 - 1577.
- Delextrat, A., & Cohen, D. (2009). Strength, power, speed, and agility of women basketball players according to playing position. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(7), 1974-1981.
- DeWeese, B. & Nimphius, S. (2016). Speed and agility program design and technique. En Triplett, N. T., & Haff, G. G. (Eds.). *Essentials of Strength and Conditioning*. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 521-557.
- Drinkwater, E. J., Pyne, D. B., & McKenna, M. J. (2008). Design and interpretation of anthropometric and fitness testing of basketball players. *Sports Medicine*, 38(7), 565-578.
- Erculí, F., Blas, M., & Bracic, M. (2010). Physical demands on young elite European female basketball players with special reference to speed, agility, explosive strength, and take-off power. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(11), 2970-2978.
- Fort-Vanmeerhaeghe, A., Montalvo, A., Latirjak, A., & Unnithan, V. (2016). Physical Characteristics of Elite Adolescent Female Basketball Players and Their Relationship to Match Performance. *Journal of Human Kinetics*, 53(1), 167-178. doi:10.1515/hukin-2016-0020.
- García-Gil, M., Torres-Unda, J., Esain, I., Duñabeitia, I., Gil, S. M., Gil, J., & Irazusta, J. (2018). Anthropometric parameters, age, and agility as performance predictors in elite female basketball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(6), 1723-1730.
- Gomes, J. H., Rebello Mendes, R., Almeida, M. B. D., Zanetti, M. C., Leite, G. D. S., & Ferreira Júnior, A. J. (2017). Relationship between physical fitness and game-related statistics in elite professional basketball players: Regular season vs. playoffs. *Motriz: Revista de Educação Física*, 23(2), 1-7.
- Gómez-Ruano, M. A., & Lagos-Peñas, C. (2018). ¿Cristiano Ronaldo o Messi? ¿Quién es mejor? El diseño de perfiles de rendimiento. En Gómez-Ruano, M. A., & Lagos-Peñas, C. (Eds.). *Los números del gol: Cómo ayudar a tomar decisiones en el fútbol a partir del análisis de datos*. Printed in Poland: Amazon.
- Green, M. R., Pivarnik, J. M., Carrier, D. P., & Womack, C. J. (2006). Relationship between physiological profiles and on-ice performance of a National Collegiate Athletic Association Division I hockey team. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(1), 43.
- Heredia, J. M., Chiroso, I. J., Roldán, J. A., & Chiroso, L. J. (2009). Estudio comparativo de la capacidad de realizar sprints repetidos entre jugadores de balonmano y baloncesto amateurs y profesionales. *Apunts. Medicina de l'Esport*, 44(164), 163-173.
- Ibáñez, S. J., Mancha-Triguero, D., Reina, M., & García-Rubio, J., (2019). Evaluación de la capacidad aeróbica y anaeróbica de jugadores de baloncesto en edades de formación. En Esper Di Cesare, P. (Ed.) *Baloncesto Formativo. La preparación Física 2, Camino hacia el alto rendimiento*. Buenos Aires: Editorial Autores de Argentina, pp. 365-387.
- Ibáñez, S. J., Sampaio, J., Feu, S., Lorenzo, A., Gómez, M. A., & Ortega, E. (2008). Basketball game-related statistics that discriminate between teams' season-long success. *European Journal of Sport Science*, 8(6), 369-372.
- Ibáñez, S.J., Sáenz-López, P., & Gutiérrez, A. (1995a). Test SIG/AER, aeróbico específico sobre el terreno, para jugadores de



- baloncesto. En Unisport (Ed.) *Actas del Congreso Científico Olímpico 1992. Bioquímica, Fisiología del Ejercicio y Medicina del Deporte (Vol. IV, pp. 217-225)*. Málaga: Instituto Andaluz del Deporte.
- Ibáñez, S. J., Sáenz-López, P., & Gutiérrez, A. (1995b). Test SIG/ANA, anaeróbico específico sobre el terreno, para jugadores de baloncesto. En Unisport (Eds.), *Actas del Congreso Científico Olímpico 1992. Bioquímica, Fisiología del Ejercicio y Medicina del Deporte (Vol. IV, pp. 209-216)*. Málaga: Instituto Andaluz del Deporte.
- Imai, A., Kaneoka, K., Okubo, Y., & Shiraki, H. (2016). Immediate effects of different trunk exercise programs on jump performance. *International Journal of Sports Medicine*, 37(03), 197-201.
- Issurin, V. B. (2017). Evidence-based prerequisites and precursors of athletic talent: a review. *Sports Medicine*, 47(10), 1993-2010.
- Jakovljevic, S. T., Karalejic, M. S., Pajic, Z. B., Macura, M. M., & Erculj, F. F. (2012). Speed and agility of 12-and 14-year-old elite male basketball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(9), 2453-2459.
- Kellmann, M., Bertollo, M., Bosquet, L., Brink, M., Coutts, A. J., Duffield, R., Erlacher, D., Halson, S. H., Hecksteden, A., Heidari, J., Kallus, K. W., Meeusen, R., Mujika, I., Robazza, C., Skorski, S., Venter, R., & Beckmann, J. (2018). Recovery and performance in sport: consensus statement. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(2), 240-245.
- Laffaye, G., & Choukou, M. A. (2010). Gender bias in the effect of dropping height on jumping performance in volleyball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(8), 2143-2148.
- Lorenzo, A. (2002). La detección del talento en los deportes colectivos. *Kronos*, 1(1), 15-23.
- Mancha-Triguero, D., García-Rubio, J., González-Calleja, J., & Ibáñez, S. J. (2019). Physical fitness in basketball players: A systematic review. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness. Pendiente de Publicación*.
- Mancha-Triguero, D., Gómez-Carmona, C. D., Gamonales, J. M., García-Rubio, J., & Ibáñez, S. J. (2019). ¿Existen diferencias entre la carga de un test de capacidad anaeróbica y un test de agilidad en jugadores de baloncesto? *Brazilian Journal of Kinanthropometry and Human Performance. Pendiente de Publicación*.
- Markovic, G., & Jaric, S. (2007). Is vertical jump height a body size-independent measure of muscle power?. *Journal of Sports Sciences*, 25(12), 1355-1363.
- Márquez, S. (2006). Estrategias de afrontamiento del estrés en el ámbito deportivo: fundamentos teóricos e instrumentos de evaluación. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, 6(2), 359-378.
- McGill, S. M., Andersen, J. T., & Horne, A. D. (2012). Predicting performance and injury resilience from movement quality and fitness scores in a basketball team over 2 years. *Journal of Strength Conditioning Research*, 26(7), 1131-1139.
- Montgomery, P. G., Pyne, D. B., Hopkins, W. G., & Minahan, C. L. (2008). Seasonal progression and variability of repeat-effort line-drill performance in elite junior basketball players. *Journal of Sports Sciences*, 26(5), 543-550.
- Narazaki, K., Berg, K., Stergiou, N., & Chen, B. (2009). Physiological demands of competitive basketball. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 19, 425-432.
- Nimphius, S., Callaghan, S. J., Bezodis, N. E., & Lockie, R. G. (2018). Change of direction and agility tests: Challenging our current measures of performance. *Strength & Conditioning Journal*, 40(1), 26-38.
- Ostojic, S. M., Mazic, S., & Dikic, N. (2006). Profiling in basketball: Physical and physiological characteristics of elite players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(4), 740.
- Peng, H. T. (2011). Changes in biomechanical properties during drop jumps of incremental height. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(9), 2510-2518.
- Peyer, K. L., Pivamik, J. M., Eisenmann, J. C., & Vorkapich, M. (2011). Physiological characteristics of National Collegiate Athletic Association Division I ice hockey players and their relation to game performance. *The Journal of Strength Conditioning Research*, 25(5), 1183-92.
- Pion, J., Segers, V., Franssen, J., Debuyck, G., Deprez, D., Haerens, L., Vaeyens, R., Philippaerts, R., & Lenoir, M. (2015). Generic anthropometric and performance characteristics among elite adolescent boys in nine different sports. *European Journal of Sport Science*, 15(5), 357-366.
- Salinero, J. J., González-Millán, C., Ruiz-Vicente, D., Abián-Vicén, J., García-Aparicio, A., Rodríguez-Cabrero, M., & Cruz, A. (2013). Valoración de la condición física y técnica en futbolistas jóvenes. *International Journal of Medicine and Science of Physical Activity and Sport*, 13(50), 401-418.
- Torres-Unda, J., Zarrasquin, I., Gravina, L., Zubero, J., Seco, J., Gil, S. M., Gil, J., & Irazusta, J. (2016). Basketball performance is related to maturity and relative age in elite adolescent players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(5), 1325-1332.
- Vaeyens, R., Lenoir, M., Williams, A. M., & Philippaerts, R. M. (2008). Talent identification and development programmes in sport. *Sports Medicine*, 38(9), 703-714.
- Wiewelhoe, T., Raeder, C., Meyer, T., Kellmann, M., Pfeiffer, M., & Ferrauti, A. (2015). Markers for routine assessment of fatigue and recovery in male and female team sport athletes during high-intensity interval training. *PloS One*, 10(10), 1-17.
- Zarić, I., Dopsaj, M., & Marković, M. (2018). Match performance in young female basketball players: Relationship with laboratory and field tests. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 18(1), 90-103.
- Ziv, G., & Lidor, R. (2009). Physical attributes, physiological characteristics, on- court performances and nutritional strategies of female and male basketball players. *Sports Medicine*, 39(7), 547-568.

Referencia del artículo:



Mancha-Triguero, D., García-Rubio, J., Ibáñez, S. J. (2019). Batería de test de campo para evaluar la condición física de jugadores de baloncesto: SBAFIT. *E-balonmano.com: Revista de Ciencias del Deporte*, 15 (2), 107-126.  
<http://www.e-balonmano.com/ojs/index.php/revista/index>



10.3. Estudio III: *Physical and physiological profiles of aerobic and anaerobic capacities in young basketball players.*



International Journal of  
***Environmental Research  
and Public Health***

an Open Access Journal by MDPI



**Youth Sports, Young Athletes Evaluation, Implications for  
Performance and Health**





Article

## Physical and Physiological Profiles of Aerobic and Anaerobic Capacities in Young Basketball Players

David Mancha-Triguero <sup>1,\*</sup>, Javier García-Rubio <sup>1</sup>, Antonio Antúnez <sup>2</sup> and Sergio J. Ibáñez <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Grupo GOERD, Facultad de Ciencias del Deporte, Universidad de Extremadura, 10071 Cáceres, Spain; jagaru@unex.es (J.G.-R.); sibanez@unex.es (S.J.I.)

<sup>2</sup> Grupo GOERD, Facultad de Educación, Universidad de Extremadura, 06071 Badajoz, Spain; antunez@unex.es

\* Correspondence: dmanchat@alumnos.unex.es

Received: 16 January 2020; Accepted: 18 February 2020; Published: 21 February 2020



**Abstract:** Current trends in the analysis of the physical fitness of athletes are based on subjecting the athlete to requirements similar to those found in competition. Regarding physical fitness, a thorough study of the capacities that affect the development of team sports in different ages and gender is required since the demands are not equivalent. The objective of this paper was to characterize the physical-physiological demands of athletes in an aerobic and anaerobic test specific to basketball players, as well as the evolution of the variables according to age and gender. The research was carried out in 149 players from different training categories ( $n = 103$  male;  $n = 46$  female). The athletes performed two field tests that evaluated both aerobic capacity and lactic anaerobic capacity. Each athlete was equipped with an inertial device during the tests. Sixteen variables (equal in both tests) were analyzed. Three of them evaluated technical-tactical aspects, four variables of objective internal load, six kinematic variables of objective external load (two related to distance and four related to accelerometry) and three neuromuscular variables of objective external load. The obtained results show significant differences in the variables analyzed according to the age and gender of the athletes. They are mainly due to factors related to the anthropometric maturation and development inherent in age and have an impact on the efficiency and technical and tactical requirements of the tests carried out and, therefore, on the obtained results in the tests.

**Keywords:** basketball; physical fitness; gender; field test; specific test; aerobic capacity; anaerobic capacity

### 1. Introduction

Basketball is an invasion team sport, dynamic and intermittent in nature, formed by fast and short displacements, where changes in speed and direction are produced and where jumps are an integral part of the game's demands [1]. These requirements require good physical conditioning, as it is essential to succeed in basketball [2]. However, the demands vary depending on the age, level and gender of the players [3]. For this, physical fitness can be evaluated through different components, including cardiorespiratory or muscular endurance [4].

Cardiorespiratory endurance can be classified into aerobic resistance and anaerobic resistance. Aerobic resistance is the capacity to maintain a stimulus for a prolonged period of time [5]. This causes the athlete to make adaptations to the effort (competition or training). After a while, energy production will be lower before the same stimulus, reaching a process of saving energy [6]. The importance of this capacity is due to the fact that the athlete must quickly recover from intense efforts in a short period of time in order to be able to chain a greater number of efforts during the competition.

On the other hand, anaerobic resistance is defined as the energy expenditure used by anaerobic metabolism (without the use of oxygen) that lasts less than 90 s, using an exhaustive effort [7]. In anaerobic metabolism, depending on time, energy is obtained through the adenosine triphosphate-phosphocreatine system (ATP-PCr), for actions lasting between 3 and 15 s during maximum effort [7]. From that moment on, the system responsible for energy production is anaerobic glycolysis, which can be maintained for the rest of the total effort [7]. The importance of this capacity in basketball is due to the fact that the best-classified teams in the competition are capable of performing a greater number of explosive actions. These high intensity actions are characterized by being of greater intensity and for longer than the worst classified teams [8].

Classified as a hybrid sport due to the importance of both metabolisms, Reference [9] identified that the players during the competition reached an average heart rate of 169 beats per minute and maximum heart rate of 192 beats per minute. In addition, the intensity of the competition analyzed through the % of the maximum heart rate during the game time (without counting breaks or stops) was 85% of their individual maximum heart rate. Along these lines, coinciding with the results obtained previously, Reference [10] confirmed that  $19.3\% \pm 3.5\%$  of the game time, the player's heart rate exceeds 95% of its maximum value, whereas during  $56.0\% \pm 6.3\%$  of the game time, the heart rate is in the range of 85–95% of the maximum heart rate.

When practicing a sport, the load supported by the athlete can be assessed through different instruments or methodology [11]. This assessment can be carried out taking into account the athlete's internal or external load. In addition, this assessment can be objective or subjective type (depending on the instruments and resources). At present, one of the variables most used to know the athlete's fatigue is to know the distance travelled. During a basketball match, this variable (like any other) can be influenced by different contextual variables (age, gender or level) with results between 6000 and 7500 m [12,13]. In addition, regarding the anaerobic component of the competition, around 20% of the number of total actions carried out is classified as high-intensity actions [10]. Along these lines, coinciding with the above, Reference [14] describe that each player performs approximately 1000 short actions that change every 2 s.

The importance of quantifying the demands supported by athletes during the competition affects the training processes since, during training, athletes should be prepared to achieve the best possible results related to sports performance. To do this, a reliable technique to know the physical-physiological state of the athlete is to carry out physical fitness tests. These tests can be grouped according to the type of test and the specificity. The type of test refers to the place where they are performed. They can be field or laboratory. Specificity refers to the relationship with the sport to be assessed they can be specific or non-specific [15].

The analysis of the internal and external load by means of a test of aerobic and lactic anaerobic capacities is not a common practice in players at training stages. Currently, it is normally used the information that comes from high-level teams [16] or national teams [17], evaluated through laboratory or generic tests regardless of the sport practiced [18]. For this reason, it is believed that the analysis of physical fitness in young athletes is relevant since occasionally the values obtained by the high-level teams are adapted and the principle of specificity and individualization of the athlete is omitted [19]. Thus, the monitoring of physical fitness in each training period and gender provides the coach with relevant information when planning a competition, existing then a positive relationship between a better physical fitness and a better performance of the athlete in the competition [20]. Once the literature has been revised, there is no objective knowledge of how aerobic and anaerobic capacities evolve in the different educational stages of basketball. Therefore, the objectives of this research were to characterize the physical-physiological demands belonging to aerobic and anaerobic capacity in different educational stages of basketball and in male and female players through specific field basketball tests. Besides, it is intended to describe the differences between genders according to age.

The hypothesis of this manuscript is that aerobic and anaerobic capacities will obtain an increase in the analyzed values as the athlete develops. For this reason, older players will have better results in

these capacities than younger players. In addition, differences between players of the same age, but of different genders, will be confirmed. Male players are the ones who will obtain the best results in these physical fitness tests.

## 2. Materials and Methods

### 2.1. Design

This research falls within the empirical studies that follow an associative strategy, which seek to examine the differences between groups and relationships between tests, through Comparative Studies of a cross-sectional and evolutionary type [21], in order to characterize the performance of basketball players in different genders and age through physical fitness tests.

### 2.2. Participants

One hundred and forty nine male and female players that belong to teams of different ages (U'14, U'16 and U'18) and that belong to the same club and participate in the national championship (U'14 male:  $n = 33$ , Weight = 62.20 kg, Height = 1.72 m, BMI = 20.78; U'14 female:  $n = 12$ , Weight = 53 kg, Height = 1.60 m, BMI = 21.875; U'16 male:  $n = 31$ , Weight = 76.81 kg, Height = 1.87 m, BMI = 21.91; U'16 female:  $n = 12$ , Weight = 60.39 kg, Height = 1.64 m, BMI = 22.34; U'18 male:  $n = 39$ , Weight = 85.23 kg, Height = 1.95 m, BMI = 22.41; U'18 female:  $n = 22$ , Weight = 57.3 kg, Height = 1.68 m, BMI = 20.59) were evaluated. In order to be part of the research, athletes had to carry out both tests so that the sample was the same and the choice of the subjects was not a confounding variable. Both the coaching staff and the players were previously informed of the details of the research and its possible risks and benefits, the participation of the athletes was voluntary. For this, they were asked for their approval about the participation through informed consent. In underage players, the consent was signed by their parents or legal guardians. The study was developed based on the ethical provisions of the Declaration of Helsinki (2013), approved by the Bioethics Committee of the University (registration number 233/2019).

### 2.3. Procedure

First, we made contact with the club and the coaches to inform them about the project. Once the proposal was accepted, an informed consent was made for the parents with relevant information about the research. Secondly, the calendars with the competitions of the teams were analyzed and the moments of absence of competition were selected in order to carry out the physical fitness tests so that the athletes were in the best physical conditions possible and the generated fatigue did not affect subsequent competitions. After the data collection of each team, a dossier was made for the coach with the information of the tests in order to have more knowledge about the physical fitness of the players. To carry out the tests, the protocol described in the Specific Battery Fitness Test (SBAFIT) test battery [15] was used. The tests were carried out on two different days (The first day the aerobic capacity test. On the second day, the lactic anaerobic capacity test was performed) separated by at least 72 h of recovery so that the players made a complete recovery and the results were more reliable. Finally, all the participants in the study conducted 2 training sessions with the material used in the measuring to practice the tests to be evaluated in order to have the first contact so that ignorance or discomfort were not confounding variables.

### 2.4. Instruments and Equipment

For the recording of the technical-tactical variables, a video camera JVC model GY-HM70U with a sampling rate of 300 fps (resolution 720 × 480). In addition, a registration sheet was used to account for the shots to the basket and the score or error sequence. For the registration of objective internal load variables, each athlete was equipped with a heart rate band from GARMIN® (Olathe, KS, USA) and for the recording of the Objective External Load Kinematics Variables related to Distance, the



Objective External Load Kinematics Variables related to Accelerometry and the Objective External Load Neuromuscular Variables, each player was equipped with a WIMU<sup>®</sup> inertial device from RealTrack Systems (Almería, Spain), which was fixed using a harness anatomically adjusted to each player. After registration, the data was analyzed using the SPRO<sup>®</sup> software from RealTrack Systems (Almería, Spain). The WIMU inertial device has a sampling frequency of 18 Hz.

To assess the aerobic capacity and lactic anaerobic capacity of athletes, two validated tests were carried out, the SIG/AER Aerobic Test [22] which consists of a twelve-minute test with the objective of making the greatest number of possible laps in a circuit (1 circuit = 12 fractions) in which the individual performs different technical-tactical sport actions such as different movements with and without the ball, shots to the basket and rebound or defense action. These actions are structured in a sequential order similar to the one which can happen in a match and on the court [5]. The SIG/ANA Test [23] consists of a five-minute performance test that is carried out intermittently (one minute of activity, one minute of passive recovery) in order to make as many laps as possible to a circuit (1 circuit = 4 fractions) in which the subject performs different technical-tactical sport actions such as different movements with and without the ball, shots to the basket and rebound or defense action, among others. The test seeks the ability to repeat a maximum activity with incomplete recoveries. These actions are structured in a sequential order similar to the one which can happen in a match and on the court. This test looks for similarity to the SIG/AER test in which the structure is modified to be able to evaluate the selected capacity [5].

## 2.5. Variables

For this research, age (U14, U16 and U18) and gender (male and female) were defined as independent variables. For the assessment of the physical fitness of athletes, the following variables were analyzed, which are divided into five groups according to the type of demands [24]: i) Technical-Tactical Variables, ii) Objective Internal Load Variables, iii) Objective External Load Kinematic Variables related to Distance, iv) Objective External Load Kinematic Variables related to Accelerometry, v) Objective External Load Neuromuscular Variables.

i) Technical-Tactical Variables were analyzed by means of observational methodology the technical tactical gestures made during each test.

i.1) Shots: It is the total number of shots the player makes during the duration of the test.

i.2) Scores: It is the number of scored shots.

i.3) Efficacy (%): It is the value (expressed in %) calculated of the product between Scores and Number of Shots.

There is a document that provides guidance values on these variables based on the age and gender of the players [5].

ii) Objective Internal Load Variables were evaluated through the Heart Rate (HR). It is an individual indicator of the athlete's demands on a task or training. Within this variable, the following related parameters are analyzed.

ii.1) Heart Rate Maximum (HR Max): Maximum value of beats per minute reached by the athlete during the test.

ii.2) Heart Rate Medium (HR Med): Average value of beats per minute during the test.

ii.3) % Heart Rate Maximum (% HR Max): It is an indicator of the intensity of the physical-physiological effort of the athlete during the test. This value is calculated taking into account the HR Max.

ii.4) Heart Rate Recovery (HR Rec): Value of beats per minute after two minutes of the end of the test. The athlete must do a passive recovery at the end of the tests [15].

iii) Objective External Load Kinematics Variables related to Distance. They analyze the external load borne by players during the test time and their movements.

iii.1) Part of Circuit: Number of circuit fragments made by the player during the duration of the test. In the aerobic test, each circuit is made up of 12 fractions, whereas in the anaerobic test, each circuit is made up of 4 fractions.

iii.2) Distance (m): The number of meters travelled during the test. In the aerobic test, each fraction has an approximate distance of 15 m and in the anaerobic test, each fraction has an approximate distance of 7.5 m [5].

There are some guidance tables on the level of athletes according to age and gender [5].

iv) Objective External Load Kinematics Variables related to Accelerometry. They register the external load made by players in relation to the execution time and their movements.

iv.1) Accelerations: Positive increase in speed made during the game, total and per minute.

iv.2) Decelerations: Negative increase in speed made during the game, total and per minute.

v) Objective External Load Neuromuscular Variables. They analyze the external load that the player receives in relation to the gravitational force. Two variables are recorded:

v.1) Impacts: They are measured through the force that the musculoskeletal structures support in relation to gravitational force (g-force).

v.2) PlayerLoad: It is a vectorial magnitude derived from triaxial accelerometry data that quantifies the movement at a high resolution. Accelerations and decelerations are used to construct a cumulative measure of the rate of change in acceleration. A cumulative measure (PL) and a measure of intensity ( $PL \cdot \text{min}^{-1}$ ) are used and can then indicate the stress rate at which players subject their body for a certain period of time. As a unit load, it has a moderate-high degree of reliability and validity [25,26].

The variables Accelerations, Decelerations and PlayerLoad were normalized per minute with analysis purposes.

## 2.6. Statistical Analysis

First, a descriptive analysis of the quantitative variables (Mean and Standard Deviation) was carried out. Secondly, an exploratory analysis was performed using the assumption of criteria tests [27], finding a normal distribution of data, so parametric tests were carried out for the hypothesis testing. An analysis was conducted to compare performance between categories using the T-test for Independent Samples to identify significant differences related to age and gender. Finally, the effect size was calculated using Cohen's *d*, being classified as low effect (0–0.2), small effect (0.2–0.6), medium effect (0.6–1.2), large effect (1.2–2.0) and very large effect (>2.0) [28]. The software used was SPSS 23.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). The significance was established at the value of  $p < 0.05$  [29].

For the graphic presentation of the data (Figures 1 and 2) the normalization of the results was carried out through Z Scores. The purpose of the Z-Score is to standardize a value so that it represents the number of standard deviation the value is above the mean [30]. The results were presented in profiles based on the age and gender of the sample of athletes.

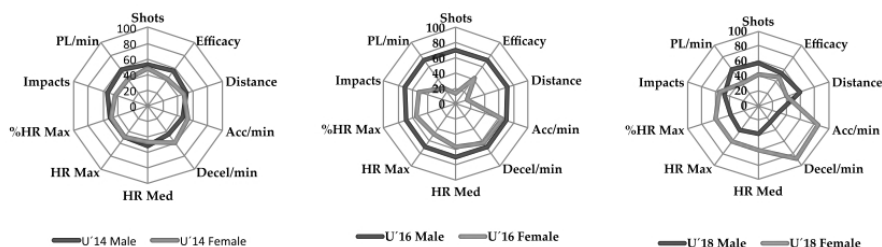


Figure 1. Standardized results of the aerobic test grouped by gender and age.

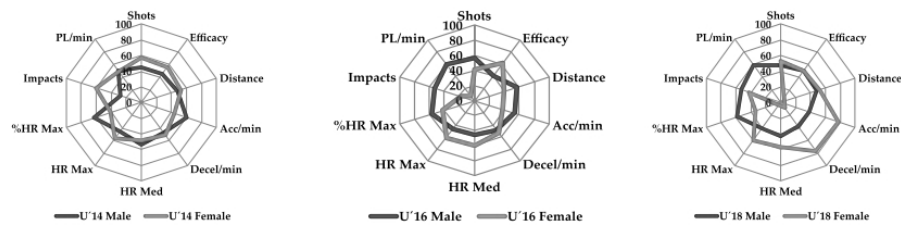


Figure 2. Standardized results of the anaerobic test grouped by gender and age.

### 3. Results

Figure 1 (Supplementary Materials Table S1) shows the results of the aerobic test grouped by gender and age. It can be observed that the analyzed variables show differences according to age and gender. In the case of males, the U16 sample obtains the highest results in most of the variables compared to U14 and U18 samples, whereas in the female category, the U16 sample obtains worse results in the majority of variables than U14 or U18 samples.

Figure 2 (Supplementary Materials Table S2) shows the results of the anaerobic test grouped by gender and age. It can be observed that the analyzed variables show differences according to age and gender. In U16 and U18 samples in the male category, the obtained results are similar mainly in the technical-tactical variables and in the objective internal load variables, whereas in the female category of the U16 sample, as in the aerobic test, they obtain worse results in most variables than in the samples U14 or U18.

Table 1 shows the results of the differences of the variables analyzed according to age and gender. The obtained results show that the lowest values of the Effect Size occur in male players. However, in the female category, the values in Cohen's  $d$  (Effect Size) in the categories U14–U18 and U16–U18 are the highest.

Table 2 shows the differences in each test according to the analyzed variables between male and female players. The variables with significant differences show that there are differences in the value obtained between male and female athletes. In addition, the Effect size of each variable is provided.

As shown in Table 2, there are significant differences in some variables depending on gender. The age that shows more differences between genders is the U18 category, while the U14 category is the one that provides less significant differences. The differences between genders depending on the test show that there is a greater number of significant differences in the variables belonging to the anaerobic test than to the aerobic test.

**Table 1.** Inferential analysis and Effect Size of the variables analyzed according to age and gender.

		Aerobic Capacity				Anaerobic Capacity				
		MALE		FEMALE		MALE		FEMALE		
		sig.	ES	sig.	ES	Sig.	ES	sig.	ES	
Technical-tactical Variables	Shots	U'14-U'16	0.000 *	-1.524	0.099	0.682	0.000 *	-0.662	0.099	0.585
		U'14-U'18	0.000 *	-1.384	0.000 *	-1.243	0.000 *	-0.658	0.000 *	-0.618
		U'16-U'18	0.287	0.312	0.000 *	-2.386	0.287	0.049	0.000 *	-1.38
	Scores	U'14-U'16	0.000 *	-1.226	0.843	-0.816	0.000 *	-1.617	0.843	-0.561
		U'14-U'18	0.000 *	-0.967	0.008 *	-0.839	0.000 *	-1.341	0.008 *	-0.998
		U'16-U'18	0.698	0.197	0.292	-0.47	0.698	0.12	0.292	-0.504
Efficacy	U'14-U'16	0.000 *	-0.89	0.306	-0.991	0.000 *	0.049	0.306	-0.345	
	U'14-U'18	0.000 *	-0.711	0.04 *	-0.7	0.000 *	-0.054	0.04 *	0.563	
	U'16-U'18	1.000	0.136	1.000	-0.128	1.000	-0.111	1.000	0.93	
Objective External Load Kinematics V. related to Distance	Parts of Circ.	U'14-U'16	0.000 *	-1.176	0.017 *	0.876	0.000 *	-0.515	0.017 *	0.355
		U'14-U'18	0.000 *	-1.035	0.181	-0.535	0.000 *	-0.483	0.181	-0.889
		U'16-U'18	0.287	0.321	0.000 *	-1.915	0.287	0.066	0.000 *	-1.329
	Distance (m)	U'14-U'16	0.000 *	-1.176	0.017 *	0.875	0.000 *	-0.515	0.017 *	0.355
		U'14-U'18	0.000 *	-1.034	0.181	-0.536	0.000 *	-0.483	0.181	-0.888
		U'16-U'18	0.287	0.321	0.000 *	-1.915	0.287	0.065	0.000 *	-1.329
Objective External Load Kinematics V. related to Accelerometry	Acc.	U'14-U'16	0.978	-0.172	0.000 *	-1.257	0.978	-0.126	0.000 *	-0.499
		U'14-U'18	1.000	-0.011	0.000 *	-2.453	1.000	1.447	0.000 *	-1.208
		U'16-U'18	1.000	0.178	0.18	-0.633	1.000	1.387	0.18	-0.918
	Decel	U'14-U'16	0.229	-0.307	0.000 *	-1.257	0.229	-0.806	0.000 *	-1.247
		U'14-U'18	1.000	-0.142	0.000 *	-3.069	1.000	0.781	0.000 *	-1.497
		U'16-U'18	1.000	0.186	0.002 *	-1.093	1.000	1.15	0.002 *	-0.735
Acc/min	U'14-U'16	0.751	-0.2	0.000 *	-1.264	0.751	-0.114	0.000 *	-0.412	
	U'14-U'18	1.000	-0.045	0.000 *	-2.438	1.000	1.342	0.000 *	-1.216	
	U'16-U'18	1.000	0.174	0.188	-0.626	1.000	1.303	0.188	-1.01	
Decel/min	U'14-U'16	0.163	-0.332	0.000 *	-1.264	0.163	-0.832	0.000 *	-1.105	
	U'14-U'18	0.881	-0.174	0.000 *	-3.049	0.881	0.704	0.000 *	-1.503	
	U'16-U'18	1.000	0.18	0.002 *	-1.087	1.000	1.068	0.002 *	-0.821	
Objective Internal Load V.	HR Med	U'14-U'16	0.021 *	0.486	1.000	-0.266	0.021 *	0.648	1.000	-0.111
		U'14-U'18	0.000 *	1.122	1.000	-0.247	0.000 *	1.758	1.000	0.488
		U'16-U'18	0.001 *	0.636	1.000	-0.07	0.001 *	0.58	1.000	0.829
	HR Max	U'14-U'16	0.241	0.337	0.496	0.514	0.241	0.837	0.496	1.708
		U'14-U'18	0.000 *	0.775	1.000	-0.161	0.000 *	1.868	1.000	1.434
		U'16-U'18	0.023 *	0.455	0.103	-0.621	0.023 *	0.591	0.103	0.405
HR Rest	U'14-U'16	0.013 *	-0.575	0.056	1.148	0.013 *	1.424	0.056	-0.953	
	U'14-U'18	0.000 *	0.774	0.003 *	0.925	0.000 *	2.477	0.003 *	0.764	
	U'16-U'18	0.000 *	1.337	1.000	0.116	0.000 *	0.906	1.000	1.792	
% HR Max	U'14-U'16	0.059	0.453	1.000	0.171	0.059	-0.203	1.000	-0.57	
	U'14-U'18	0.000 *	1.053	1.000	-0.035	0.000 *	0.403	1.000	0.042	
	U'16-U'18	0.002 *	0.636	1.000	-0.143	0.002 *	0.569	1.000	0.179	
Objective External Load Neuromuscular V.	Impacts	U'14-U'16	0.179	0.359	1.000	0.768	0.179	-0.599	1.000	1.037
		U'14-U'18	1.000	-0.081	0.002 *	-0.952	1.000	-1.152	0.002 *	0.572
		U'16-U'18	0.057	-0.397	0.000 *	-1.275	0.057	-0.407	0.000 *	-0.971
	PlayerLoad	U'14-U'16	0.000 *	-0.761	0.005 *	0.974	0.000 *	-0.213	0.005 *	1.561
		U'14-U'18	0.000 *	-0.941	0.185	-0.616	0.000 *	0.439	0.185	2.165
		U'16-U'18	1.000	0.034	0.000 *	-1.785	1.000	0.578	0.000 *	0.086
PlayerLoad/min	U'14-U'16	0.000 *	-0.767	0.006 *	0.976	0.000 *	-0.213	0.006 *	1.56	
	U'14-U'18	0.007 *	-0.656	0.168	-0.625	0.007 *	0.439	0.168	2.164	
	U'16-U'18	0.323	0.034	0.000 *	-1.792	0.323	0.578	0.000 *	0.083	

Parts of Circ: Parts of Circuits; Acc: Accelerations; Decel: Decelerations; HR Med: Heart Rate Medium; HR Max: Heart Rate Maximum; HR Rest: Heart Rate Recovery; PlayerLoad/min: PlayerLoad/minute; sig: p-value; \*: p < 0.05; ES: Effect Size.

**Table 2.** Analysis of the differences per gender of athletes according to age.

		Aerobic Capacity		Anaerobic Capacity		
		Sig.	ES	Sig.	ES	
Technical-tactical V.	Shots	U'14	0.606	0.242	0.002 *	-0.499
		U'16	0.167	2.571	0.22	0.645
		U'18	0.819	0.679	0.001 *	-0.25
	Scores	U'14	0.103	0.597	0.001 *	-0.654
		U'16	0.002 *	1.255	0.798	0.78
		U'18	0.075	0.402	0.086	0.041
	Efficacy	U'14	0.279	0.536	0.126	-0.475
		U'16	0.201	0.679	0.091	-0.994
		U'18	0.013 *	0.307	0.264	0.034
Objective External Load Kinematics V. related to Distance	Parts of Circuits	U'14	0.78	0.168	0.003 *	-0.143
		U'16	0.064	2.420	0.07 *	0.743
		U'18	0.436	0.914	0.000 *	-0.132
	Distance (m.)	U'14	0.78	0.169	0.003 *	-0.144
		U'16	0.064	2.420	0.07 *	0.743
		U'18	0.436	0.914	0.000 *	-0.132
Objective External Load Kinematics V. related to Accelerometry	Acc.	U'14	0.03 *	-0.294	0.004 *	0.865
		U'16	0.403	-1.480	0.000 *	0.364
		U'18	0.000 *	-2.167	0.000 *	-1.626
	Decel	U'14	0.001 *	-0.440	0.596	-0.172
		U'16	0.515	-1.318	0.01 *	-0.337
		U'18	0.000 *	-2.35	0.000 *	-1.555
	Acc/Min	U'14	0.024 *	-0.333	0.021 *	0.868
		U'16	0.436	-1.503	0.000 *	0.476
		U'18	0.000 *	-2.163	0.000 *	-1.518
	Decel/Min	U'14	0.001 *	-0.476	0.735	-0.161
		U'16	0.502	-1.339	0.016	-0.186
		U'18	0.000 *	-2.351	0.000 *	-1.45
Objective Internal Load V.	HR Med	U'14	0.008 *	0.202	0.000 *	0.352
		U'16	0.307	-0.494	0.015 *	0.458
		U'18	0.815	-1.155	0.472	0.987
	HR Max	U'14	0.677	-0.009	0.044 *	0.217
		U'16	0.037 *	0.220	0.005 *	0.56
		U'18	0.794	-0.859	0.878	0.79
	HR Rest	U'14	0.289	-0.611	0.003 *	0.487
		U'16	0.106	1.041	0.154	0.98
		U'18	0.804	-0.389	0.543	0.57
	% HR Max	U'14	0.006 *	0.034	0.04 *	0.231
		U'16	0.309	-0.346	0.615	0.345
		U'18	0.734	-1.084	0.002 *	0.974
Objective External Load Neuromuscular V.	Impacts	U'14	0.162	-0.049	0.000 *	-1.511
		U'16	0.011 *	-0.021	0.001 *	0.361
		U'18	0.003 *	-0.951	0.000 *	0.413
	PlayerLoad	U'14	0.447	0.668	0.21	0.062
		U'16	0.062	1.802	0.000 *	1.175
		U'18	0.003 *	1.228	0.000 *	1.136
	PlayerLoad/Min	U'14	0.525	0.680	0.209	0.063
		U'16	0.041 *	1.776	0.000 *	1.175
		U'18	0.01 *	0.896	0.000 *	1.135

Parts of Circ: Parts of Circuits; Acc: Accelerations; Decel: Decelerations; HR Med: Heart Rate Medium; HR Max: Heart Rate Maximum; HR Rest: Heart Rate Recovery; PlayerLoad/min: PlayerLoad/ minute; sig: p-value; \*: p < 0.05; ES: Effect Size.

#### 4. Discussion

The objective of this study was to characterize the physical-physiological demands pertaining to the aerobic and anaerobic capacities in different basketball ages and among male and female basketball players. In addition, it was intended to identify gender differences based on age. The main results show that there are significant differences between players according to age and gender.

##### 4.1. Aerobic Capacity

All groups of variables analyzed show significant differences according to age and gender. The Shots variable is directly related to Parts of Circuits and Distance (m.), since a shot is made every 12 Parts of Circuits in the aerobic capacity test. Therefore, the higher the number of parts of circuits, the higher the number of shots. Related to the latter, Reference [13] describe that a player travels between 6000 and 7500 m during a match depending on the level, age or specific position (linked to anthropometric factors). In this research, male players travel around 2000 m in a 12 min test, while in the female gender, the distance travelled during the test is approximately 1800 m. If the distance traveled during the test is extrapolated to the duration of a match, the results coincide with those existing in the literature [13]. Along these lines, it can be affirmed that the aerobic level of male players is Medium or Medium-High, while the level of female players is classified as Medium or Medium-Low [5]. Regarding gender differences, no significant differences between male and female players of the same age are identified in the aerobic test.

However, in Efficacy, there are differences between players U'14 vs. U'16 and U'14 vs. U'18 in both genders. The percentage of scoring can be influenced by different aspects such as the technical level or fatigue [31]. Along these lines, Reference [5] define the values of efficacy that players should have according to age and the capacity to be evaluated during the test. In the aerobic test, the male athletes in the sample obtain the value of Fair or Fair-Good, whereas the female athletes obtain Bad or Bad-Fair values. A lower Efficiency in younger athletes may be due to the stage they are in (puberty), which is characterized by a growth in body segments that can be linked to a motor decompensation and a lower technical-tactical level. In this investigation, the results show that the male athletes who have greater value in objective internal load variables (HR) coincide with the athletes who have lower Efficacy during the test. The better physical fitness directly affects the technical-tactical efficiency. As for female players, the results do not match those found in the male gender and may be due to the technical level of the players. There are significant differences between male and female players in the U'16 category in the variable Scores and in U'18 in the variable Efficacy. These differences may be due to the fact that male players support lower demands during the development of the tests before the same stimulus than female players. A lower demand may cause less fatigue what has an impact on the shot technique and, therefore, on the result [31].

The obtained results provide relevant information about male athletes as they present different demands from female athletes during the aerobic test. In acceleration and deceleration variables as well as, in the variables relativized per minute, U16 male players obtain the highest values, while U18 players are the ones that obtain them in the female gender. Along the lines above, Reference [8] define that explosive or high-intensity actions are a predictor of performance, being the winning team the one that performs the greatest number of actions since basketball is a high-intensity sport with continuous changes of direction [12]. In the aerobic test, there are significant differences between male and female players in the categories U'14 and U'18 in all the variables of this type analyzed.

Related to the previous paragraph, both accelerations and neuromuscular variables have an impact on the athlete's load. In this line, there are significant differences between male and female players in U'16 and U'18 categories in Impacts and PlayerLoad/minute variables, while in PlayerLoad there are only significant differences between U'18 male and female players. The Impacts variable obtains its values because of the product of the G forces that the athlete suffers. Therefore, athletes with greater anthropometry (male players) obtain greater value in the variable. In PlayerLoad and PlayerLoad/minute variables, the value is calculated as a result of the accelerometry that athletes

support based on their movements. Although female athletes give a more physical performance during the competition, the final physical performance is lower than that of male players [32] due to factors related to physical efficiency.

The causes of the differences mentioned in this section may be due to the relationship with other variables analyzed such as the distance travelled since the longer the distance, the higher the number of intervallic actions the athlete will perform because the circuit made is repeated systematically. Furthermore, the literature states that these differences exist due to factors related to maturation and growth since the relative VO<sub>2</sub>max (depending on weight) is an optimal indicator of the physiological capacities of athletes [17]. These differences are mainly due to the fact that male players perform more intense actions during the season than female players [33]. The differences between genders can be the result of maturation (linked to aspects related to strength) or of the morphology of athletes (anthropometry).

Finally, there are many studies highlight the importance of a well-developed aerobic capacity in basketball players for the recovery of many high-intensity actions that are accumulated when practicing [33], with incomplete breaks [15]. In addition, the test carried out confronts the athletes with similar demands that they find during the competition. Therefore, during the competition, the athlete is in similar values to those obtained in the test, close to 90% of the HR Max [34]. These differences affect the production of VO<sub>2</sub>max as it is higher depending on age because it is linked to greater development and body size [35]. In % HR Max, all players are at values higher than 75% of the HR Max during the aerobic test [36].

#### 4.2. Anaerobic Capacity

As in the aerobic capacity test, all groups of variables analyzed show significant differences according to age and gender. In this respect, the Shots variable is directly related to Parts of Circuits and Distance (m.), since a shot is made every 4 Parts of Circuits. Therefore, the higher the number of parts of circuits, the higher the number of shots. As in the aerobic test, this investigation shows differences between U'14 vs. U'16 players and U'14 vs. U'18 in both genders. The literature states that these differences are due to factors related to maturation and growth [37]. In this case, the analyzed sample of male players is at a Medium level, while female players are at a Medium and Medium-High level [5]. Furthermore, there are significant differences between genders in U'14, U'16 and U'18 categories both in the Parts of Circuits variable and in the Distance variable. These differences confirm the results found in the literature where men travel a longer distance at high intensity, while women carry out a greater volume of demands [32–37].

Regarding the Efficacy variable, as in the aerobic test, there are differences between players of different categories and in both genders. The percentage of scoring can be influenced by different aspects such as the technical level or fatigue [31]. Along these lines, Reference [5] define the values of efficacy that players U'14 and U'16 male and female players obtain values higher than Very Good, while U'18 players of each gender obtain a Good value. In relation to the Heart Rate variables (HR), as in the aerobic test, the male players who obtain the highest value in the HR Variables, are the players who obtain the lowest value of effectiveness in the launch of the test. However, in female players, this does not happen and there is no relationship and may be due to factors related to the technical level.

The results of Kinematic Variables Related to Accelerometry are in the previous line, as in the aerobic capacity test, Reference [8] define that explosive or high-intensity actions are a predictor of performance, being the winning team the one that performs the greatest number of actions since basketball is a high-intensity sport with continuous changes of direction [12]. As for the results obtained, the ones obtained in acceleration and deceleration as well as in those relativized per minute, show differences that may be due to the distance traveled during the test. Furthermore, there are significant differences between genders in categories U'14, U'16 and U'18 in Accelerations and Accelerations/minute, while in Decelerations and Decelerations/minute there are only significant differences between male and female players in U'16 and U'18 categories. These differences are



mainly due to the fact that male players perform more intense actions during the season than female players [32]. The differences between genders can be the result of maturation (linked to aspects related to strength) or of the morphology of athletes (anthropometry).

Related to the previous paragraph, the results in neuromuscular variables show significant differences in the Impacts variable between all categories. These differences are largely due to the difference between anthropometric aspects [20] of athletes due to their development or maturation [38]. Players who support more impacts during a competition or physical fitness test are more likely to be injured during the season [20]. For this reason, as in the aerobic capacity, neuromuscular variables and those related to accelerometry, are a clear indicator of neuromuscular fatigue that must be taken into account during the competition or training, in order not to cause the athlete a period of overtraining that causes a temporary performance deficit [39]. In addition, the Impacts variable is related to the athlete's anthropometry.

Although female athletes give a more physical performance during the competition due to the volume of demands, the male players get lower volume. However, the intensity of the male players is higher, this key difference being in the final performance of the competition [40]. For this, the importance of the analysis of these two capacities is due to the fact that anaerobic capacity predicts performance better than aerobic capacity [41]. On the contrary, Reference [42] showed a positive correlation between aerobic aptitude and the game level in both male and female gender. These differences found in the literature show the relevance of carrying out physical fitness tests in athletes in both capacities.

The limitations found in this investigation were that the athletes analyzed were part of teams that participated in the National Championship in their corresponding categories. This sample does not provide a generic knowledge of the categories analyzed since not all teams are part of this championship (only the best ones from different geographical regions). Besides, within the championship there are many differences between the teams that play the final stage of the championship and the teams that only play the group stage. Therefore, it would be interesting in further studies to expand the sample to teams from different geographical areas and with different results in national championships.

## **5. Conclusions**

The analysis of the physical fitness of basketball players through specific field tests measured with microtechnology instruments provides objective and reliable knowledge to the coach and the physical coach. For this, physical fitness assessments are carried out through physical fitness tests. The choice of the test is important and affects the final result. Tests that are specific to the sport to be evaluated and that are carried on the court or training place must be selected in order not to affect the athlete nor produce unreliable results. Subjecting athletes to laboratory tests sometimes means exposing them to stress what can have an impact on the result of the test and, therefore, on the final result in the competition.

Aerobic and anaerobic physical demands in male players increase with age and there is improvement in technical-tactical performance. The obtained results progressively increase with age in the three categories, showing the influence of maturational development and sports experience. Aerobic and anaerobic physical demands in female players progressively increase with age and stabilize from the age of 16 reaching a plateau, their growth being more gradual.

The differences in the three categories between genders are verified, both at the level of Objective Internal Load and Objective External Load variables as well as Technical-Tactical variables. It is proved that maturational development has already occurred in these categories, differentiating the game between males and females.

It is recommended that from the age of pubertal changes the training between male and female players is differentiated because they present different physical and technical-tactical manifestations, something that in previous ages does not happen, and they are able to train together.

U'16 male players obtain better results in the tests carried out than the rest of the players. This evolution is not the result of the maturation process in which they are and could be due to the training processes carried out by each team, in which they train more efficiently and optimally than the rest of the athletes.

**Supplementary Materials:** The following are available online at <http://www.mdpi.com/1660-4601/17/4/1409/s1>, Table S1: Descriptive results of the aerobic test grouped by gender and age. Table S2: Descriptive results of the anaerobic test grouped by gender and age.

**Author Contributions:** Conceptualization, D.M.-T., A.A. and S.J.I.; methodology, D.M.-T. and J.G.-R.; software, D.M.-T.; validation, D.M.-T., S.J.I., A.A. and J.G.-R.; formal analysis, D.M.-T., A.A. and S.J.I.; investigation, D.M.-T. and J.G.-R.; resources, S.J.I.; data curation, D.M.-T., S.J.I. and J.G.-R.; writing—original draft preparation, D.M.-T.; writing—review and editing, S.J.I., A.A. and J.G.-R.; visualization, D.M.-T., S.J.I., A.A. and J.G.-R.; supervision, S.J.I.; project administration, S.J.I.; funding acquisition, S.J.I. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

**Funding:** This research has been partially subsidised by the Assistance to Research Groups (GR18170) from Junta de Extremadura (Consejería de Economía e Infraestructuras); with the contribution of the European Union through FEDER.

**Acknowledgments:** The authors thank San Antonio Cáceres Basket and Cáceres Basket clubs as well as coaches and players for their participation and availability during the study.

**Conflicts of Interest:** The authors declare no conflict of interest.

## References

- Zarić, I.; Dopsaj, M.; Marković, M. Match performance in young female basketball players: Relationship with laboratory and field tests. *Int. J. Perform. Anal. Sport* **2018**, *18*, 90–103. [CrossRef]
- Stone, N.M.; Kilding, A.E. Aerobic conditioning for team sport athletes. *Sports Med.* **2009**, *39*, 615–642. [CrossRef] [PubMed]
- Latzel, R.; Hoos, O.; Stier, S.; Kaufmann, S.; Fresz, V.; Reim, D.; Beneke, R. Energetic profile of the basketball exercise simulation test in junior elite players. *Int. J. Sports Physiol. Perform.* **2018**, *13*, 810–815. [CrossRef] [PubMed]
- Zupan, M.F.; Arata, A.W.; Dawson, L.H.; Wile, A.L.; Payn, T.L.; Hannon, M.E. Wingate anaerobic test peak power and anaerobic capacity classifications for men and women intercollegiate athletes. *J. Strength Cond. Res.* **2009**, *23*, 2598–2604. [CrossRef] [PubMed]
- Ibáñez, S.J.; Reina, M.; Mancha-Triguero, D.; García-Rubio, J. Evaluación de la capacidad aeróbica y anaeróbica de jugadores de baloncesto en edades de formación. In *Baloncesto Formativo. La Preparación Física II, Camino Hacia El Alto Rendimiento*, 1st ed.; Esper Di Cesare, P.A., Ed.; Autores de Argentina: Buenos Aires, Argentina, 2019; pp. 365–388.
- Bompa, T.O. *Periodización Del Entrenamiento Deportivo*; Editorial Paidotribo: Barcelona, Spain, 2006.
- Wilmore, J.H.; Costill, D.L. *Physiology of Sport and Exercise*, 3rd ed.; Human Kinetics: Hong Kong, China, 2004.
- Ibáñez, S.J.; Sampaio, J.; Feu, S.; Lorenzo, A.; Gómez, M.A.; Ortega, E. Basketball game-related statistics that discriminate between teams' season-long success. *Eur. J. Sport Sci.* **2008**, *8*, 369–372. [CrossRef]
- Reina, M.; García-Rubio, J.; Feu, S.; Ibáñez, S.J. Training and Competition Load Monitoring and Analysis of Women's Amateur Basketball by Playing Position: Approach Study. *Front. Psychol.* **2019**, *9*. [CrossRef]
- Abdelkrim, N.B.; El Faza, S.; El Ati, J. Time-motion analysis and physiological data of elite under 19-year-old basketball players during competition. *Br. J. Sports Med.* **2007**, *41*, 69–75. [CrossRef]
- Reina, M.; Mancha-Triguero, D.; García-Santos, D.; García-Rubio, J.; Ibáñez, S.J. Comparación de tres métodos de cuantificación de la carga de entrenamiento en baloncesto. *Ricyde. Rev. Int. Cienc. Deporte.* **2019**, *15*, 368–382. [CrossRef]
- Erculj, F.; Dezman, B.; Vuckovic, G.; Pers, J.; Perse, M.; Kristan, M. An analysis of basketball players' movements in the Slovenian Basketball League play-offs using the Sagit Tracking System. *J. Phys. Educ.* **2008**, *6*, 75–84.
- Abdelkrim, N.B.; Castagna, C.; Jabri, I.; Battikh, T.; El Faza, S.; El Ati, J. Activity profile and physiological requirements of junior elite basketball players in relation to aerobic-anaerobic fitness. *J. Strength Cond. Res.* **2010**, *24*, 2330–2342. [CrossRef] [PubMed]

14. Köklü, Y.; Alemdaroğlu, U.; Koçak, F.; Erol, A.; Fındıkoğlu, G. Comparison of chosen physical fitness characteristics of Turkish professional basketball players by division and playing position. *J. Hum. Kinet.* **2011**, *30*, 99–106. [CrossRef] [PubMed]
15. Mancha-Triguero, D.; García-Rubio, J.; Ibáñez, S.J. SBAFIT: A field-based test battery to assess physical fitness in basketball players. *J. Sports Sci.* **2019**, *15*, 107–126.
16. Doma, K.; Leicht, A.; Sinclair, W.; Schumann, M.; Damas, F.; Burt, D.; Woods, C. The impact of exercise-induced muscle damage on physical fitness qualities in elite female basketball players. *J. Strength Cond. Res.* **2018**, *32*, 1731–1738. [CrossRef] [PubMed]
17. Štrumbelj, B.; Vuckovic, G.; Jakovljevic, S.; Milanovic, Z.; James, N.; Erculj, F. Graded shuttle run performance by playing positions in elite female basketball. *J. Strength Cond. Res.* **2015**, *29*, 793–799. [CrossRef] [PubMed]
18. Mancha-Triguero, D.; García-Rubio, J.; Calleja-González, J.; Ibáñez, S.J. Physical fitness in basketball players: A systematic review. *J. Sports Med. Phys. Fit.* **2019**, *59*, 1513–1525. [CrossRef] [PubMed]
19. Bompa, T.O.; Buzzichelli, C. *Periodization: Theory and Methodology of Training*; Human Kinetics: Champaign, IL, USA, 2018.
20. McGill, S.M.; Andersen, J.T.; Horne, A.D. Predicting performance and injury resilience from movement quality and fitness scores in a basketball team over 2 years. *J. Strength Cond. Res.* **2012**, *26*, 1731–1739. [CrossRef]
21. Ato, M.; López-García, J.J.; Benavente, A. Un sistema de clasificación de los diseños de investigación en psicología. *An. Psicol.* **2013**, *29*, 1038–1059. [CrossRef]
22. Ibáñez, S.J.; Sáenz-López, P.; Gutiérrez, A. Test SIG/AER, aeróbico específico sobre el terreno para jugadores de baloncesto. In *Libro de Actas del Congreso Científico Olímpico 1995. Bioquímica, Fisiología del Ejercicio y Medicina del Deporte*, 1st ed.; Unisport, Ed.; Instituto Andaluz del Deporte: Málaga, Spain, 1995; Volume 4, pp. 217–225.
23. Ibáñez, S.J.; Sáenz-López, P.; Gutiérrez, A. Test SIG/ANA, anaeróbico específico sobre el terreno para jugadores de baloncesto. In *Libro de Actas del Congreso Científico Olímpico 1995. Bioquímica, Fisiología del Ejercicio y Medicina del Deporte*, 1st ed.; Unisport, Ed.; Instituto Andaluz del Deporte: Málaga, Spain, 1995; Volume 4, pp. 209–216.
24. Ibáñez, S.J.; Antúnez, A.; Pino-Ortega, J.; García-Rubio, J. Control del entrenamiento mediante el empleo de tecnologías en tiempo real en balonmano. In *Avances Científicos Para el Aprendizaje y Desarrollo del Balonmano*, 1st ed.; Feu, S., García-Rubio, J., Ibáñez, S.J., Eds.; Universidad de Extremadura: Cáceres, Spain, 2018; pp. 167–192.
25. Barreira, P.; Robinson, M.A.; Drust, B.; Nedergaard, N.; Raja Azidin, R.M.F.; Vanrenterghem, J. Mechanical Player Load™ using trunk-mounted accelerometry in football: Is it a reliable, task-and player-specific observation? *J. Sports Sci.* **2017**, *35*, 1674–1681. [CrossRef]
26. Schelling, X.; Torres-Ronda, L. An integrative approach to strength and neuromuscular power training for basketball. *Strength Cond. J.* **2016**, *38*, 72–80. [CrossRef]
27. Field, A. *Discovering Statistics Using SPSS*, 3rd ed.; SAGE: London, UK, 2009.
28. Hopkins, W.; Marshall, S.; Batterham, A.; Hanin, J. Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Med. Sci. Sports Exerc.* **2009**, *41*, 3–12. [CrossRef]
29. Pardo, A.; Ruiz, M.Á. *SPSS 11: Guía Para el Análisis de Datos*; Mc Graw Hill: Madrid, Spain, 2002.
30. O'Donoghue, P. *Statistics for Sport and Exercise Studies: An Introduction*; Routledge: London, UK, 2013.
31. Padulo, J.; Attene, G.; Migliaccio, G.M.; Cuzzolin, F.; Vando, S.; Ardigò, L.P. Metabolic optimisation of the basketball free throw. *J. Sports Sci.* **2015**, *33*, 1454–1458. [CrossRef] [PubMed]
32. Ziv, G.; Lindor, R. Physical attributes, physiological characteristics, on-court performances and nutritional strategies of female and male basketball players. *Sports Med.* **2009**, *39*, 547–568. [CrossRef] [PubMed]
33. Scalan, A.T.; Dascombe, B.J.; Kidcaff, A.P.; Peucker, J.L.; Dalbo, V.J. Gender-specific activity demands experienced during semiprofessional basketball game play. *Int. J. Sports Physiol. Perform.* **2015**, *10*, 618–625. [CrossRef] [PubMed]
34. García-Tabar, I.; Llodio, I.; Sánchez-Medina, L.; Ruesta, M.; Ibáñez, J.; Gorostiaga, E.M. Heart Rate-Based prediction of fixed blood lactate thresholds in professional team-sport players. *J. Strength Cond. Res.* **2015**, *29*, 2794–2801. [CrossRef]

35. Ramos, S.; Volossovitch, A.; Ferreira, A.P.; Fragoso, I.; Massaça, L. Differences in maturity, morphological and physical attributes between players selected to the primary and secondary teams of a Portuguese Basketball elite academy. *J. Sports Sci.* **2019**, *37*, 1681–1689. [CrossRef]
36. McInnes, S.E.; Carlson, J.S.; Jones, C.J.; McKenna, M.J. The physiological load imposed on basketball players during competition. *J. Sports Sci.* **1995**, *13*, 387–397. [CrossRef]
37. Struzik, A.; Pietraszewski, B.; Zawadzki, J. Biomechanical analysis of the jump shot in basketball. *J. Hum. Kinet.* **2014**, *42*, 73–79. [CrossRef]
38. Ramos, S.; Volossovitch, A.; Ferreira, A.P.; Barrigas, C.; Fragoso, I.; Massaça, L. Differences in maturity, morphological and fitness attributes between the better- and lower-ranked male and female U-14 Portuguese elite regional basketball teams. *J. Strength Cond. Res.* **2018**. [CrossRef]
39. Calleja-González, J.; Leibar, X.; Terrados, N. Análisis de la concentración de lactato en competición en jugadores internacionales junior de baloncesto. *Arch. Med. Deporte.* **2008**, *25*, 11–18.
40. Clearly, T.J.; Zimmerman, B.J. Self-regulation differences during athletic practice by experts, non-experts, and novices. *J. Appl. Sport Psychol.* **2001**, *13*, 185–206. [CrossRef]
41. Hoffman, J.R.; Tenenbaum, G.; Maresch, C.M.; Kraemer, W.J. Relationship between athletic performance test and playing time in elite college basketball players. *J. Strength Cond. Res.* **1996**, *10*, 67–71.
42. Narazaki, K.; Berg, K.; Stergiou, N.; Chen, B. Physiological demands of competitive basketball. *Scand. J. Med. Sci. Sports* **2009**, *19*, 425–432. [CrossRef] [PubMed]



© 2020 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

10.4. Estudio IV: Strength and Speed profiles based on age and sex differences in young basketball players.

 International Journal of  
*Environmental Research  
and Public Health*  
an Open Access Journal by MDPI

**IMPACT  
FACTOR  
2.468**

New Trends in Research on Training,  
Performance, Conditioning, Coaching,  
Evaluation and Health in Basketball

**Guest Editors**  
Dr. Sergio J. Ibáñez, Dr. Javier García-Rubio, Dr. Miguel Ángel Gómez-Ruano

**Deadline**  
31 August 2020

**Special Issue**

[mdpi.com/si/39633](https://mdpi.com/si/39633) Invitation to submit





## Article

# Strength and Speed Profiles Based on Age and Sex Differences in Young Basketball Players

David Mancha-Triguero \*, Javier García-Rubio , José M. Gamonales and Sergio J. Ibáñez

GOERD Group, Faculty of Sport Sciences, University of Extremadura, 10003 Cáceres, Spain; jagaru@unex.es (J.G.-R.); martingamonales@unex.es (J.M.G.); sibanez@unex.es (S.J.I.)

\* Correspondence: davidmancha@unex.es

**Abstract:** Team sports are in continuous evolution, and physical performance is acquiring greater importance in the game. The assessment of physical fitness is the most reliable method for knowing if the athlete's physical fitness is appropriate. Therefore, the objectives of this research were to identify profiles of physical-physiological demands with different specific tests of physical fitness related to the maximum strength of the lower body and speed. Moreover, some differences based on the sex and age of the players were identified. One hundred and forty-nine basketball players were analyzed (men  $n = 103$  vs. women  $n = 46$ , weight:  $74.74 \pm 11.65$  kg vs.  $56.89 \pm 3.71$  kg, height:  $184.66 \pm 11.67$  vs.  $164 \pm 4$  and BMI:  $21.7 \pm 0.83$  vs.  $21.6 \pm 0.90$ ). The players performed an Abalakov test, a multi-jump test, and a repeat sprint ability test. Each player was equipped with a WIMU PRO device, and photoelectric cells were used. A MANOVA was performed to discover the differences between ages, and a *t*-test was used regarding sex. The results showed significant differences based on age and sex in variables related to time and Player Load/min ( $p < 0.001$ ). The variables related to steps (contact, step, flight) also showed significant differences as a function of age ( $p < 0.001$ ) and sex ( $p < 0.05$ ). The multi-jump test showed differences based on age ( $p < 0.05$  except in between jumps), but not on sex. These results confirm the importance of working together on lower body strength and speed skills. In addition, the planning of the work on these abilities must be individualized and according to the characteristics of the athlete.

**Keywords:** physical fitness; performance profile; jumps; repeat sprint ability tests (RSA); inertial devices; sex differences; age differences



**Citation:** Mancha-Triguero, D.; García-Rubio, J.; Gamonales, J.M.; Ibáñez, S.J. Strength and Speed Profiles Based on Age and Sex Differences in Young Basketball Players. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2021**, *18*, 643. <https://doi.org/10.3390/ijerph18020643>

Received: 6 October 2020

Accepted: 8 January 2021

Published: 13 January 2021

**Publisher's Note:** MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



**Copyright:** © 2021 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

## 1. Introduction

Basketball is an intermittent and multifaceted team sport [1] that demands a wide range of physical attributes, including the ability to perform repeated sprints, jumps, and high-intensity runs [2]. As in the rest of team sports, the improvement of the player's performance must be approached in a comprehensive manner (including the physical fitness of the athlete) [3]. The physical fitness of the player will be influenced by the type of practice to be carried out and should be optimized according to the specificity of the sport. Basketball is an aerobic-based sport [4] composed of different high-intensity anaerobic actions [5]. This characteristic has undergone an evolution in terms of the demands that the player supports and the intensity of the competition. In this respect, basketball is a continuously evolving sport, implying an increase in the intensity, number and duration of explosive actions [6]. This evolution means that the physical condition of the athlete also evolves to meet the requirements demanded by the sport, therefore improving the level of competition and entertainment.

Aerobic capacity is essential for the players to face the duration of the match. In addition, it helps them to recover more quickly and efficiently from anaerobic efforts [7]. The player's anaerobic performance is the most important descriptor of the final result [8]. Anaerobic performance is classified into anaerobic capacity and power [9]. The anaerobic

capacity allows the athlete to derive energy from a combination of anaerobic glycolysis and the phosphagen system, while anaerobic power reflects the ability to use the phosphagen system [9], understood as the relationship between the application of force and speed in an action of maximum intensity for a short time [10]. Within this last factor, strength is the fundamental pillar on which this sport is based [11]. In this case, not only strength but related abilities (speed, agility, change of direction) play an important role in the game [12] because the nature of the sport is intermittent, unpredictable and chaotic [1]. Along these lines, the application of force in basketball players has been studied mainly in the lower part of the body [13].

Traditionally, generic laboratory tests related to the 1RM (test of 1 repetition maximum) have been used to assess maximum lower body strength in athletes. Currently, there is research that relates generic laboratory strength tests with field or sport-specific tests. To the best of our knowledge, there is hardly any research that only makes evaluations of the strength of basketball players through specific field tests, such as jumping, sprinting or repeat sprint ability tests (RSA) [14,15]. This type of test is characterized by performing a set of repeated sprints with a personalized recovery period depending on the objective. All these actions improve and optimize the athlete's performance and have an impact on the competition itself due to its specificity [16].

Regarding sex-related differences, previous research has confirmed that the number of type II muscle fibers is higher in men [17,18]. In addition, there are differences in muscle mass, strength, and muscle quality [19]. These individual characteristics influence explosive actions or gestures since they are responsible for generating greater contractile force and speed [20]. The differences are also found in the function of age (age-related) since it is a quality that evolves as a function of the evolutionary development of the athletes [21]. Regarding research found in young basketball players, differences in the strength generated by the lower body were observed in a cross-sectional study as a function of age and sex [22]. In addition, in 11–13-year-olds, notable differences were not found. These differences appeared in the 15–17 years age group [22] in the force generated in the lower body, confirming that women players presented lower values in relation to body weight (relative strength). Regarding the differences related to age, [21] it was confirmed that, in young basketball players, the period of puberty is limiting in the development of skills, since the appearance of this physiological process modifies the development of the physical abilities of women's basketball players and therefore their performance, with considerable differences with respect to men.

In the sports field, it is common to present information through profiles. This way of presenting the results is because it facilitates the graphic representation and the understanding of variables that provide a comprehensive vision of the object of study (evaluated through different variables) and that have different scales [23]. In addition, it is a common practice both in the field of research and in the professional field of training for the study of performance indicators [24–28] or the evaluation of physical condition [29].

A review of the literature reveals the existence of a relationship between the maximum force of the lower body and the sprint (transfer of maximum force). However, it is necessary to corroborate that the scientific evidence revealed in professional players on the knowledge of how the maximum strength of the lower body is identified and the transfer of this force in speed also coincides with that of basketball players in training categories (U14, U16 and U18). Furthermore, there are few studies that use data from the latest generation of microsensor instruments in basketball players, and fewer still in young players [29,30]. Therefore, the objectives of this research were to identify profiles of physical-physiological demands with different specific tests of physical fitness related to maximum strength and speed of the lower body. In addition, it was aimed to compare the differences based on the sex and age of the players. Furthermore, the hypothesis of this research was that men players would present better results than women players in all the tests carried out and that older players, when faced with the same stimulus (test), would obtain better results than younger players in all variables.



## 2. Materials and Methods

### 2.1. Design

This study was carried out following a cross-sectional design that involved testing each participant once.

### 2.2. Participants

One hundred and forty-nine players, both men and women of different ages (U14, U16 and U18), who participate in the national championship, were analyzed (U14 men:  $n = 33$ , weight = 62.20 kg, height = 1.72 m, BMI = 20.78; U14 women:  $n = 12$ , weight = 53 kg, height = 1.60 m, BMI = 21.875; U16 men:  $n = 31$ , weight = 76.81 kg, height = 1.87 m, BMI = 21.91; U16 women:  $n = 12$ , weight = 60.39 kg, height = 1.64 m, BMI = 22.34; U18 men:  $n = 39$ , weight = 85.23 kg, height = 1.95 m, BMI = 22.41; U18 women:  $n = 22$ , weight = 57.3 kg, height = 1.68 m, BMI = 20.59). The best teams of the regional championships informative categories play in the National Championship of Spain. The number of players by age and sex corresponds to the components of various teams. The number of members of each basketball team ranges from 10 to 12 players. The reality of sports training implies that the number of players analyzed cannot provide very large samples [31]. To be part of the selected sample, the players participated in the whole design proposed and were not able to be part of the sample if they did not complete any one of the tests in the study. The coaches, players and parents of underage players were previously informed of the details of the investigation and of its possible risks and benefits; the participation of the athletes was voluntary. For this, approval of participation was requested through informed consent. In underage players, the consent was signed by their legal guardians. The study was developed based on the ethical provisions of the Declaration of Helsinki (2013) and was approved by the Bioethics Committee of the University (n° 233/2019).

### 2.3. Variables

For this research, the age of the players (U14, U16 and U18) and sex (male and female) were defined as independent variables. For the assessment of the lower body strength of the athletes, the following variables were analyzed divided into three groups according to the type of requirements: (i) objective external load kinematic variables related to time or distance, (ii) objective external load neuromuscular variables and (iii) objective external load kinematic variables related to accelerometry [32]. Part of the selected variables has been defined and used in different investigations that share some of the objectives of this investigation [29,33,34]. See Figure 1.

(i) Objective external load kinematic variables related to time or distance. They analyze the external load that the player supports during the execution time and their locomotion.

(i.1) Height: the number of centimeters that the athlete reaches the highest point of the jump.

(i.2) Time: For the Abalakov test and the multi-jump test, the time was measured in milliseconds from the moment of the takeoff to the landing of the jump. In the sprint RSA test, the time it took to perform the 14 m sprint was recorded in seconds. In addition, the following time-related variables were calculated:

(i.2.i) Total time (*Time Total*): the time that the athlete took to perform the five 14-m sprints (expressed in seconds).

(i.2.ii) Average time (*Time Avg*): the average time that the athlete took to perform a sprint, obtained from the average value of the five sprints (expressed in seconds).

(i.2.iii) Maximum time (*Time Max*): the slowest sprint that the athlete performed and the one that took the longest time to travel the 14 m distance (expressed in seconds).

(i.2.iv) Minimum time (*Time Min*): the fastest sprint that the athlete performed and in which the least time was used to cover the 14-m distance (expressed in seconds).

(i.2.v) Time difference (*Time Dif*): the variable that calculates the difference between the fastest and the slowest execution (expressed in seconds).

(i.3) Between jumps: the value of the time that passed between jumps in the multi-jump test expressed in milliseconds. This is the time in which the athlete is in contact with the floor, applying force to carry out another takeoff. It is only calculated in the multi-jump test.

(ii) Objective external load neuromuscular variables. they record the external load that the player supports regarding the gravitational force. Two variables are recorded:

(ii.1) Impulse (G): maximum force generated in the action prior to the takeoff of the jump that allows the player to reach the highest possible height, measured through force G.

(ii.2) Player load (PL): vector sum of the four accelerometer data points in the three axes of movement (vertical, anteroposterior and lateral). It is represented in arbitrary units (a.u.) and is calculated in the current moment;  $X_n$ ,  $Y_n$  and  $Z_n$  are the values of BodyX, BodyY and BodyZ in the current moment; and  $X_{n-1}$ ,  $Y_{n-1}$  and  $Z_{n-1}$  are the values of BodyX, BodyY and BodyZ in the previous moment. Then, the value of player load is calculated and multiplied by 0.01 as a scale factor [35]. The player load variable was relativized per minute for data equality. Moreover, its calculation took into account the following variants related to the player load:

(ii.2.i) Maximum player load (PL Max): the sprint in which the athlete supports the highest player load over the 14-m distance.

(ii.2.ii) Minimum player load (PL Min): the sprint in which the athlete supports the lowest player load over the 14-m distance.

(ii.2.iii) player load difference (PL Dif): the variable that calculates the difference between the sprints that represent the highest and lowest player load.

(iii) Objective external load kinematic variables related to accelerometry: they analyze the external load that the player supports during the execution time, taking accelerometry into account.

(iii.1) Step time: the time that the athlete takes to perform a step in the RSA test run. It is composed of the phase of contact with the floor and the flight phase (expressed in milliseconds).

(iii.2) Contact time: the time that the athlete is in contact with the floor and the foot is supported in the run (expressed in milliseconds).

(iii.3) Flight time: the time that the athlete is in the flight phase of the run (expressed in milliseconds).

(iii.4) Average acceleration (G) (Acc Avg): the average value of the accelerations performed by the athlete during the sprint.

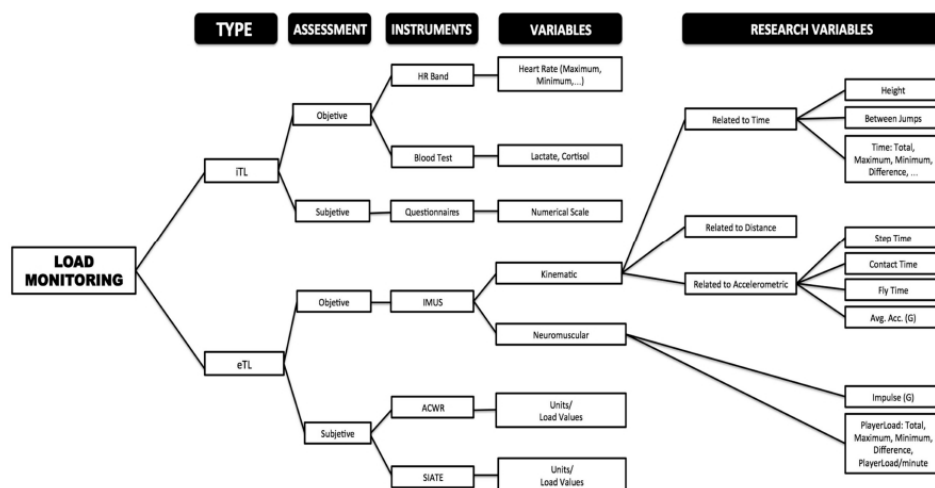


Figure 1. Graphic representation of the variables analyzed according to the type of requirements.

#### 2.4. Performance Test

Three validated tests were carried out to evaluate the explosive strength and tolerance to lower body fatigue that are part of the SBAFIT test battery [3]: the Abalakov test, the multi-jump test and the repeat sprint ability test (RSA test) ( $5 \times 14$  m). These tests were selected because they have been designed for the sport of basketball in particular or because they can specifically assess the skills proposed. Therefore, the order was as follows: first Abalakov test, second multi-jump test, and third repeat sprint ability test (RSA test).

- Abalakov test (ABK) [36]: it consists of a test of maximum lower body strength in which the athlete performs a counter-movement jump with the help of the arms. Each athlete makes three attempts separated by recovery time so that they are not affected by fatigue [3]. Out of the three attempts, the highest jump is selected for analysis. The test was evaluated with the following variables: (i) time; (ii) height; (iii) impulse (G).
- Multi-jump test (MJ) [3]: it consists of a test that assesses the tolerance to fatigue of the lower body. To do this, the player starts on a box with a height of 50 cm. The player jumps down from the box and makes five maximum jumps in a row using the arm swing. The variables analyzed in this test were time, height, imposed (g), and between jumps (from jump 2 to 5) of each jump. The test was evaluated with the following variables: (i) time; (ii) height; (iii) impulse (G); (iv) between jumps.
- Sprint test RSA ( $5 \times 14$  m) [37]: it consists of a test that assesses sprint speed and tolerance to repeated maximum efforts with incomplete rest. In this test, the athlete performs five sprints in which they must cover 14 m (from the baseline of the basketball court to the midfield line) in the shortest possible time and trying to record the smallest possible difference between repetitions. At the end of each sprint, the player has an active recovery of 30 s. The test was evaluated with the following variables: (i) time total; (ii) time average; (iii) time maximum; (iv) time minimum; (v) time differences; (vi) player load, (vii) player load/minute; (viii) player load maximum; (ix) player load minimum; (x) player load differences; (xi) step time; (xii) contact time; (xiii) flight time; (xiv) average acceleration (G).

#### 2.5. Equipment

To record the kinematic objective external load variables related to distance and neuromuscular objective external load variables, each player was equipped with an inertial device model WIMU PRO™ (RealTrack Systems, Almería, Spain), which was fitted using an anatomically adapted harness to every player in the interscapular region. In addition, ChronoJump photoelectric cells (Bosco System, Barcelona, Spain) were used for the kinematic variables related to time. After recording, the data from the inertial devices were analyzed using SPRO™ software (RealTrack Systems, Almería, Spain). The WIMU PRO™ device has been used in this research due to its high validity and precision in the quantification of the analyzed variables [38].

#### 2.6. Procedure

First, the clubs and the coaches were contacted to inform them about the project to be carried out. Then, the free moments which each team had in the days prior to participating in the national championship were selected (each category has a different date). The choice of that moment of absence from the competition was selected so that the athletes were in the best physical condition possible. In addition, participants were advised not to engage in any strenuous activity that could alter the results in the 72 h prior to conducting the tests. After the data collection from each team, a dossier was made for the coach with the information from the tests in order to provide greater knowledge about the physical condition of the athletes. To do the tests, the protocol described in the SBAFIT test battery [3] was carried out. Finally, all the study participants carried out a familiarization session with the material to be used in the measurement and were given information on the tests in order to have prior contact with the protocol and equipment so that would not affect the final result of the assessments.

### 2.7. Statistical Analysis

First, performance profiles were made based on age and sex. Next, a descriptive analysis of the quantitative variables ( $M \pm SD$ ) was carried out. Then, criteria assumption tests were performed to determine whether the data were distributed normally [39]. In this case, the results obtained presented a normal distribution, so parametric tests were carried out to contrast the hypothesis. Then, to make the profiles, the values shown were represented through Z-Scores. The purpose of the Z-Scores is to standardize a value so that it represents the number of standard deviations the value is above the mean [26,40]. To identify the significant differences between ages and sex, a MANOVA test with two fixed factors (age and sex) was performed with a post hoc Bonferroni test [41]. Furthermore, the effect size was calculated for MANOVA using partial eta squared ( $\eta^2$ ) as low effect (0.01–0.06), moderate effect (0.06–0.14) and high effect ( $>0.14$ ) [42]. SPSS 24.0 software (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) was used for the statistical analysis. The significance was established at  $p < 0.05$  [39].

### 3. Results

Table 1 shows the descriptive results grouped by age and sex revealing differences. In men players, as the player grows, the results improve (in the RSA test, the time decreases and in the jumping tests, it increases). In women players, unlike men players, the worst results in the RSA test are found in U18 players. In the jumping tests, women players showed a similar evolution to that obtained by men players, but the values were lower.

Figure 2 shows the normalized results obtained through the Z-Score grouped according to age and sex in the Abalakov test and the multi-jump test. It was observed that, both in the men and women, as the age of the players increased, the circumference of the profile was greater. This means that as the Z-Score visually shows the represented value that the standard deviation is above the mean. In this case, the larger the graph, the better results obtained by the athletes. Regarding the differences between sexes, men players obtained better results at all ages than women players in the variables analyzed.

Figure 3 shows the normalized RSA test results grouped by age and sex. As in Figure 1, the results are represented through the Z-score. The results show a positive evolution regarding age; the older the age, the better the results. In the RSA test, the best results represent a smaller circumference since they are due in part to variables related to time and the shorter the sprint duration, the faster the player. Regarding gender, men players showed better results than women players of all ages.

Table 2 shows the results of the differences according to age and sex. Regarding age, significant differences were found in most of the variables analyzed. Furthermore, the differences among age groups are revealed by the Bonferroni Post Hoc. In relation to the effect size calculated with Cohen's  $d$ , most of the variables are smaller than moderate in size. However, in variables with a very large size, one of the ages is U18. These results affirm that the U18 players are the ones with the greatest differences from the rest of the players. Regarding sex, significant differences are observed in most variables except those belonging to the multi-jump test. The effect size obtained in most of the variables is moderate or low, although some variables of the RSA test stand out with very high values. These variables that present higher values confirm the difference between sexes in the speed test. Based on the results, a larger effect size was found in the variables based on age than on sex.

Table 1. Descriptive results of the analyzed variables grouped by age and sex.

Performance Test	Variable	U14 Men		U14 Women		U16 Men		U16 Women		U18 Men		U18 Women	
		Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
Repeat sprint ability (RSA)	Time total	14.13	1.08	13.83	0.64	13.58	1.81	14.12	0.95	13.27	0.83	14.98	0.73
	Time avg.	2.82	0.22	2.77	0.13	2.60	0.36	2.82	0.19	2.65	0.17	2.99	0.15
	Time max.	3.04	0.25	2.91	0.13	3.05	0.44	3.03	0.20	2.86	0.20	3.17	0.28
	Time min.	2.60	0.29	2.60	0.12	2.56	0.28	2.61	0.18	2.48	0.18	3.70	0.16
	Time dif.	0.44	0.27	0.31	0.14	0.49	0.25	0.42	0.16	0.38	0.18	0.47	0.19
	PL	1.42	1.02	0.95	0.25	1.70	1.72	0.97	0.61	1.22	0.26	1.67	0.27
	PL/min.	4.84	1.08	4.15	1.11	5.73	1.27	4.14	0.39	5.65	1.14	4.41	0.69
	PL max.	0.50	0.98	0.21	0.15	0.66	1.67	0.21	0.15	0.28	0.06	0.37	0.05
	PL min.	0.21	0.06	0.18	0.08	0.23	0.05	0.18	0.11	0.20	0.07	0.30	0.06
	PL dif.	0.29	1.01	0.34	0.16	0.43	0.66	0.32	0.16	0.81	0.58	0.69	0.36
Step time	283.91	11.35	282.59	10.92	266.39	21.13	290.77	46.61	266.92	16.28	272.47	18.91	
Contact time	204.34	14.50	197.00	14.13	194.95	13.82	223.11	35.41	190.37	14.86	193.60	14.69	
Flight time	79.56	7.58	84.86	7.86	71.43	10.21	67.66	15.33	76.40	12.82	78.86	10.20	
Acc (G)	2.38	0.38	1.97	0.31	2.93	0.50	1.89	0.40	2.97	0.56	2.35	0.27	
Abalakov	Time (ms)	512.95	51.46	454.50	35.40	540.54	67.07	472.95	72.70	551.49	86.03	518.17	47.48
	Height (cm)	32.64	6.36	25.47	3.97	36.37	8.84	28.04	8.65	38.18	11.34	33.19	5.90
	Impulse (G)	2.73	1.63	2.31	1.30	2.95	1.06	2.08	0.61	3.26	1.35	2.09	0.49
Multi-jump	Time	459.80	47.77	404.88	34.15	484.00	50.19	475.05	46.04	488.00	53.55	469.38	49.85
	Height	26.41	5.79	20.67	4.27	29.39	5.95	28.13	5.38	29.92	6.62	29.00	5.31
	Impulse (G)	3.24	1.05	3.19	2.04	3.13	0.96	3.04	0.71	4.06	0.67	3.46	0.78
	Between jump	535.50	97.43	464.72	81.42	572.71	122.00	370.12	122.74	518.00	81.21	441.52	83.79

Time max.: maximum time in the sprint (slowest sprint); Time min.: minimum time in the sprint (fastest sprint); Time dif.: difference between the fastest and the slowest sprint; PL max.: maximum player load in a sprint; PL min.: minimum player load in a sprint; PL dif.: difference between the maximum and minimum player load; Step time: total time of contact time and flight time; Contact time: contact time on the floor; Flight time: time in the air; Acc avg step (G): average acceleration during the sprint (measured in G-force); Time jump: duration of the jump; Height: maximum height reached in the jump; Impulse (G): impulse performed (measured in G-force); Between jumps: time between jump and jump (contact time on the floor).

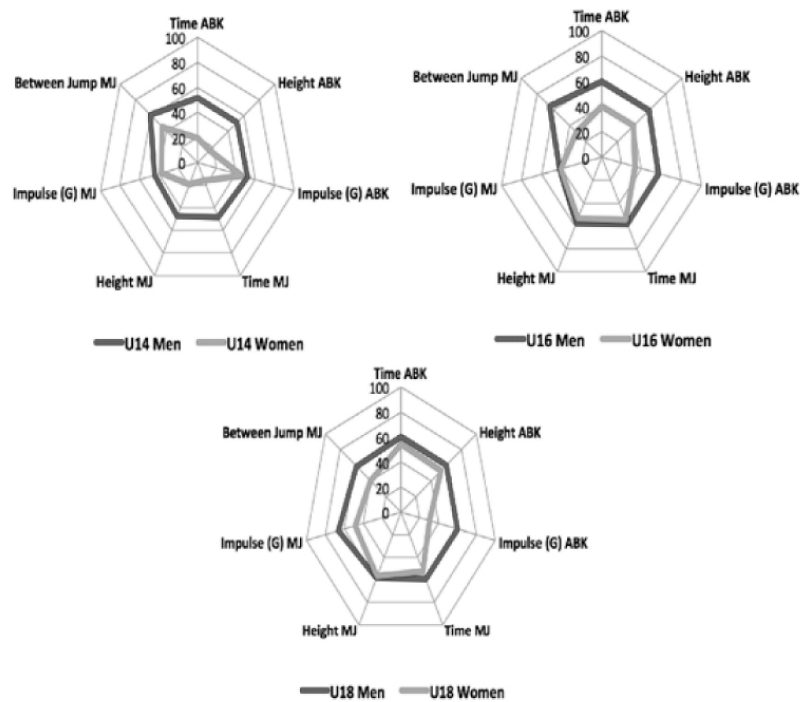


Figure 2. Profiles of performance of the Abalakov (ABK) test and multi-jump (MJ) according to sex and age.

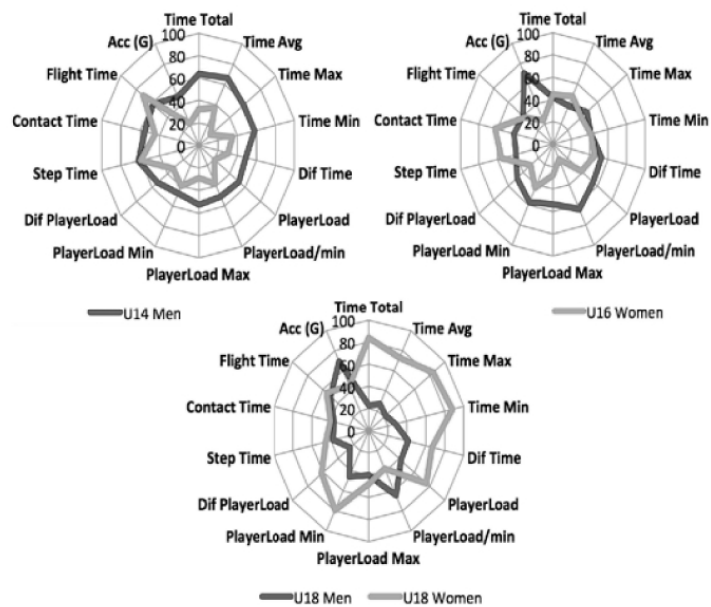


Figure 3. Profiles of performance of RSA test according to sex and age.

Table 2. Results of the differences according to age and sex of the analyzed variables.

Performance Test	Variable	Age			Sex		Age*Sex	
		Sig.	Eta	Post Hoc	Sig.	Eta	Sig.	Eta
RSA Test	Time total	<0.001 *	0.762	U14-U18	<0.001 *	0.488	<0.001 *	0.452
	Time avg	<0.001 *	0.715	U14-U16	<0.001 *	0.565	<0.001 *	0.681
	Time max	<0.001 *	0.659	U14-U16; U16-U18	<0.001 *	0.009	<0.001 *	0.787
	Time min	<0.001 *	0.688	U14-U16; U14-U18	<0.001 *	0.446	<0.001 *	0.792
	Time dif	0.002 *	0.089		0.292	0.002	<0.001 *	0.175
	Player load	0.391	0.218		0.446	0.012	0.216	0.012
	Player load/min	0.023 *	0.117	U14-U16; U16-U18	<0.001 *	0.001	0.387	0.151
	Player load max	0.48 *	0.011		0.203	0.013	0.188	0.025
	Player load min	<0.001 *	0.221	U14-U16; U16-U18	0.761	0.044	<0.001 *	0.326
	Player load dif	0.465	0.012		0.193	0.048	0.375	0.015
	Step time	0.014 *	0.063	U14-U18	0.016 *	0.004	0.029	0.053
	Contact time	<0.001 *	0.127	U16-U18	0.011 *	0.421	<0.001 *	0.131
	Flight time	<0.001 *	0.184	U14-U16; U16-U18	0.481	0.128	0.152	0.029
	Acc avg step (G)	<0.001 *	0.200	U14-U16; U14-U18	<0.001 *	0.132	0.002 *	0.089
ABK Test	Time	<0.001 *	0.132	U14-U18	<0.001 *	0.001	0.894	0.002
	Height	<0.001 *	0.138	U14-U18	<0.001 *	0.069	0.985	0.000
	Impulse (G)	0.019 *	0.059		0.693	0.060	0.001 *	0.099
MJ Test	Time	<0.001 *	0.231	U14-U16; U14-U18	0.002 *	0.002	0.045 *	0.047
	Height	<0.001 *	0.219	U14-U16; U14-U18	0.005 *	0.259	0.104	0.034
	Impulse (G) Between jumps	0.018 * 0.184	0.060 0.026	U14-U18	0.607 <0.001 *	0.156 0.219	0.003 * 0.002 *	0.084 0.090

\*:  $p < 0.05$ ; ABK Test: Abalakov test; MJ test: multi-jump test; Time Total: total time of 5 sprints; Time avg: average sprint time; Time max: maximum sprint time; Time min: minimum sprint time; Time dif: difference between the fastest and the slowest sprint; player load/min: player load per minute; PL max: maximum player load in a sprint; PL min: minimum player load in a sprint; PL dif: difference between the maximum and minimum player load; Step time: total time of contact time and flight time; Contact time: contact time on the floor; Flight time: time in the air; Acc Avg step (G): average acceleration during the sprint (measured in G-force); Time jump: duration of the jump; Height: maximum height reached in the jump; impulse (G): impulse performed (measured in G-force); Between jumps: time between jump and jump (contact time on the floor).

#### 4. Discussion

The objectives of this study were to describe the physical–physiological demands that players faced in different physical fitness tests related to maximum lower body strength and speed to analyze the differences in the selected variables. The main findings of the research show significant differences related to the improvements shown with increasing age, and according to sex, where men players obtain better results in tests than women players. Regarding the relationship of variables, the results reaffirm those existing in the literature showing a relationship between the different variables of speed and lower body strength tests that assess physical fitness [10,13,43]. This research brings new knowledge to the field of training since most research on the assessment of physical fitness is carried out in senior [44] or national teams [45]. There are differences between the results of amateur teams with regard to those obtained in this research by players in formative categories, forcing the coaches or physical trainers to make different adaptations according to the results that affect several principles of training [46]. In this research, the selected sample was made up of athletes from different training categories. In addition, another novel aspect is the inclusion of a reactive strength test in the lower body. For these reasons, the

comprehensive assessment of physical fitness in training categories is so important in the development of performance at an early age. These results show a specific profile for each age and sex.

#### *4.1. Speed Test (RSA Test)*

The results obtained in the speed test (5 × 14 m) showed significant differences based on age and sex. Regarding the kinematic variables related to the sprint execution time, it was observed that it varies depending on the age. Older players covered the distance in less time since their intensity is greater. Coinciding with these findings [21], different distinguished aspects of physical fitness and evolutionary development. Along these lines, the development of anaerobic capacity is related to the physical development of the athlete [47]. This evolutionary process of the athlete influences the development of strength in a limiting way due to its relationship with puberty that causes changes in the size and cross-sectional area of the muscle, affecting muscle contraction and, therefore, the application of strength [48]. These findings confirm that the physical and physiological differences among players must be taken into account to individualize the training process since their responses will be different in the face of the same stimulus. Regarding the variables analyzed according to sex, the obtained results showed significant differences in most variables, with differences between sexes in sprint speed and acceleration capacity, the cause being that strength production is determined by the athlete's sex. Furthermore, biologically, men players have a greater amount of type II fibers and recruit them to a greater extent. These differences confirm that the production of strength is influenced by the sex of the athlete, and it is common for men players to have a greater number of type II fibers. This morphological difference is a determining factor in the production of strength and power [17,49]. In line with the aforementioned statements and the importance of speed in performance in basketball, ref. [50] confirmed that linear speed is an important parameter in the development of performance in women players, not being so decisive in men players. These differences in physical abilities related to sports performance mean that sports have different characteristics depending on the sex of the athletes.

The relativized neuromuscular load per minute that players endure varies depending on the age. Like the previous variables, due to puberty, older players present higher strength values, and therefore their performance in these tests is higher [48]. These differences are only reflected between sexes at a maximum load; that is, men generate more load than women due to their genetic differences. One of the most important factors in the difference between sexes is linked to body size, in which women have a lower center of mass (smaller body size and smaller limb size) than men, implying lower load strength in the midfoot [51] and greater hip adduction angles [10]. Therefore, the gravitational forces that they support are different. These gravitational forces can be affected not only by sex or the angles of the hips but also by maturational development as puberty causes an increase in weight in the athlete (regardless of sex), and therefore, it affects the load supported.

Finally, in the kinematic variables related to accelerometry, the results obtained showed significant differences in all the variables analyzed according to age. The differences revealed the development and evolution of the cycle of running steps as the athlete develops. In addition, older players also tend to have larger limbs that affect the final sprint result [21]. Regarding the cycle of steps of athletes, the differences among ages are directly related to the development of strength [37]. This variation in strength affects the final result since, in order to apply an equal or greater strength, they use less time and are more efficient, achieving a higher speed of movement. As for the differences between sexes, these variables are directly related to the production of maximum strength and power to obtain greater acceleration. Furthermore, ref. [52] stated that the players of both sexes, when training at maximum performance, show innate differences due to the elastic properties of the muscle. These differences have a direct impact on strength production and power transfer. The results obtained show that men athletes have a different evolution in sprinting ability than



women athletes. These differences in evolution affect the planning of the training sessions and the specific work on this ability, which must be individualized based on sex and age.

#### 4.2. Lower Body Strength Test (Maximum Strength and Reactive Strength)

In the lower body strength tests performed (Abalakov and multi-jump test), the results obtained show significant differences in both tests depending on age, except for the variable between jumps of the multi-jump test, while significant differences based on the sex of the participants only occurred in the Abalakov test.

Regarding the results of the Abalakov test, they showed differences in all the variables analyzed depending on age. These results coincide with those found in the literature, which confirm the importance of maturational development in the production of maximum strength [53]. As in the RSA test, the evolutionary development and sex of the athlete are of great importance in terms of maximal strength value [54]. The differences between sexes are more evident since the contractile capacity of the muscle to generate maximum strength is higher than to perform a power exercise [55].

In the multi-jump test, significant differences among game categories are found in all the analyzed variables due to the development in puberty of strength production factors [28] except for the variable between jumps, which does not present significant differences among ages. These results may be due to the fact that this variable is related not only to the ability to generate the greatest possible strength in the shortest time but also to the fact that coordination affects execution. On the other hand, no significant differences were found in this test, according to sex. This finding may be because the energy production of a multi-jump test (short application time) requires specific training that the analyzed players do not perform. Ref. [56] stated in their research that sex differences are markedly reduced when subjects are not trained. This statement coincides with the findings that mention the need to perform specific tasks in training to work on lower body reactive strength.

The research has the following limitations. Regarding the sample, the participants were players in a formative period who had a high level of physical fitness to be able to compete in the national championships of each age and sex. Their results may be similar to those of players of the same ages, although their competitive level may condition the result. Data are offered closer to the reality of the sport of the formative period teams. Moreover, this research that analyses the ability to generate strength in the lower body and power in movement speed did not take into account the maturational age of the players, the years of experience or the athlete's fat-free weight. Only the chronological age was taken into account.

## 5. Conclusions

Specific profiles of physical fitness in young players were identified related to the maximum strength of the lower body and their speed of movement. The results of this research provide new knowledge about the evolution of these abilities according to age and sex. The most important findings show that there is an improvement in skills linked to the athlete's maturational development. Regarding the results based on sex, men players obtain better values than women players (regardless of age). These differences are because the skills analyzed in this research are related to strength, which, in turn, is influenced by maturational development and sex. The results of these variables provide the field of training with knowledge to individualize the training process based on age or sex to improve the athlete's physical performance. The reactive strength of young basketball players is not conditioned by sex. The evaluators can select the variables to be used in the evaluation of the physical fitness of the basketball players according to the material resources available (inertial devices, photoelectric cells, etc.). On this occasion, the use of the latest generation of inertial devices facilitated the collection of data, as well as the quantity and quality of the information obtained.

The practical applications of this research are as follows: (i) Older players should work on strength in specific sessions for improvement, while younger players should prioritize strength application exercises. (ii) Work on improving strength levels in specific sessions is not recommended for players who have not undergone the changes of puberty. Regarding the ratio of time and intensity of work and recovery time, older and men players must train these abilities with lower ratios (less rest time), while younger or women players should use higher ratios at work on these abilities (longer rest time per unit of work). (iii) The study brings practical knowledge to the field of training in a developing evolutionary population. Therefore, to improve jump height in this test, not only is lower body strength training necessary but also, specific and coordinative training must be carried out to improve this action.

By jointly analyzing all the contributions identified in the different tests, our results have shown that there is a greater influence on the physical performance of athletes from their maturational state than because of their sex. This evidence was revealed by Ramos when he identified the influence of maturational development on the performance of young basketball players. The differences found between players of different sexes in the same age range are not as relevant as those found with regard to age, as there are age ranges where the difference in performance is not so evident (before puberty).

**Author Contributions:** Conceptualization, D.M.-T., J.M.G., and S.J.I.; methodology, D.M.-T., J.M.G., and J.G.-R.; software, D.M.-T.; validation, D.M.-T., S.J.I., and J.G.-R.; formal analysis, D.M.-T., J.M.G., and S.J.I.; investigation, D.M.-T. and J.G.-R.; resources, S.J.I.; data curation, D.M.-T., S.J.I. and J.G.-R.; writing—original draft preparation, D.M.-T. and J.M.G.; writing—review and editing, S.J.I. and J.G.-R.; visualization, D.M.-T., S.J.I., J.M.G., and J.G.-R.; supervision, S.J.I.; project administration, S.J.I.; funding acquisition, S.J.I., D.M.-T., J.M.G., and J.G.-R. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

**Funding:** This research was partially subsidized by the Assistance to Research Groups (GR18170) from the Regional Government of Extremadura (Department of Economy and Infrastructure); with the contribution of the European Union through FEDER and for the financial aid for predoctoral students granted by the University of Extremadura through its own research plan.

**Institutional Review Board Statement:** The study was conducted according to the guidelines of the Declaration of Helsinki, and approved by Ethics Committee of University of Extremadura (233/2019).

**Informed Consent Statement:** Informed consent was obtained from all subjects involved in the study.

**Data Availability Statement:** The data presented in this study are available on request from the corresponding author. The data are not publicly available due to the participants in this research are minors and that Organic Law 3/2018, of 5 December, on the Protection of Personal Data and Guarantee of Digital Rights of the Government of Spain requires this information is in custody.

**Acknowledgments:** The authors thank clubs, coaches and players for their participation and availability during the research.

**Conflicts of Interest:** The authors declare no conflict of interest.

## References

1. Erčulj, F.; Blas, M.; Bračić, M. Physical Demands on Young Elite European Female Basketball Players with Special Reference to Speed, Agility, Explosive Strength, and Take-off Power. *J. Strength Cond. Res.* **2010**, *24*, 2970–2978. [CrossRef] [PubMed]
2. Delextrat, A.; Badiella, A.; Saavedra, V.; Matthew, D.; Schelling, X.; Torres-Ronda, L. Match activity demands of elite Spanish female basketball players by playing position. *Int. J. Perform. Anal. Sport* **2015**, *15*, 687–703. [CrossRef]
3. Mancha-Triguero, D.; García-Rubio, J.; Ibáñez, S.J. Batería de test de campo para evaluar la condición física de jugadores de baloncesto: SBAFIT. E-Bm. *J. Sci. Sport* **2019**, *15*, 107–126.
4. Korkmaz, C.; Karahan, M. A comparative study on the physical fitness and performance of male basketball players in different divisions. *J. Phys. Educ. Sport* **2012**, *6*, 16–23.
5. Delextrat, A.; Cohen, D. Strength, Power, Speed, and Agility of Women Basketball Players According to Playing Position. *J. Strength Cond. Res.* **2009**, *23*, 1974–1981. [CrossRef]

6. Padulo, J.; Bragazzi, N.L.; Nikolaidis, P.T.; Iacono, A.D.; Attene, G.; Pizzolato, F.; Pupo, J.D.; Zagatto, A.M.; Oggianu, M.; Migliaccio, G.M. Repeated Sprint Ability in Young Basketball Players: Multi-direction vs. One-Change of Direction (Part 1). *Front. Physiol.* **2016**, *7*, 133. [CrossRef]
7. Castagna, C.; Manzi, V.; Impellizzeri, F.; Chaouachi, A.; Ben Abdelkrim, N.; Ditroilo, M. Validity of an On-Court Lactate Threshold Test in Young Basketball Players. *J. Strength Cond. Res.* **2010**, *24*, 2434–2439. [CrossRef]
8. Ibáñez, S.J.; Sampaio, J.; Feu, S.; Calvo, A.L.; Gómez, M.A.; Ortega, E. Basketball game-related statistics that discriminate between teams' season-long success. *Eur. J. Sport Sci.* **2008**, *8*, 369–372. [CrossRef]
9. Özkan, S.R.; Göktepe, A.M. The relationship between anaerobic performances, muscle strength, hamstring/quadriceps ratio, agility, sprint ability and vertical jump in professional basketball players. *J. Phys. Educ. Sport* **2016**, *10*, 164–173.
10. Alemdaroglu, U. The Relationship between Muscle Strength, Anaerobic Performance, Agility, Sprint Ability and Vertical Jump Performance in Professional Basketball Players. *J. Hum. Kinet.* **2012**, *31*, 149–158. [CrossRef]
11. Ziv, G.; Lidor, R. Vertical jump in female and male basketball players—A review of observational and experimental studies. *J. Sci. Med. Sport* **2010**, *13*, 332–339. [CrossRef] [PubMed]
12. Sheppard, J.M.; Young, W.B. Agility literature review: Classifications, training and testing. *J. Sports Sci.* **2006**, *24*, 919–932. [CrossRef] [PubMed]
13. Balsalobre-Fernández, C.; Tejero-González, C.M.; del Campo-Vecino, J.; Bachero-Mena, B.; Sánchez-Martínez, J. Relationships among repeated sprint ability, vertical jump performance and upper-body strength in professional basketball players. *Arch. Med. Deporte* **2014**, *31*, 148–153.
14. Boyd, L.J.; Ball, K.; Aughey, R.J. Quantifying External Load in Australian Football Matches and Training Using Accelerometers. *Int. J. Sports Physiol. Perform.* **2013**, *8*, 44–51. [CrossRef] [PubMed]
15. Gonzalo-Skok, O.; Serna, J.; Rhea, M.R.; Marin, P.J. Relationships between functional movement tests and performance tests in young elite male basketball players. *Int. J. Sports Phys. Ther.* **2015**, *10*, 628–638. [PubMed]
16. Haizlip, K.M.; Harrison, B.C.; Leinwand, L.A. Sex-Based Differences in Skeletal Muscle Kinetics and Fiber-Type Composition. *Physiology* **2015**, *30*, 30–39. [CrossRef] [PubMed]
17. Rice, P.E.; Goodman, C.L.; Capps, C.R.; Triplett, N.T.; Erickson, T.M.; McBride, J.M. Force—And power—Time curve comparison during jumping between strength-matched male and female basketball players. *Eur. J. Sport Sci.* **2016**, *17*, 1–8. [CrossRef]
18. Oh, S.L.; Yoon, S.H.; Lim, J.Y. Age- and sex-related differences in myosin heavy chain isoforms and muscle strength, function, and quality: A cross sectional study. *J. Exerc. Nutr. Biochem.* **2018**, *22*, 43–50. [CrossRef]
19. Bottinelli, R.; Canepari, M.; Pellegrino, M.A.; Reggiani, C. Force-velocity properties of human skeletal muscle fibres: Myosin heavy chain isoform and temperature dependence. *J. Physiol.* **1996**, *495*, 573–586. [CrossRef]
20. Wu, R.; Delahunt, E.; Ditroilo, M.; Lowery, M.; De Vito, G. Effects of age and sex on neuromuscular-mechanical determinants of muscle strength. *AGE* **2016**, *38*, 1–12. [CrossRef]
21. Ramos, S.; Volossovitch, A.; Ferreira, A.P.; Fragoso, I.; Massuça, L. Differences in maturity, morphological and physical attributes between players selected to the primary and secondary teams of a Portuguese Basketball elite academy. *J. Sports Sci.* **2019**, *37*, 1681–1689. [CrossRef] [PubMed]
22. Buchanan, P.A.; Vardaxis, V.G. Sex-Related and Age-Related Differences in Knee Strength of Basketball Players Ages 11–17 Years. *J. Athl. Train.* **2003**, *38*, 231–237.
23. Butterworth, A.D.; O'Donoghue, P.; Cropley, B. Performance profiling in sports coaching: A review. *Int. J. Perform. Anal. Sport* **2013**, *13*, 572–593. [CrossRef]
24. Liu, H.; Gómez, M.A.; Lago-Peñas, C. Match performance profiles of goalkeepers of elite football teams. *Int. J. Sports Sci. Coa* **2015**, *10*, 669–682. [CrossRef]
25. Zhang, S.; Lorenzo, A.; Gómez-Ruano, M.Á.; Liu, H.; Gonçalves, B.; Sampaio, J. Players' technical and physical performance profiles and game-to-game variation in NBA. *Int. J. Perform. Anal. Sport* **2017**, *17*, 466–483. [CrossRef]
26. Cui, Y.; Gómez, M.Á.; Gonçalves, B.; Sampaio, J. Performance profiles of professional female tennis players in grand slams. *PLoS ONE* **2018**, *13*, e0200591. [CrossRef] [PubMed]
27. Jara, D.; Ortega-Toro, E.; Gómez-Ruano, M.A.; Weigelt, M.; Nikolic, B.; De Baranda, P.S. Physical and Tactical Demands of the Goalkeeper in Football in Different Small-Sided Games. *Sensors* **2019**, *19*, 3605. [CrossRef]
28. Yi, Q.; Gómez-Ruano, M.A.; Liu, H.; Zhang, S.; Gao, B.; Wunderlich, F.; Memmert, D. Evaluation of the Technical Performance of Football Players in the UEFA Champions League. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2020**, *17*, 604. [CrossRef]
29. Mancha-Triguero, D.; García-Rubio, J.; Antúnez, A.; Ibáñez, S.J. Physical and Physiological Profiles of Aerobic and Anaerobic Capacities in Young Basketball Players. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2020**, *17*, 1409. [CrossRef]
30. García-Ceberino, J.M.; Antúnez, A.; Feu, S.; Ibáñez, S.J. Quantification of Internal and External Load in School Football According to Gender and Teaching Methodology. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2020**, *17*, 344. [CrossRef]
31. Lago-Peñas, C.; Lorenzo-Calvo, A.; Cárdenas, D.; Alarcón, F.; Ureña, A.; Fuentes-Guerra, F.J.G.; Gómez-Ruano, M.A.; Fradua, L.; Sainz de Baranda-Andújar, P.; Ibáñez, S.J.; et al. La creación de conocimiento en los deportes de equipo. Sobre el tamaño de la muestra y la generalización de los resultados. *J. Uni. Mov. Perform.* **2020**, *1*, 7–8.
32. Ibáñez, S.J.; Antúnez, A.; Pino-Ortega, J.; García-Rubio, J. Control del entrenamiento mediante el empleo de tecnologías en tiempo real en balonmano. In *Avances Científicos Para el Aprendizaje y Desarrollo del Balonmano*, 1st ed.; Feu, S., García-Rubio, J., Ibáñez, S.J., Eds.; Universidad de Extremadura: Cáceres, Spain, 2018; pp. 167–192.

33. Román, M.R.; García-Rubio, J.; Feu, S.; Ibáñez, S.J. Training and Competition Load Monitoring and Analysis of Women's Amateur Basketball by Playing Position: Approach Study. *Front. Psychol.* **2019**, *9*, 2689. [CrossRef] [PubMed]
34. Román, M.R.; García-Rubio, J.; Ibáñez, S.J. Activity Demands and Speed Profile of Young Female Basketball Players Using Ultra-Wide Band Technology. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2020**, *17*, 1477. [CrossRef]
35. Reche-Soto, P.; Cardona-Nieto, D.; Diaz-Suarez, A.; Bastida-Castillo, A.; Gomez-Carmona, C.; Garcia-Rubio, J.; Pino-Ortega, J. Player Load and Metabolic Power Dynamics as Load Quantifiers in Soccer. *J. Hum. Kinet.* **2019**, *69*, 259–269. [CrossRef] [PubMed]
36. Bosco, C. *La Valoración de la Fuerza con el Test de Bosco*; Paidotribo: Barcelona, Spain, 1994; pp. 35–138.
37. Castagna, C.; Abt, G.; Manzi, V.; Annino, G.; Padua, E.; D'ottavio, S. Effect of Recovery Mode on Repeated Sprint Ability in Young Basketball Players. *J. Strength Cond. Res.* **2008**, *22*, 923–929. [CrossRef]
38. Pino-Ortega, J.; García-Rubio, J.; Ibáñez, S.J. Validity and reliability of the WIMU inertial device for the assessment of the vertical jump. *Peer J.* **2018**, *6*, e4709. [CrossRef]
39. Field, A. *Discovering Statistics Using SPSS*; Sage: London, UK, 2009.
40. O'Donoghue, P. *Statistics for Sport and Exercise Studies: An Introduction*; Routledge: London, UK, 2013.
41. Newell, J.; Aitchison, T.; Grant, S. *Statistics for Sports and Exercise Science: A Practical Approach*; Routledge: New York, NY, USA, 2014.
42. Hopkins, W.G.; Marshall, S.W.; Batterham, A.M.; Hanin, J. Progressive Statistics for Studies in Sports Medicine and Exercise Science. *Med. Sci. Sports Exerc.* **2009**, *41*, 3–13. [CrossRef]
43. Chaouachi, A.; Brughelli, M.; Chamari, K.; Levin, G.T.; Ben Abdelkrim, N.; Laurencelle, L.; Castagna, C. Lower Limb Maximal Dynamic Strength and Agility Determinants in Elite Basketball Players. *J. Strength Cond. Res.* **2009**, *23*, 1570–1577. [CrossRef]
44. Doma, K.; Leicht, A.; Sinclair, W.; Schumann, M.; Damas, F.; Burt, D.; Woods, C. Impact of Exercise-Induced Muscle Damage on Performance Test Outcomes in Elite Female Basketball Players. *J. Strength Cond. Res.* **2018**, *32*, 1731–1738. [CrossRef]
45. Štrumbelj, B.; Vučković, G.; Jakovljević, S.; Milanović, Z.; James, N.; Erčulj, F. Graded Shuttle Run Performance by Playing Positions in Elite Female Basketball. *J. Strength Cond. Res.* **2015**, *29*, 793–799. [CrossRef]
46. Bompa, T.O. *Periodización del Entrenamiento Deportivo*; Editorial Paidotribo: Barcelona, Spain, 2006.
47. Jakovljevic, S.T.; Karalejic, M.S.; Pajic, Z.B.; Macura, M.M.; Erculj, F.F. Speed and Agility of 12- and 14-Year-Old Elite Male Basketball Players. *J. Strength Cond. Res.* **2012**, *26*, 2453–2459. [CrossRef] [PubMed]
48. İşler, A.K.; Arıburun, B.; Ali, A.; Aytaç, A.; Tandogan, R. The relationship between anaerobic performance, muscle strength and sprint ability in American football players. *Isokinet. Exerc. Sci.* **2008**, *16*, 87–92. [CrossRef]
49. Sekulic, D.; Spasic, M.; Mirkov, D.; Cavar, M.; Sattler, T. Gender-Specific Influences of Balance, Speed, and Power on Agility Performance. *J. Strength Cond. Res.* **2013**, *27*, 802–811. [CrossRef] [PubMed]
50. Haj-Sassi, R.; Dardouri, W.; Yahmed, M.H.; Gmada, N.; Mahfoudhi, M.E.; Gharbi, Z. Relative and Absolute Reliability of a Modified Agility T-test and Its Relationship with Vertical Jump and Straight Sprint. *J. Strength Cond. Res.* **2009**, *23*, 1644–1651. [CrossRef] [PubMed]
51. Young, W.; Farrow, D. A Review of Agility: Practical Applications for Strength and Conditioning. *Strength Cond. J.* **2006**, *28*, 24. [CrossRef]
52. Raeder, C.; Wiewelhoe, T.; Simola, R.; Álvaro, D.P.; Kellmann, M.; Meyer, T.; Pfeiffer, U.P.D.M.; Ferrauti, A. Assessment of Fatigue and Recovery in Male and Female Athletes After 6 Days of Intensified Strength Training. *J. Strength Cond. Res.* **2016**, *30*, 3412–3427. [CrossRef]
53. Rodríguez-Rosell, D.; Mora-Custodio, R.; Franco-Márquez, F.; Yáñez-García, J.M.; González-Badillo, J.J. Traditional vs. sport-specific vertical jump tests: Reliability, validity, and relationship with the legs strength and sprint performance in adult and teen soccer and basketball players. *J. Strength Cond. Res.* **2017**, *31*, 196–206. [CrossRef]
54. Laffaye, G.; Choukou, M.A.; Benguigui, N.; Padulo, J. Age- and gender-related development of stretch shortening cycle during a sub-maximal hopping task. *Biol. Sport* **2015**, *33*, 29–35.
55. Laffaye, G.; Wagner, P.P.; Tomblason, T.I. Countermovement jump height: Gender and sport-specific differences in the force-time variables. *J. Strength Cond. Res.* **2014**, *28*, 1096–1105. [CrossRef]
56. Hannah, R.; Minshull, C.; Buckthorpe, M.W.; Folland, J.P. Explosive neuromuscular performance of males versus females. *Exp. Physiol.* **2012**, *97*, 618–629. [CrossRef]





## Estudio comparativo de resistencia aeróbica y anaeróbica en jugadores de baloncesto en función de la metodología de entrenamiento

### Comparative study about aerobic and anaerobic endurance for basketball players based on the training methodology

Mancha, D., Ibáñez, S.J., Reina, M. y Antúnez, A.

*Grupo de Optimización del Entrenamiento y Rendimiento Deportivo. Facultad de Ciencias del Deporte. Universidad de Extremadura.*

**Resumen:** El Objetivo de este trabajo es identificar las diferencias en la capacidad aeróbica y anaeróbica de jugadores en período de formación, que son entrenados con metodologías diferentes. Por ello, es necesario conocer como son las demandas fisiológicas y cinemáticas de los entrenamientos.

El diseño de esta investigación se puede enmarcar bajo una estrategia manipulativa, dentro de los estudios de naturaleza empírica de tipo cuasiexperimental donde se busca examinar las diferencias entre grupos, Diseño de Grupos No Equivalentes.

La población del estudio son dos equipos de baloncesto que entrenan bajo diferentes metodologías pero que disponen del mismo tiempo de entrenamiento y material.

En cuanto a los resultados que se obtienen, se encuentran diferencias en la prueba aeróbica y anaeróbica entre los equipos, siendo superior el equipo bajo enfoque comprensivo.

En este caso, se puede afirmar que entrenar bajo una metodología comprensiva provoca mejores resultados tanto en Resistencia Aeróbica como en Anaeróbica.

**Palabras Claves:** Resistencia Aeróbica, Resistencia Anaeróbica, Metodología Tradicional, Metodología Comprensiva, Baloncesto.

**Abstract:** The aim of this investigation is identifying the differences between aerobic and anaerobic capacities in players. They are training with different methodologies. Therefore, it is necessary to know how are the physiological and cinematic request of the trainings.

The design of this investigation can be classified as a manipulative strategy. It is inside of studies about empirical nature of cuasiexperimental type, where you can examine the differences between groups: Design of not equal groups.

The people group of the study are two basketball teams. They train with different methodologies but they have the same time to practise and the same material too.

Regarding the results, there are some differences between aerobic and anaerobic events of the teams. In this way, it is superior the team with comprehensive methodology.

In this case, you can affirm that training with a comprehensive methodology causes the best results as aerobic and anaerobic endurance.

**Keywords:** Aerobic Endurance, Anaerobic Endurance, Comprehensive Methodology, Traditional Methodology, Basketball.

## Introducción

En la actualidad, el baloncesto es considerado uno de los deportes más practicados en el mundo, este hecho ha llevado a la comunidad científica a mostrar su interés a la hora de investigar sobre esta modalidad deportiva. El baloncesto se compone de habilidades técnico-tácticas complejas que tienen una influencia directa en los requerimientos fisiológicos impuestos sobre el jugador durante la competición (Ziv y Lidor, 2009). En la literatura se puede encontrar multitud de estudios que avalan que dicho deporte tiene un carácter híbrido. Esto se debe a que la mayoría del tiempo la energía empleada por los jugadores proviene de la vía aeróbica (Narazaki, Berg, Stergiou y Chen, 2009) y cuya finalidad principal es la de realzar la resíntesis de fosfocreatina y aclaramiento de lactato de la actividad muscular (Castagna, Manzi, Impellizzeri, Chaouachi, Abdelkum, Ditroilo, 2010); aunque al igual que

en otros deportes colectivos, existen acciones puntuales que son de carácter explosivo que dependen de la vía anaeróbica del deportista (Chaouachi, Brugheli, Chamari, Levin, Abdelkrim, Laurencelle, Castagna, 2009). Consecuentemente, para jugar a un alto nivel se necesita tener un nivel óptimo de potencia aeróbica (Abdelkrim, Chaouachi, Chamari, Chtara, Castagna, 2010), potencia anaeróbica (Struzik, Pietraszewski, Zawadzki, 2014) y capacidad aeróbica (Apostolidis, Nassis, Bolatoglou, Geladas, 2004).

Desde el apartado de preparación física, el baloncesto es considerado un deporte intermitente de alta intensidad que requiere principalmente metabolismo anaeróbico (Castagna et al., 2010). Sin embargo, la duración del partido de baloncesto (40 minutos) requiere un alto nivel de metabolismo aeróbico con la finalidad de realzar la resíntesis de fosfocreatina, aclaramiento de lactato de la actividad muscular (Castagna et al., 2010).

Teniendo en cuenta lo anterior y pensando siempre en la mejora del rendimiento de jugadores, se debe plantear tareas de entrenamiento que tengan una transferencia positiva sobre el juego. Por este motivo, es reseñable tener en cuenta los di-

Dirección para correspondencia [Correspondence address]: David Mancha Triguero. Grupo de Optimización del Entrenamiento y Rendimiento Deportivo, Universidad de Extremadura. E-mail: [dmanchat@alumnos.unex.es](mailto:dmanchat@alumnos.unex.es)



ferentes componentes de la carga de competición. A la hora de diseñar tanto la temporada como los entrenamientos que formarán dicho periodo de tiempo, hay que tener en cuenta la intensidad de cada tarea y la duración para así determinar la carga del entrenamiento.

De este modo, la carga del entrenamiento debe de seguir una serie de principios demostrados científicamente (principio de multilateralidad, especificidad, sistematización, incremento progresivo de la carga, continuidad, individualización y variedad entre otros) y que su correcta utilización provocan unos resultados positivos, por ello, *“el proceso de planificación y control del entrenamiento es básico para conocer objetivamente como se realiza el entrenamiento en deportes colectivos”* (Ibáñez, 2008). Por otro lado, Coque (2008, 2009) añade que la cuantificación de la carga total del entrenamiento es una pieza clave, entendida ésta como una suma total de estímulos a los que el jugador se ve sometido durante el proceso de preparación o entrenamiento.

Aun conociendo dicha importancia, *“los jugadores sometidos a importantes cargas de entrenamiento no disponen en muchas ocasiones del control de las mismas, ni del seguimiento, valoración de la adaptación y asimilación que estas provocan en su organismo. En la mayoría de ocasiones por el alto coste económico de los métodos tradicionales para la valoración del esfuerzo”* (Del Campo, Álvarez y Lorenzo, 2008).

En el tema de la planificación, Sánchez (2007) afirma que *“dependiendo del modo en que lo haga, la carga total del entrenamiento será transferible a un partido”*. Se puede conocer a través de la carga interna (Liberal y García-Mas, 2011; Molinero, Salguero y Márquez, 2011) y por otro lado mediante análisis de las escalas subjetivas de Coque (2008, 2009). Dicho proceso y control del entrenamiento es básico para conocer objetivamente cómo se realiza el entrenamiento en deportes colectivos.

En cuanto al modelo de enseñanza que se puede emplear a la hora de organizar y llevar a cabo las sesiones se puede encontrar multitud de corrientes o variantes. En esta investigación está basada en el enfrentamiento entre el modelo de enseñanza más cercano al modelo tradicional, Allison y Thorpe (1997) *“está basado en la habilidad y se caracterizan por la enseñanza de habilidades y técnicas específicas dentro de lecciones altamente estructuradas, con un formato que contiene un calentamiento, la práctica de unas destrezas y un juego final”* y el modelo de enseñanza más próximo al modelo compresiva o alternativo *“juegos deportivos para la comprensión, caracterizados por la conciencia táctica y la toma de decisiones dentro de la estructura de un juego deportivo apropiado, por el uso de juegos modificados y la enseñanza de habilidades cuando son apropiadas y siempre adaptadas a los niveles individuales”* (Doolittle, 1995).

Estudios que comparen la condición física en diferentes deportistas se realizan en función de los puestos específicos y rol del jugador (Sánchez, 2007), del nivel de la liga (Oliveira-Da-Silva, Sedano-Campo & Redondo-Castán, 2013), de la

edad (Binnetoğlu, Babaoğlu, Altun, Kayabey, 2014), del género (Vaquera, Villa, Morante, Renfree, Peters, 2016). Por este motivo, tras la revisión de la literatura no se encuentran estudios específicos que analicen la condición física de los deportistas en función del modelo de enseñanza llevado a cabo en los entrenamientos, por ello, el planteamiento del problema de esta investigación será analizar las diferencias existentes en la condición física en jugadores de baloncesto entrenados bajo dos modelos de enseñanza diferentes.

En cuanto a los objetivos de la investigación encontramos los siguientes:

- A. Analizar el proceso de entrenamiento en el estudio de las Variables Pedagógicas, Variables de Carga Externa y Variables Organizativas.
- B. Identificar que existen dos modelos de enseñanza diferentes utilizados en los entrenamientos analizados. De este objetivo se extrae la siguiente hipótesis:
  - I. El equipo bajo enfoque comprensivo utiliza de manera más ordenadas y eficiente los diferentes entrenamientos en cuanto a las diferentes variables analizadas.
- C. Analizar las diferencias en cuanto a los resultados obtenidos entre ambos equipos en las diferentes pruebas realizadas. De este objetivo se derivan a su vez en dos hipótesis:
  - I. El equipo bajo enfoque comprensivo obtiene mejores resultados en la prueba de Resistencia Aeróbica.
  - II. El equipo bajo enfoque comprensivo obtiene resultados similares al equipo bajo enfoque tradicional en cuanto a la prueba de Resistencia Anaeróbica.

## Método

Para Ato, López y Benavente (2013) el modelo de la investigación se puede enmarcar bajo una estrategia manipulativa, dentro de los estudios de naturaleza empírica de tipo cuasiexperimental donde se busca examinar las diferencias entre grupos, Diseño de grupos no equivalentes.

La muestra de participantes seleccionadas para esta investigación han sido los equipos pertenecen al club San Antonio Cáceres Basket, de categoría Cadete que militan en la misma competición autonómica llamada Judex Plata. La selección de estos equipos se realizó debido a que los equipos realizan el mismo número de entrenamiento y con las mismas condiciones materiales. Además, el modelo de enseñanza utilizado en los entrenamientos que llevan a cabo sus entrenadores inicialmente es diferente. Este hecho será comprobado durante el desarrollo de esta investigación.

Las características que definen estos dos equipos son los siguientes:

Los sujetos del Cadete B, formado por 13 jugadores que tienen una edad media de  $15.46 \pm 0.77$  años, una altura media de  $178 \pm 8.70$  centímetros, una envergadura de  $178 \pm 7.73$  cen-

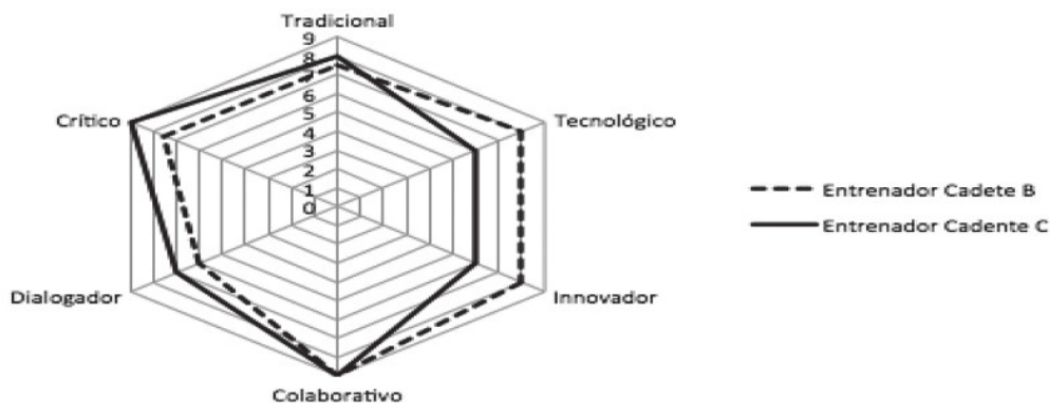


tímetros y un peso medio de  $64.6 \pm 10.09$  kilogramos. Por el contrario, el Cadete C, formado a su vez por 13 jugadores con una edad media de  $14.23 \pm 0.46$  años, una altura media de  $173 \pm 8.55$  centímetros, una envergadura de  $170 \pm 9.39$  centímetros y un peso medio de  $61.5 \pm 9.30$  kilogramos. Cabe mencionar que el equipo Cadete B es un equipo formado por la mitad de jugadores de primer año de la categoría y el resto formado por jugadores de segundo año de la categoría. Sin embargo, el Cadete C está formado íntegramente por jugadores de primer año de la categoría. Aunque existen diferencias en la edad, es la muestra mas pareja que se ha encontrado.

La muestra que forma la investigación se lleva a cabo durante de la segunda y definitiva parte del campeonato regional de Judex Plata en el que la primera jornada de dicha parte comienza la semana del 9 de Enero de 2016 y finaliza el 19 de Marzo de 2016.

En dicha muestra, los dos entrenadores que conforman la investigación realizan el Cuestionario COQ. En el gráfico 1 se observa una representación de los resultados que obtienen ambos entrenadores del Cadete B y Cadete C en el Cuestionario del Entrenador COQ.

Grafico 1. Representación gráfica del perfil de los entrenadores del cuestionario COQ.



Como se observa, el entrenador del Cadete B, sus características mas destacables son tecnológico, innovador y colaborativo. Sin embargo, el entrenador Cadete C tiene como características principales tradicional, crítico y colaborativo. En este perfil ya se encuentra como un entrenador se cataloga así mismo como tradicional y otro entrenador como innovador, estos valores unidos al análisis de las sesiones nos hace tener una información completa de cada entrenador.

Para obtener mayor información sobre la muestra, se recogen las 230 tareas agrupadas en 28 sesiones para el equipo Cadete B y 205 tareas en 27 sesiones para el Cadete C. Durante este tiempo se llevan a cabo las diferentes pruebas de condición física para conocer el nivel aeróbico y anaeróbico de cada jugador.

Para mayor información sobre la muestra analizada, cada equipo realiza tres entrenamientos semanales (de lunes a viernes) con una duración de una hora y media cada entrenamiento. En cuanto a la organización de las sesiones por parte del equipo Cadete B, comienzan con situaciones individuales y a medida que avanza la sesión las tareas van volviéndose mas complejas para acabar con situaciones grupales o colec-

tivas. Por parte del Cadete C, los entrenamientos estaban organizados en dos partes, la primera y de menor duración era dedicada a la preparación física en la que el preparador físico adaptaba los ejercicios para entrenar de manera integrada al deporte en la que se realizaban tareas de situaciones reducidas y una segunda parte del entrenamiento de mayor duración en la que el entrenador ya estaba a cargo del grupo y que se realizaban tareas grupales o colectivas.

En cuanto a la experiencia previa de los jugadores analizados es similar en ambos equipos y no existen diferencias.

#### Variables del estudio

Como variable independiente del estudio encontramos el proceso metodológico o modelo de enseñanza de cada entrenador que emplea a lo largo de los entrenamientos. Se lleva a cabo el análisis de las tareas de los entrenamientos desde las Variables Pedagógicas, Variables de Carga Externa y Variables Organizativas como recoge el Sistema Integral para el Análisis de las Tareas de Entrenamiento, SIATE, (Ibáñez, Feu, Cañadas, 2016). Además también se evalúa al entrenador a través

del Cuestionario del Entrenador llamado Coach Orientation Questionnaire, COQ (Feu, Ibáñez, Graça, Sampaio, 2007). El COQ es un perfil teórico y una autodefinición del propio entrenador, por este motivo se busca una comparación entre el perfil teórico que tiene el entrenador de su autoimagen (lo que dice que hace) y lo que hace, intentamos comprobar si los entrenadores se autodefinen correctamente.

Las tareas fueron analizadas por un observador externo al cuerpo técnico de cada equipo y tras finalizar la recogida de tareas se realizó una reunión con cada cuerpo técnico en la que se buscaba la concordancia adecuada entre la planificación de la tarea y finalmente lo que se desarrolló. Los observadores eran expertos en el deporte de baloncesto, con el título de Graduado en Ciencias del Deporte y la Actividad Física y cuya especialidad deportiva fue el deporte del baloncesto.

Como variables dependientes de la investigación encontramos las variables relacionadas con el nivel de la resistencia Aeróbica y Anaeróbica que se ha medido.

#### Instrumentos

Para la realización de la investigación hemos utilizado lo siguiente:

Material: SIATE, reloj cronómetro, SPSS, dispositivos Wimü (dispositivo inalámbrico que controla la actividad física y que posee una tecnología de análisis cinemático, táctico y fisiológico), software Qüiko (Software del dispositivo Wimü).

Instrumentos: Test Aeróbico SIG/AER, Test Anaeróbico SIG/ANA y Cuestionario del Entrenador COQ (Coach Orientation Questionnaire).

El Test Aeróbico SIG/AER se caracteriza por ser una adaptación del test de Cooper al baloncesto, en esta prueba que tiene una duración de doce minutos, el jugador debe de intentar realizar el mayor número de vueltas al circuito. El circuito está formado por doce partes, seis de ellas el jugador se desplaza en carrera con balón y finaliza realizando un tiro a distancia cercana, los otros 6 periodos del circuito, el jugador realiza desplazamiento sin balón entre lo que se encuentran desplazamientos de espalda, movimientos defensivos y sprint frontal. En esta prueba se intenta recopilar que el jugador realice movimientos y acciones que son específicas del deporte, lo que otorga a la prueba de mayor validez y especificidad.

El Test Anaeróbico SIG/ANA se basa en una adaptación del test aeróbico mencionado anteriormente, tiene una duración de 5 periodos cuyo periodo tiene una duración de 1 minuto y un descanso entre periodo de 1 minuto, durante el minuto del periodo el jugador debe realizar el mayor número de circuitos posible. Cada circuito está formado por 4 fragmento, en uno de ellos el jugador realiza desplazamiento sin balón, un periodo de carrera con balón y finaliza con una entrada, tercer periodo el jugador se desplaza de espalda y en el último fragmento del circuito el jugador realiza movimientos defensivos.

#### Procedimiento de aplicación

La recogida de los diferentes entrenamientos y pruebas realizadas sobre la temporada 2015/2016 durante el período de Judex Plata (9 de Enero- 19 de Marzo) se realiza en el siguiente orden. A lo largo del periodo cada equipo se realiza el Test AER/SIG (Ibáñez, Sáenz-López, Gutiérrez; 1992a) de manera individual a todos los integrantes del equipo separados por un periodo de 1 minuto de diferencia entre componentes. Durante los 12 minutos que cada jugador se encuentra realizando la prueba, su finalidad será intentar dar el mayor número de vueltas al circuito. Este test trata de ser una alternativa a los test clásicos ya sean de campo o laboratorio. Además, al ser un test específico tiene conexión con el deporte y a su vez rigor científico.

Para la realización del Test ANA/SIG (Ibáñez, Sáenz-López, Gutiérrez; 1992b) que mide la resistencia anaeróbica láctica, se realiza de manera individual y consta de 5 periodos de trabajo con duración de un minuto por periodo y un minuto de descanso entre periodos.

Destacar que anterior a la realización de las pruebas físicas, los entrenadores realizaron el Cuestionario del Entrenador COQ para conocer sus perfiles y hacia que enfoque tiene mas proximidad. En cuanto a dicho Cuestionario, ambos entrenadores responden de manera personal e individual a una serie de preguntas que da información sobre diferentes perfiles referentes a los modelos que utiliza, la formación que tienen, la toma de decisión de los entrenadores y la planificación. Siendo las respuestas realizadas una autodefinición teórica de ellos mismos.

Durante el período de Judex Plata, se recogieron todas las tareas de los entrenamientos realizados de ambos equipos para así mediante las variables con las que interactúan en el entrenamiento cada equipo conocer si tienen relación con los resultados obtenidos en las pruebas de condición física realizadas.

Posteriormente, con ayuda del SIATE, se introducen los datos obtenidos de la observación de las tareas. Seguidamente, se realiza una reunión con el cuerpo técnico de cada equipo para presentar los datos tabulados y comparar la concordancia y corregir posibles erratas.

Por último, con ayuda del software estadística SPSS se realiza una serie de análisis para interpretar los datos obtenidos en el análisis y poder dar unos resultados objetivos.

#### Análisis estadístico

En este apartado se realizó en primer lugar un análisis exploratorio de los datos obtenidos, en segundo lugar, un análisis descriptivo para obtener información sobre cantidad de veces que se ha producido una variable en concreto (frecuencia y % para variables cualitativas así como Media y Desviación

Típica para las cuantitativas). En tercer lugar se realizó el análisis inferencial que son las pruebas de asunción de criterios formado por las pruebas del Supuesto de Normalidad (*Prueba de Shapiro Wilk*), de contraste del Supuesto de Homocedasticidad (*Prueba de Levene*), de contraste del Supuesto de Aleatorización (*Prueba de Rachas*), para establecer una contrastación del modelo de la hipótesis adecuada (Field, 2009). Además, se realizó la prueba *MANOVA* y se utilizó el valor de significación del estadístico *F* y los grados de libertad. Se acompañó a los niveles de significación de la magnitud del efecto alcanzado y la potencia estadística del diseño, lo que permite al lector comprender adecuadamente y de manera mas completa los resultados del análisis constituyendo una prueba mas relevante para la validez de dicho estudio (Cárdenas Castro y Arancibia, 2014).

## Resultados

Como se observa en la tabla 1, los resultados descriptivos que comparan las sesiones analizadas en cuanto a las variables del instrumento SIATE. En esta tabla encontramos el número de veces que se realiza cada categoría dentro de la misma variable y el porcentaje que representa del total de los ejercicios.

Tabla 1. Resultados descriptivos de las Variables Pedagógicas de las sesiones.

	VARIABLE	CADETE C		CADETE B	
		n	%	n	%
Situación	SSG	145	70	197	85,65
De Juego	FG	60	30	33	14,35
Fase	Ataque	105	51,22	116	54,8
De	Defensa	35	17,07	46	20
Juego	Mixta	47	22,93	26	11,3
	Prep. Física	18	8,78	5	2,1
Tipo	Conductas TT	102	49,76	130	57,00
De	Gestos TT	63	30,73	72	31,00
Contenido	Calentamiento/ Estiramientos	40	19,51	28	12,00
	EA	130	63,42	7	0,9
	JE	28	13,65	181	78,8
	Predeporte	0	0	22	9,6
Medio	Deporte	47	22,93	25	10,5
	Sin Oposición	121	59,03	85	37
	Oposición	84	40,97	139	60,4
Oposición	Opos. Modulada	0	0	6	2,6
	Simultaneo	85	41,46	149	64,8
	Alternativo	95	46,35	45	19,6
Participación	Consecutivo	25	12,19	36	15,7

En cuanto a las mayores diferencias existentes entre equipos se destacan en la variable Situación de Juego donde Small Sided Games (SSG) que encuadramos las situaciones de entrenamiento desde el 1x0 contra el 3x3 y las situaciones de Full Games (FG) formadas por las situaciones de 4x4 y 5x5.

En cuanto a las variables Fases de Juego, las opciones de ejercicios con finalidad ataque, defensa, mixto o con la finalidad de preparación física sufren pequeñas diferencias entre equipos.

La variable Tipo de Contenido también muestra pequeñas diferencias entre los ejercicios que se encuentran catalogados como Conductas Técnico- Tácticas (Conductas TT) y Gestos Técnico- Tácticos (Gestos TT).

También se encuentran grandes diferencias en la variable Medio donde el equipo Cadete C realiza mayoritariamente de la opción Ejercicio de Aplicación (EA) mientras que el reparto en el resto de opciones es menor. Por el contrario, el Cadete B dedica mayor número de ocasiones a tareas encuadradas como Juegos Específicos (JE). Estas diferencias encontradas también es un indicador que confirman las diferencias en los modelos de entrenamiento a la hora de la programación del entrenamiento y la metodología que se lleva a cabo, por este motivo, la diferencia en una variable no explica un modelo u otro pero la suma de diferencias provoca que estos modelos sean diferentes. Cabe destacar por último, que las variables Predeporte (situaciones de 4x4) y Deporte (5x5) también sufren diferencias entre equipos aunque menores que las anteriormente citadas.

Se observa que la variable Oposición también muestra diferencias entre equipos y entre tareas que se realizan sin oposición y tareas que se realizan con alguna oposición.

Por último, en la variable Organización también encontramos diferencias en cuanto a las opciones elegidas y los equipos que las realizan.

En la tabla 2, se encuentra a continuación los valores de cada variable cualitativa en cuanto a la prueba de *U de Mann Whitney*. Además se realiza la potencia estadística y el tamaño del efecto.

Se observa en esta tabla que todas las variables de la tabla son significativas a excepción de la variable Participación.

Los resultados que se observan pertenecientes a las tareas analizadas confirman que existen diferencias entre las distintas metodologías de entrenamiento empleadas. En cuanto a la potencia estadística se encuentran valores óptimos que suponen diferencias significativas ( $>.80$ ) en todas las variables exceptuando la variable Participación. En cuanto a la prueba del tamaño del efecto, según Cárdenas y Arancibia (2014) en el caso de la variable Carga Competitiva se valora un tamaño del efecto grande ( $>.40$ ) mientras que en el resto de variables analizadas el valor se encuentra en un tamaño mediano ( $>.25$ ) y pequeño ( $>.10$ ).



Tabla 2. Resultados inferenciales de variables cualitativas del proceso de entrenamiento.

	<i>U de Mann Whitney</i>	<i>p</i>		<i>F</i>	<i>gl1</i>	<i>gl2</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\phi$	
Situación de Juego	24995.00	.000	*	19.858	11	392	.000	*	.338	1.000
Fase de Juego	16824.00	.003	*	7.432	5	398	.000	*	.085	.999
Tipo de Contenido	16786.50	.005	*	5.358	12	391	.000	*	.141	1.000
Medio	18321.00	.073		10.740	5	398	.000	*	.119	1.000
Nivel de Oposición	22525.00	.009	*	6.049	2	400	.003	*	.029	.883
Grado de Opos.	21419.50	.183		16.861	2	401	.000	*	.078	1.000
Densidad	19828.00	.870		32.985	4	399	.000	*	.249	1.000
Núm. eje. Simult.	15430.50	.000	*	26.997	3	400	.000	*	.168	1.000
Carga Competitiva	21172.00	.286		69.481	4	399	.000	*	.411	1.000
Espacio de Juego	16558.00	.002	*	36.762	4	399	.000	*	.269	1.000
Implicación Cogn.	23884.00	.000	*	46.648	4	399	.000	*	.319	1.000
Participación	19586.00	.670		.799	2	401	.450		.004	.186

*p*<.05

En la tabla 3, mostrada a continuación, se observan las variables cuantitativas que tienen relación con las tareas de entrenamiento analizadas. Se puede observar que en todas las variables que se muestran en la tabla existe diferencia significativa y que la potencia estadística es óptima (>.80). Sin embargo, en cuanto a la prueba que se realizó para conocer el

tamaño del efecto, en esta ocasión todas las variables tienen un valor alto (>.40), esto provoca que los resultados además de tener diferencias significativas, corrobora las diferencias que se encuentran entre ambas metodologías en cuanto a sus entrenamientos.

Tabla 3. Resultados inferenciales de variables cuantitativas del proceso de entrenamiento.

Variable	Cadete C		Cadete B		<i>F</i>	<i>gl1</i>	<i>gl2</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\phi$	
	<i>Media</i>	<i>SD</i>	<i>Media</i>	<i>SD</i>							
Carga Total	18.64	7.963	17.89	6.38	31.651	22	381	.000	*	.646	1.000
Carga Total Seg.	649.46	251.72	501.21	260.93	2.703	214	189	.000	*	.754	1.000
Carga Total Min.	10.828	4.19	8.35	4.349	1.738	127	276	.000	*	.444	1.000
Tiempo Total	870.89	471.81	545.27	280.16	3.385	200	203	.000	*	.769	1.000
Tiempo Expl.	221.55	249.11	48.48	37.87	5.618	119	263	.000	*	.718	1.000
Tiempo Útil	649.34	251.79	501.21	260.93	2.661	214	189	.000	*	.751	1.000
Aprovechamiento	81.05	14.18	92.17	5.70	2.358	279	124	.000	*	.841	1.000

*p*<.05

Por último, en la tabla 4, se realiza una comparación descriptiva de los resultados obtenidos en las pruebas de condi-

ción física (Resistencia Aeróbica y Anaeróbica).

Tabla 4. Resultados descriptivos e Inferenciales pruebas de condición física.

Variables	Tradicional		Comprensivo		<i>F</i>	<i>gl1</i>	<i>gl2</i>	<i>p</i>	$\eta^2$	$\phi$	
	<i>Media</i>	<i>SD</i>	<i>Media</i>	<i>SD</i>							
Nº de Circuitos Aer.	134.36	10.37	146.54	9.80	8.722	1	22	.007	*	.284	.806
Nº de Lanzamientos	11.36	.924	12.23	.927	5.228	1	22	.032	*	.192	.589
Aciertos	6.09	2.81	6.08	2.29	.000	1	22	.989		.000	.050
% Acierto	41.52	27.35	49.46	18.30	.293	1	22	.593		.012	.082
FC Media	183	4.80	186.13	8.00	.980	1	22	.338		.061	.153
FC Máxima	194	5.39	197.63	7.46	1.342	1	22	.265		.082	.192

Variables	Tradicional		Comprensivo		F	gl1	gl2	p	η <sup>2</sup>	φ	
	Media	SD	Media	SD							
Nº de Circuitos Ana.	94.86	10.76	110	7.00	13.912	1	22	.001	*	.387	.945
Aciertos Total	12.45	10.27	22.92	3.32	12.075	1	22	.002	*	.354	.913
% Acierto Total	51.70	41.93	81.76	10.61	6.256	1	22	.020	*	.221	.667
FC Media Total	119.03	94.60	132.28	91.89	.120	1	22	.005	*	.120	.063

p&lt;.05

Por parte de la prueba Aeróbica, tan sólo encontramos como variables significativas el Número de Circuitos y el Número de Lanzamientos (directamente relacionados). En estas variables se encuentra que el equipo más próximo al enfoque comprensivo recorre mayor número de fracciones de circuitos (lo que lleva a afirmar que recorre mayor distancia) y que por lo tanto realiza mayor número de lanzamientos a canasta. En cuanto a estas variables la potencia estadística se encuentra en valores óptimos (>.80) aunque el tamaño del efecto es medio para la primera variable y pequeño para la segunda.

En las variables Anaeróbicas, todas las variables analizadas son significativas y a excepción de la FC Media Total, la potencia estadística es óptima o media-alta en su defecto. Sin embargo, en cuanto al tamaño del efecto, las variables tienen un tamaño pequeño (FC Media Total y % de Acierto Total) y medio (Número de Circuitos Anaeróbicos y Aciertos Totales), lo que confirma las diferencias encontradas entre equipos y que el equipo cercano al enfoque comprensivo también recorre mayor distancia en el mismo periodo de tiempo y trabajando con Frecuencias Cardíacas similares al equipo próximo al enfoque tradicional.

## Discusión

El objetivo del presente estudio ha sido determinar que modelo de enseñanza de los empleados que son comparadas es más óptimo para favorecer y potenciar tanto la resistencia aeróbica como anaeróbica de dichos jugadores.

Para Casamichana, Castellano, González-Morán, García-Cueto, García-López, (2011) en los deportes de equipo, desde hace algunas décadas una alternativa al entrenamiento tradicional sin balón han sido los juegos reducidos. Estas formas jugadas son tareas de entrenamiento con los rasgos de un duelo colectivo. Son situaciones utilizadas habitualmente como medio de entrenamiento (Ford, Yates, y Williams, 2010) en el que las dimensiones del campo, el número de jugadores y las reglas que rigen el mismo se modifican con el fin de conseguir unos objetivos determinados ya sean técnicos, tácticos o físicos. En el caso de esta investigación se puede observar que las situaciones reducidas (SSG) en ambos equipos son más utilizadas que las situaciones de 4x4 o 5x5 (FG).

En la actualidad, es más frecuente la utilización de este tipo de situaciones de entrenamiento con el objetivo de desarrollar la capacidad condicional del deportista, mostrándose

como un método tan efectivo como el entrenamiento intervalado (Hill-Haas, Coutts, Rowsell, y Dawson, 2009). Este método alternativo tiene la ventaja de que permite trabajar a la vez aspectos técnico-tácticos y físicos, aportando al entrenamiento una mayor especificidad y una optimización del tiempo de entrenamiento. McCormick, Hannon, Newton, Shultz, Miller, Young (2012), compararon situaciones de 3x3 y 5x5, establecieron que no existían diferencias significativas entre tareas de Intensidad Moderada y tareas de Intensidad Vigorosa. A su vez, Duarte, Batalha, Folgado, Sampaio, (2009) concluyeron que en situaciones de 2x2, 3x3 y 4x4, la situación de 4x4 es donde la frecuencia cardíaca alcanza su porcentaje más bajo. Corroborando los datos del estudio tanto para la categoría infantil como para la cadete.

En cuanto a los aspectos físicos, Coque (2008, 2009) en las variables pertenecientes a la Carga Externa de las sesiones analizadas afirma que no debe existir gran variedad en cuanto al trabajo físico realizado ya que esta variable debe mantenerse presente durante toda la temporada. Siguiendo en esta línea Halouani, Chtourou, Gabbett, Chaouachi, Chamari, (2014) confirma que algunas modificaciones relacionadas con el número de jugadores en las tareas que forman parte de la Carga Externa son producidas por las adaptaciones fisiológicas del jugador y se demostró que las situaciones de 3x3 en fútbol obtuvo mayor intensidad que la variante 5x5. Otra afirmación es la realizada por Hill-Haas, Dawson, Coutts, Rowsell, (2009) que explica que hay que tener en cuenta las agrupaciones en las tareas, a medida que avanza la temporada las agrupaciones tienden a ser de mayor número, lo que provoca mayor variación tanto fisiológica como perceptivamente. En este caso, el equipo Cadete B tiene mayor número en situaciones de juego de Small Sites Games (SSG), mientras que el Cadete C obtiene mayor resultado en situación de Full Game (FG). En este caso, al utilizar escalas subjetivas para conocer la carga externa de la tarea, si existen diferencias provocadas por la variación de agrupaciones en las tareas de entrenamiento.

Siguiendo las variables que tienen relación con las tareas analizadas, Alarcón, Cárdenas y Ureña (2008) habla de la Participación de las tareas en las que a mayor valor, mayor aprovechamiento del tiempo de entrenamiento. En cuanto al Cadete B el aprovechamiento medio de las tareas es del 92.17% Mientras que el Cadete C tiene un 81.05% en sus tareas analizadas. Ambos resultados se encuentran por encima

del 80% que recomienda el autor, aunque existen diferencias entre ambos entrenadores analizados. Continuando en esta variable, Alarcón et al., (2008) confirman que en la participación simultánea obtiene un 60% de tiempo de ejecución, 30% en alternativas y por último 10% en tareas con participación consecutivas. Los autores mencionados anteriormente también confirman que si se trabaja bajo una organización mayoritariamente simultánea, los jugadores realizan mayor número de vivencias en la tarea al existir el tiempo de espera menor, además de una mejora en cuanto a las cualidades, esta mejora será mayor que si el entrenador elige otro tipo de organización para las tareas. Si comparamos con los resultados obtenidos, el Cadete B obtiene mayor número de tareas simultáneas, mientras que el Cadete C obtiene mayor número en tareas de tipo alternativo. En cuanto a la distribución de intensidades de trabajo fisiológico, encontramos cómo los deportistas del equipo bajo enfoque comprensivo tiene mayor aprovechamiento del tiempo de entrenamiento, lo que corrobora que su trabajo es más intenso y con menor descanso, provocando mejores resultados aeróbicos.

En los enfoques tradicionales, la estructura típica de sesión acarrea mayores problemas con respecto a los enfoques alternativos, debido a que convierten en eje del proceso de enseñanza al contenido, mientras que los enfoques alternativos sitúan al jugador como centro sobre el que debe girar la enseñanza (Thorpe y Bunker, 1983).

Los enfoques tradicionales comienza con una actividad introductoria, seguida de una práctica de la habilidad y al final un juego en el que se practicaba la nueva habilidad adquirida (Thorpe y Bunker, 1983). En este caso, el equipo Cadete C tiende a realizar mayor número de Ejercicios de Aplicación (EA), mientras que el Cadete B obtiene mayor resultados en tareas enmarcadas como Juegos Complejos (JC). Sin embargo, los enfoques alternativos están basados sobre una forma estándar de juego deportivo que es modificada poco a poco para ayudar al jugador a encauzar importantes conceptos y estrategias de todos los deportes (Doolittle, 1995). El juego se convierte en el elemento clave del enfoque comprensivo, haciéndole ver al niño el ejercicio como una actividad lúdica deportiva, más que como una práctica de habilidad determinada por el profesor que prohíbe u obstruye la práctica deportiva.

En cuanto a los resultados obtenidos en las pruebas de condición física, Sallet, Perrier, Ferret, Vitelli, Baverel, (2005) efectuaron un estudio con jugadores franceses que confirman que la capacidad anaeróbica puede considerarse uno de los factores de rendimiento más importantes en esta modalidad deportiva, independientemente de que cuantitativamente la vía aeróbica goce de una mayor importancia en el suministro energético.

Como ya se ha señalado, los resultados obtenidos confirman la naturaleza híbrida de este deporte en el que se alter-

nan esfuerzos aeróbicos y anaeróbicos. En este sentido, las actividades predominantes durante un partido tienen carácter aeróbico (parado/caminando, trote, carrera de baja y media intensidad), ocupando éstas un porcentaje total aproximado del 85%, mientras que las actividades que pudiéramos considerar de alta intensidad o anaeróbicas (sprint de alta intensidad y salto) ocupan el 15% restante. Esta naturaleza híbrida ya ha sido mencionada por otros autores en estudios anteriores efectuados con muestras de jugadores jóvenes (Abdelkrim, El Faza, El Ati, 2007) y jugadores adultos pero no de élite (Narazaki, Berg, Stergiou, Chen, 2009).

El hecho de que esas acciones de carácter anaeróbico ocupen un menor porcentaje del tiempo real de juego no quiere decir que sean menos importantes, puesto que tal y como se ha señalado (Tessitore, Meeusen, Piacentini, Demarie, Capranica, 2006) son determinantes en situaciones vitales para el rendimiento como los contraataques, la recuperación defensiva, los lanzamientos o las acciones individuales de ataque frente a la canasta.

Abdelkrim et al. (2007) y Narazaki et al. (2009) afirman que ese patrón intermitente al que se hace referencia tiene un reflejo claro en la carga fisiológica y metabólica a la que se ve sometido el jugador durante la competición, según se extrae de los datos relativos a frecuencia cardíaca media, a acumulación de lactato o a consumo de oxígeno. La alta acumulación de lactato así como la elevada frecuencia cardíaca media pone en evidencia la importante demanda fisiológica impuesta sobre los jugadores de baloncesto durante la competición, independientemente de que el porcentaje de tiempo ocupado por las actividades de alta intensidad sea pequeño. En la misma línea, Narazaki et al. (2009) afirman que el baloncesto competitivo requiere de una importante utilización del metabolismo aeróbico, pero son los fosfógenos la fuente energética fundamental en esas acciones cortas de alta intensidad. Dicha vía metabólica tiene que ser restaurada continuamente durante la práctica, cobrando especial importancia en este sentido la vía aeróbica. Por su parte, Sallet et al., (2005) indican que, si bien existe bastante homogeneidad en las demandas aeróbicas al comparar distintos niveles competitivos, la capacidad anaeróbica parece ser un mejor predictor del rendimiento.

Como datos destacables, podemos afirmar que el equipo Cadete B tiene mejor resistencia aeróbica cuyo resultados informan que es mayor distancia la que recorre y mayor posibilidad de lanzamiento. Sin embargo, las frecuencias cardíacas de trabajo durante la prueba es similar en ambos equipos, por este motivo, trabajando en valores similares, el equipo Cadete B obtiene mayor rendimiento.

En cuanto a la resistencia anaeróbica, el equipo Cadete B obtiene mejores resultados derivados de la mayor distancia que recorren y mayor posibilidad de lanzamiento aunque en este caso si existen diferencias en cuanto a la frecuencia car-



díaca de trabajo debido a la variable de frecuencia cardíaca en recuperación que existen diferencias entre equipos y que el equipo mencionado anteriormente realiza de manera más eficiente y rápida que el equipo rival.

## Agradecimientos

Este trabajo ha sido parcialmente subvencionado por la Ayuda a los Grupos de Investigación (GR15122) de la Junta de Extremadura (Consejería de Economía e Infraestructuras); con la aportación de la Unión Europea a través de FEDER

## Bibliografía

- Abdelkrim, B.N., El Faza, S., & El Ati, J. (2007). Time-motion analysis and physiological data of elite under-19 basketball players during competition. *British Journal of Sports Medicine*, 41, 69-75.
- Abdelkrim, B.N., Chaouachi, A., Chamari, K., Chtara, M., & Castagna C. (2010) Positional role and competitive-level differences in elite-level men's basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24, 1346-1355.
- Alarcón, F., Cárdenas, D & Ureña, N. (2008). Influencia de los factores de organización de las tareas de aprendizaje sobre los tiempos de práctica del jugador de baloncesto. *Apunts, Educación Física y Deportes* 92, 46-55.
- Allison, S. y Thorpe, R. (1997). A Comparison of the Effectiveness of two approaches to Teaching Games within Physical Education. A Skills approach versus a Games for Understanding approach. *The British Journal of Physical Education* 28(3), 9-13.
- Apostolidis N., Nassis G.P., Bolatoglou, T., Geladas, N.D. (2004) Physiological and technical characteristics of elite young basketball players. *Journal Sports Medicine Physical Fitness*, 44, 157-163.
- Ato, M., López, J. J., & Benavente, A. (2013). Un sistema de clasificación de los diseños de investigación en psicología. *Anales de Psicología*, 29(3), 1038-1059.
- Binnetoğlu, F. K., Babaoglu, K., Altun, G., & Kayabey, Ö. (2014). Effects that different types of sports have on the hearts of children and adolescents and the value of two-dimensional strain-strain-rate echocardiography. *Pediatric cardiology*, 35(1), 126-139.
- Casamichana, D., Castellano, J., González-Morán, A., García-Cueto, H., & García-López, J. (2011). Demanda fisiológica en juegos reducidos de fútbol con diferente orientación del espacio. *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 7(23).
- Castagna, C., Manzi, V., Impellizzeri, F., Chaouachi, A., Abdelkrim, B.N., & Dittrolo, M. (2010). Validity of an on-court lactate threshold test in young basketball players. *Journal of Strength Conditioning Research*, 24, 2434-2439.
- Cárdenas Castro, M., & Arancibia Martini, H. (2014). Potencia estadística y cálculo del tamaño del efecto en G\* Power: complementos a las pruebas de significación estadística y su aplicación en psicología. Statistical power and effect size calculating in G\* Power. *Salud & Sociedad*, 5(2), 210-224.
- Chaouachi, A., Brughelli, M., Chamari, K., Levin, G.T., Abdelkrim, N., Laurencelle, L., & Castagna, C. (2009). Lower limb maximal dynamic strength and agility determinants in elite basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23, 1570- 1577.
- Coque, I. (2008). Valoración subjetiva de la carga del entrenamiento técnico-táctico. Una aplicación práctica (I). *Clinic*, 81, 39-43.
- Coque, I. (2009). Valoración subjetiva de la carga del entrenamiento técnico-táctico. Una aplicación práctica (II). *Clinic*, 82, 42-45.
- Del Campo, J., Álvarez, J., & Lorenzo, A. (2008). La percepción del esfuerzo: concepto, características y aplicación al control del entrenamiento en baloncesto. En: Terrados, N., y Calleja, J. (eds.). *Fisiología, Entrenamiento y Medicina del Baloncesto*. 1a edición. (pp. 121-134) Badalona: Paidotribo.
- Doolittle, S. (1995). Teaching Net Games to Low - Skilled Students: A Teaching for Understanding Approach. *The Journal of Physical Education, Recreation & Dance*; 66(7), 18-23.
- Duarte, R., Batalha, N., Folgado, H., & Sampaio, J. (2009). Effects of exercise duration and number of players in heart rate responses and technical skills during futsal small-sided games. *The Open Sports Sciences Journal*, 2, 1-5.
- Feu, S., Ibáñez, S. J., Graça, A., & Sampaio, J. (2007). Evaluación psicométrica del cuestionario de orientación de los entrenadores en una muestra de entrenadores españoles de balonmano. *Psicothema*, 19(4), 699-705.
- Field, A. (2009). *Discovering statistics using SPSS. Third Edition*. Londres: SAGE.
- Ford, P. R., Yates, I., & Williams, A. M. (2010). An analysis of practice activities and instructional behaviours used by youth soccer coaches during practice: exploring the link between science and application. *Journal of Sports Sciences*, 28(5), 483-495.
- Halouani, J., Chtourou, H., Gabbett, T., Chaouachi, A., & Chamari, K. (2014). Small-sided games in team sports training: A brief review. *The Journal of Strength Conditioning Research*; 28(12): 3594-3618.
- Hill-Haas, S., Dawson, B., Coutts, A., & Rowsell, G. (2009). Physiological responses and time-motion characteristics of various small-sided soccer games in youth players. *Journal of Sports Sciences*, 27(1), 1-8.
- Ibáñez, S.J., Sáenz-López, P., & Gutiérrez, A. (1992a) Test sig/aer, aeróbico específico sobre el terreno, para jugadores de baloncesto. In *Congreso científico olímpico. Unisport/Junta de Andalucía. Fis-22*.
- Ibáñez, S.J., Sáenz-López, P., & Gutiérrez, A. (1992b). Test sig/ana, anaeróbico específico sobre el terreno, para jugadores de baloncesto. In *Congreso científico olímpico. Unisport/Junta de Andalucía. Fis-22*.
- Ibáñez, S. J. (2008). La planificación y el control del entrenamiento técnico-táctico en baloncesto. En N. Terrados & J. Calleja (Coord.), *Fisiología, entrenamiento y medicina del baloncesto* (pp. 299- 313). Barcelona: Editorial Paidotribo.
- Ibáñez, S. J., Feu, S., & Cañadas, M. (2016). Sistema integral para el análisis de las tareas de entrenamiento, SIATE, en deportes de invasión. *E-balonmano. com: Revista de Ciencias del Deporte*, 12(1), 3-30.
- Liberal, R. & García-Mas, A. (2011). Percepción de dolor y fatiga en relación con el estado de ánimo. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 11(2), 93-117.
- McCormick, B. T., Hannon, J. C., Newton, M., Shultz, B., Miller, N., & Young W. (2012). Comparison of Physical Activity in small-sided basketball games versus full-sided games. *International Journal of Sports Science and Coaching*, 7(4), 689-697.
- Moliner, O., Salguero, A. & Márquez, S. (2011). Análisis de la recuperación-estrés en deportistas y relación con los estados de ánimo: Un estudio descriptivo. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 11(2), 47-55.
- Narazaki, K., Berg, K., Stergiou, N., & Chen, B. (2009). Physiological demands of competitive basketball. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 19, 425-432.
- Oliveira-Da-Silva, L., Sedano-Campo, S., & Redondo-Castán, J. C. (2013). Características del esfuerzo en competición en jugadoras de baloncesto de élite durante las fases finales de la Euroliga y el Campeonato del Mundo. *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 9(34), 360-376.

31. Sallet, P., Perrier, D., Ferret, J.M., Vitelli, V., & Baverel, G. (2005). Physiological differences in professional basketball players as a function of playing position and level of play. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 45, 291-294.
32. Sánchez, M. S. (2007). El acondicionamiento físico en baloncesto. *Apunts. Medicina de l'Esport*, 42(154), 99-107.
33. Struzik, A., Pietraszewski, B., & Zawadzki, J. (2014). Biomechanical Analysis of the Jump Shot in Basketball. *Journal of Human Kinetics*, 42, 73-79.
34. Tessitore, A., Tiberi, M., Cortis, C., Rapisarda, E., Meeusen, R., & Capranica, L. (2006). Aerobic-anaerobic profiles, heart rate and match analysis in old basketball players. *Gerontology*, 52, 214-222.
35. Thorpe, R., & Bunker, D. (1983). A new approach to the teaching of games in physical education curriculum. En VV.AA. *Teaching Team Sports* (229-238). Roma: Congreso AIESEP.
36. Vaquera, A., Villa, J. G., Morante, J. C., Thomas, G., Renfree, A. J., & Peters, D. M. (2016). Validity and Test-Retest Reliability of the TIVRE-Basket Test for the Determination of Aerobic Power in Elite Male Basketball Players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(2), 584-587.
37. Ziv, G., & Lidor, R. (2009). Vertical jump in female and male basketball players-A review of observational and experimental studies. *Journal of Science and Medicine in Sports*, 13(3), 332-9.



10.6. Estudio VI: Evolution of physical fitness in formative female basketball players: A case study.







Article

## Evolution of Physical Fitness in Formative Female Basketball Players: A Case Study

David Mancha-Triguero \*, Nicolás Martín-Encinas and Sergio J. Ibáñez 

Grupo de Optimización del Entrenamiento y Rendimiento Deportivo (GOERD), Faculty of Sport Sciences, University of Extremadura, 10003 Cáceres, Spain; nikimartien28@gmail.com (N.M.-E.); sibanez@unex.es (S.J.I.)

\* Correspondence: davidmanchat@unex.es

Received: 15 May 2020; Accepted: 6 July 2020; Published: 8 July 2020



**Abstract:** Over the last few years, team sports increased the amount of physical demand and its importance. Therefore, work related to physical fitness and its assessment is essential to achieving success. However, there are few studies on this subject at the formative stage. The purpose of this study was then to analyze the physical fitness of an under-18 (U18) women's team divided by game positions. In addition, physical fitness at different times of the season was characterized to identify differences and determine its evolution. To assess physical fitness, tests of aerobic and anaerobic capacities, lower body strength, centripetal force, agility and speed were carried out as designed in the SBAFIT battery. Each player was equipped with an inertial microtechnology device for the collection of data. This research is classified as empirical, with quasi-experimental methodology. The results showed significant differences in variables of the test of aerobic and anaerobic capacities, speed, agility (generic and specific), and centripetal force (right) based on game position and the moment of the season. The results also showed the importance of the specific physical aspect in relation to an optimal improvement in physical fitness, since training sessions and competition do not allow all players to improve equally or efficiently.

**Keywords:** physical fitness; game position; test; integral assessment; microtechnology

### 1. Introduction

Basketball is a complex and dynamic team sport that combines explosive movement structures with different technical skills, such as bouncing, passing, or shooting to the basket [1]. Success in basketball depends on the sum of several factors [2], including morphological attributes [3], physical and technical skills [4], and tactical actions [5]. Therefore, achieving success requires a meticulous and individualized process in which competition plays a fundamental role. The analysis of competition provides great knowledge for planning the training since, during competition, athletes reach their maximum level and performance; thus, these values can be taken into account as a reference to adapt and plan the training [6].

Regarding the physiological aspects of the sport, basketball can be defined as a hybrid sport [7] as, during practice, athletes alternate moments in which energy is obtained through aerobic metabolism and others in which energy is obtained through the anaerobic pathway. This continuous variation of the energy source depends on the action or moment in the match and, consequently, it affects the physical performance of the athlete. Physical performance is of great importance since it is directly related to performance in competition [8]. Furthermore, along these lines, Reference [9] confirmed that physical fitness (PF) is related to performance indicators in competition and, therefore, a better level of PF helps to achieve both individual and collective performance. The evaluation of PF can be done through different physical aptitude tests. These tests vary widely and sometimes provide antagonistic results, since the tests used may not take into account the level, the sport, or the category [10].

The analysis of existing tests in the literature to evaluate the PF of athletes can be grouped according to specificity and origin into two large groups. On one hand, taking into account the specificity of the test, there are general tests and specific tests for PF. The main characteristic of general tests is that they compare samples belonging to different sports, and they do not require that the person in charge of carrying out the test has specific knowledge of the sport itself [11]. As for specific tests, they are characterized by simulating the requirements that the athlete faces during competition, as well as taking into account formal aspects of the game. These tests, rarely used in the literature, are ideal for evaluating athletes, taking into account the different contextual variables that can affect performance (category, level, gender, etc.) [12]. The specificity of the test with respect to the sport helps the athlete to obtain more reliable and valid results than those provided by general tests [11]. On the other hand, regarding origin, the tests can be differentiated as laboratory tests and field tests. While laboratory tests allow for a more objective measurement, field tests offer more ecological results. In line with this, the principle of specificity favors the athlete obtaining better results with the most familiar activity (field test) [12].

The assessment of PF can be carried out for different purposes, such as monitoring, control, or validation, allowing an evaluation and comparison of the PF of athletes at different times of the season. This information helps to determine the methods and means to be adapted, thereby optimizing training and consequently improving the athlete's performance [13] or recovering the player's level after a period of inactivity because of injury [14], while it may also be used as a talent detection method [15]. The importance of subjecting the athlete to continuous assessments is due to the fact that PF is a changing aspect in athletes [16], being a limiting factor of performance. Moreover, due to training, a set of adaptations is produced which can affect planning [6]. In line with this, some research studies affirmed that multiple assessments must be performed during the season (depending on the moment or the objectives of the season) and that the results of these assessments are meaningful when planning both training sessions and competitions [6].

Historically, the most widely used indicator of performance in invasion sports is individual statistics [17]. The results of different studies that analyzed individual technical-tactical performance indicators such as team performance factors were influenced by different contextual situations such as the final score [18], sex [19], level of competition, age [20], and physical characteristics of the team [21]. For all these reasons, some authors preferred using physical attributes as a performance factor in basketball for the individual improvement of each player, without taking into account the performance of the team [22].

Scientific literature on women's basketball is still limited [23]. The most common line of research in female basketball players is related to injury. Additionally, women's sport is often studied through hormonal, biological, and anatomical factors that define the characteristics of players, but not through an analysis of how to work with them. Along these lines, Reference [24] presented female athletes as a unique challenge for sports medicine, since they run a greater risk than male athletes of suffering injuries that are related to their morphological and physiological differences. To solve this, it is important to investigate training and competition in this population whose physical condition is often characterized from male data [25]. Therefore, to optimize performance in women's basketball, it is necessary to respect the principles of sports training, such as individuality and specificity [26].

Based on the above, there are few documents related to the evaluation of PF in an integral way for women in basketball, while there were different studies in the male category at different ages and levels [27,28]. Therefore, it is very difficult to extrapolate the results to female basketball in general and to formative stages in particular. The research carried out so far does not provide a clear understanding of physical work since there were contradictory results. For all these reasons, the objectives of this study were (i) to characterize the PF of a women's team in the under-18 (U18) category, (ii) to analyze the differences in PF by game position, and (iii) to identify the differences in the evolution of PF by game positions.

## 2. Methods

### 2.1. Design

This research can be defined as empirical with an associative strategy; it seeks to examine the differences in variables analyzed from the same group, in order to compare the physical fitness of players at different times of the season. It can then be considered an evolutionary prospective design [29].

### 2.2. Participants

The selected sample was an under-18 category female team ( $n = 10$ ;  $17 \pm 0.82$  years, a weight of  $57.3 \pm 5.7$  kg, a height of  $168.71 \pm 8.29$  cm, a wingspan of  $166.81 \pm 5.81$  cm, and basketball experience of  $8.56 \pm 1.02$  years). The analyzed team played the last six seasons in regional competitions in different categories and was the winner in several of them. Furthermore, the team was the regional winner in the season analyzed; therefore, they competed in the National Championship representing their autonomous region. The weekly training time was divided into three days (2 h per day) and a match day (always on weekends). Out of the 10 players who form the team, three occupy the guard position, four are forwards, and three occupy the center position. Three PF assessments were carried out at different times of the season (September–April) (statistical analysis units = 30). The coaching staff and the players were previously informed of the details of the study and they gave informed consent to participate. In the case of minor players, the consent form was signed by their legal guardians. The study was developed according to the ethical provisions of the Declaration of Helsinki (2013) approved by the Bioethics Committee of the University (number 233/2019).

### 2.3. Variables

In this research, the moment of the season and the game position were considered as independent variables. To assess the PF of the players, we analyzed the following variables that were divided into five groups based on the type of demand [30]: (i) technical–tactical variables, (ii) objective internal load variables, (iii) objective external load kinematics variables related to distance or time, (iv) objective external load kinematics variables related to accelerometry, and (v) objective external load neuromuscular variables. The selected variables were defined and used in other studies whose research topic was in line with the objectives of this research [31–33].

- (i) *Technical–tactical variables* analyze the technical gesture of the shot to basket using an observational methodology during the aerobic capacity and anaerobic capacity test.

*Shots* makes reference to the number of shots that the player makes during the test.

*Scores* refers to the number of shots that are finally scored.

*Efficacy (%)* is the value (expressed in %) given from the division between scores and shots. There is a document that offers guidance values on these variables according to the player's age and gender [34].

- (ii) *Objective internal load variables* are assessed through the heart rate (HR) and make reference to the player's demands during a task or training sessions. Within these variables, the following parameters are analyzed:

*Heart rate maximum (HR Max)* is the maximum value of beats per minute reached by the player during the test.

*Heart rate medium (HR Avg)* is the average value of beats per minute during the test.

*Heart rate recovery (HR Rec)* is the value of beats per minute two minutes after the end of the test when the player is advised to do passive recovery [34].

- (iii) *Objective external load kinematics variables related to distance or time* analyze the external load supported by the athletes by means of distance or time in relation to the execution time and their movements.

*Part of circuit* refers to the number of circuit fragments completed by the athlete during the test. Unlike the aerobic test in which each circuit is formed by 12 fractions, the anaerobic test is formed by four fractions [34].

*Time* is the period that the athlete uses to move from one point to another (measured in seconds).

- (iv) *Objective external load kinematics variables related to accelerometry* register the external load supported by the athletes by means of accelerometry in relation to the execution time and their movements.

*Accelerations* refers to the positive increase in speed (total and per minute).

*Decelerations* is the negative increase in speed (total and per minute).

- (v) *Objective external load neuromuscular variables* analyze the external load that the athlete receives in proportion to the gravitational force. Within this category, two variables are analyzed:

*Impacts* are assessed through the force that the musculoskeletal structures bear in proportion to the gravitational force (G-force).

*Player load (PL)* is a vectorial magnitude derived from triaxial accelerometry data that quantifies the movement at a high resolution. In order to obtain a cumulative measure of the rate of change in acceleration, both accelerations and decelerations are used. A cumulative measure (PL) and a measure of intensity ( $\text{PL} \cdot \text{min}^{-1}$ ) are analyzed, which can provide the stress rate to which players subject their body for a certain period of time [35].

The variables accelerations, decelerations, and player load were normalized per minute for the reliability and equality of data.

#### 2.4. Materials and Instruments

For the recording of technical–tactical variables, a video camera (JVC model GY-HM70U) and a record sheet were used to register the number of shots and the score or error sequence. To record objective internal load variables, each athlete was equipped with a GARMIN® (Kansas, USA) heart rate band. Finally, for the registration of objective external load kinematics variables related to distance and those related to accelerometry, as well as objective external load neuromuscular variables, each player was equipped with an inertial device model WIMU® (RealTrack Systems, Almería, Spain), which was fixed using an anatomically adapted harness for each player. Furthermore, to analyze the data regarding time, ChronoJump® photoelectric cells (Bosco System, Barcelona, Spain) were used. Once recorded, we analyzed the data by means of the SPRO® software (RealTrack Systems, Almería, Spain). The instrument used to assess the athletes' overall PF was the SBAFIT test battery [16]. This battery assesses different capacities including (i) aerobic capacity, (ii) lactic anaerobic capacity, (iii) maximum strength of the lower body (Abalakov test), (iv) reactive strength of the lower body (multi-jump test), (v) travel speed (Repeat Sprint Ability test  $5 \times 14$  m), (vi) agility (T test generic and specific), and (vii) centripetal force (arc test right and left). The agility test was carried out with two variants: a generic one (athlete's displacement) and a specific one (athlete's displacement while bouncing the ball).

#### 2.5. Statistical Analysis

Firstly, a descriptive analysis of all the variables in each of the tests of the test battery (*mean* and *SD*) was performed, dividing the sample by game position (guard, forward, and center). Secondly, we carried out an exploratory analysis using the assumption of criteria tests [36]; as we found a normal distribution of data, parametric tests were carried out to test the hypotheses. Subsequently,

one-way ANOVA with *Bonferroni post hoc* was used to identify the differences between the different game positions in every evolution assessment and in the global assessment [36]. Upon dividing the sample by game position in each moment of the season, a descriptive analysis (*mean* and *SD*) was performed to determine the evolution at different times of the season. Afterward, the *general linear model* of repeated measures was used to identify significant differences between the different moments of the season. *Mauchly's W* sphericity test was taken into account, bearing in mind that the sample size was small. The sphericity hypothesis could not be rejected; thus, the assumed sphericity value was used to determine if the differences were significant [37,38]. Finally, for the presentation of the descriptive results, the results were normalized through the *Z-score*. The *Z-score's* purpose is to standardize a value so that it represents the standard deviation that the value is above the mean [39]. The results were presented in profiles based on the game position of the analyzed players.

2.6. Procedure

Firstly, the club and the coaches were contacted to be informed about the project. After the proposal was accepted, parents were given an informed consent form with relevant information of the research. Secondly, once the team's competitive calendar was analyzed, the moments when there was no competition were selected in order to do the fitness tests. This was done so as to make sure that the athletes were in the best PF possible and so that the fatigue produced did not affect any subsequent competitions. The three different moments of the season selected were due to competition absences (the third week of December coinciding with the end of the first competitive macrocycle, the fourth week of February coinciding with the second competitive macrocycle, and the fourth week of April coinciding with the preparation for the National Championship). After collecting the data, the coach was given a dossier with the information obtained from the tests so as to have more information about the PF of the players. We followed the protocol described in the SBAFIT test battery when doing the tests [16]. The tests were carried out on two different days with a difference of at least 72 h of recovery so that the players were fully recovered and the results were more reliable. In the end, all participants in the study carried out two training sessions with the material to be used in the measurement when doing the tests. The purpose of having a contact was to avoid ignorance or discomfort without affecting performance.

3. Results

Figure 1 and Table 1 show the descriptive results of the tests analyzed, differentiating the players by game position at different times of the season.

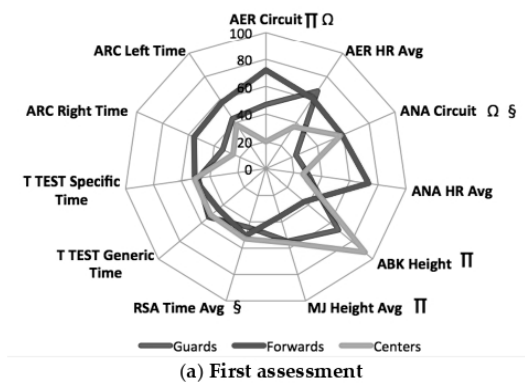
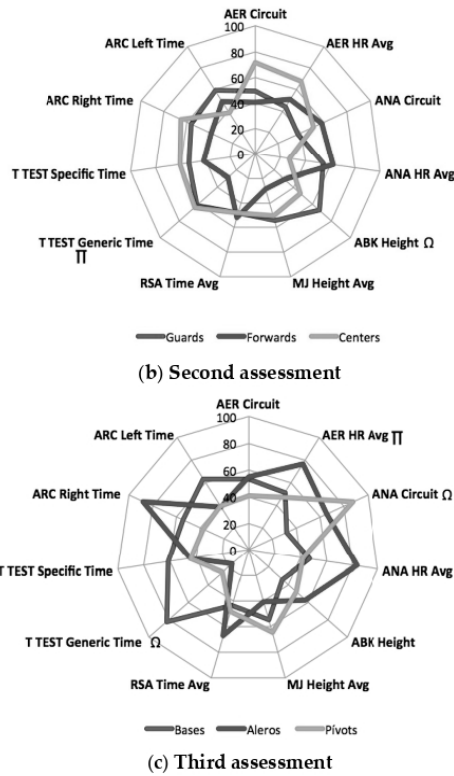


Figure 1. Cont.



**Figure 1.** Standardized descriptive results based on game position. *AER Circuit*: parts of circuit carried out by the players in aerobic capacity; *AER HR Avg*: heart rate average in aerobic capacity; *ANA Circuit*: parts of circuit carried out by the players in anaerobic capacity; *ANA HR Avg*: heart rate average in anaerobic capacity; *ABK Height*: height achieved by players in Abalakov test; *MJ Height*: height achieved by players in multi-jump test; *RSA Time Avg*: time average in RSA test; *ARC Right*: right centripetal strength test; *ARC Left*: left centripetal strength test;  $\Omega$ : significant post hoc differences between guards and forwards;  $\S$ : significant post hoc differences between guards and centers;  $\P$ : significant post hoc differences between forwards and centers.



Table 1. Descriptive results of the analyzed and inferential variables depending on the moment of the season.

	Assessment 1			Assessment 2			Assessment 3			Mannely's W		
	G	F	C	G	F	C	G	F	C	G	F	C
Aerobic Test SIC/AER	Circuit	128.33 ± 8.74	138 ± 7.59	122.5 ± 4.71	135.33 ± 8.08	145.5 ± 9.19	131.67 ± 5.22	132.5 ± 4.95	129.5 ± 0.71	0.079	0.254	0.717
	Shots	11 ± 1	12.5 ± 0.71	10.5 ± 0.71	11.33 ± 0.58	12.5 ± 0.71	11 ± 0	11 ± 0	11 ± 0	0.840	0.125	0.071
	Scores	5.33 ± 3.06	3 ± 1.41	6 ± 1.41	3 ± 1	3.5 ± 2.12	4 ± 4.36	2.5 ± 0.71	5.5 ± 2.12	0.700	0.565	0.250
	Efficacy (%)	47.07 ± 24.22	25 ± 11.78	56.82 ± 9.64	26.51 ± 9.18	30.84 ± 15.32	183.33 ± 3.51	22.75 ± 6.43	50 ± 19.29	0.715	0.659	0.571
	HR Avg	190 ± 5.29	193 ± 14.14	173 ± 5.66	170.67 ± 37.82	189.5 ± 0.71	181.5 ± 3.63	185 ± 1.41	181 ± 14.14	0.141	0.476	0.686
	HR Max	199.33 ± 7.77	199.5 ± 16.26	194 ± 8.49	170.67 ± 37.82	189.5 ± 0.71	198.5 ± 6.36	194.33 ± 4.51	194.5 ± 17.68	0.385	0.552	0.748
	HR Rec	140.33 ± 4.51	139.5 ± 19.09	147.5 ± 4.95	121.33 ± 7.23	121 ± 12.73	132 ± 5.66	123.67 ± 5.03	135.5 ± 9.19	0.007*	0.191	0.038*
	Impacts	464.67 ± 130.99	491 ± 154.97	624 ± 138.57	410.67 ± 132.16	429.5 ± 171.23	663 ± 60.81	464.67 ± 175.51	683 ± 152.14	0.996	0.422	0.556
	PL	27.27 ± 2.85	28.04 ± 1.53	28.25 ± 1.73	25.14 ± 0.8	25.04 ± 1.93	27.47 ± 1.29	27.14 ± 4.84	25.05 ± 1.8	0.797	0.003*	0.915
	PL/min	2.28 ± 0.24	2.34 ± 0.13	2.35 ± 0.14	2.1 ± 0.06	2.09 ± 0.16	2.29 ± 0.11	2.26 ± 0.4	2.32 ± 0.13	0.795	0.003*	0.914
	Acc/min	34.66 ± 0.93	33.83 ± 0.55	34.79 ± 1	28.01 ± 3.58	29.37 ± 4.79	29.44 ± 3.5	37 ± 1.15	36.75 ± 2	0.028*	0.152	0.046*
	Dec/min	34.66 ± 0.92	33.78 ± 0.63	34.79 ± 1	27.99 ± 3.57	29.41 ± 4.73	29.44 ± 3.5	37 ± 1.15	36.75 ± 2	0.031*	0.151	0.049*
Anaerobic Test SIC/ANA	Circuit	110.67 ± 1.53	117.5 ± 2.12	121.5 ± 12.02	115.33 ± 3.79	120 ± 5.66	118 ± 5.66	113 ± 3.46	118 ± 2	0.411	0.718	0.810
	Shots	29.33 ± 0.58	29.5 ± 0.71	32.5 ± 2.12	29.67 ± 0.58	30 ± 1.41	31 ± 1.41	29.33 ± 1.15	30 ± 0	0.975	0.250	0.269
	Scores	24 ± 6.24	27 ± 2.83	28 ± 5.66	25 ± 4.58	24 ± 2.83	28 ± 1	26 ± 3.61	25 ± 2.12	0.679	0.321	0.745
	Efficacy	81.65 ± 20.25	91.44 ± 7.4	85.77 ± 11.81	84.33 ± 15.69	79.87 ± 5.66	90.42 ± 4.12	88.41 ± 9.15	85 ± 21.21	0.670	0.544	0.905
	HR Avg	169.67 ± 5.13	183 ± 7.07	171.5 ± 0.71	177 ± 13.11	182 ± 12.73	163.5 ± 4.95	169.33 ± 4.62	173.5 ± 2.12	0.389	0.485	0.529
	HR Max	191.67 ± 3.79	198.5 ± 13.44	193.5 ± 3.54	194 ± 9.34	195.5 ± 12.02	189.5 ± 7.78	190.67 ± 1.15	187 ± 0	0.747	0.434	0.084
	HR Rec	133.33 ± 4.62	138 ± 1.41	129.5 ± 4.95	131.33 ± 29.87	135.5 ± 10.61	136 ± 19.8	126 ± 3.46	137.5 ± 2.12	0.265	0.164	0.862
	Impacts	240.67 ± 111.63	199 ± 5.66	257.5 ± 33.23	300.33 ± 28.94	224.5 ± 26.16	301.5 ± 26.16	568.67 ± 45.83	334 ± 74.95	0.252	0.118	0.622
	PL	12.39 ± 1.54	12.17 ± 0.21	12.81 ± 0.35	12.72 ± 0.65	11.79 ± 0.14	12.22 ± 0.62	14.21 ± 1.83	13.41 ± 0.56	0.211	0.178	0.623
	PL/min	1.24 ± 0.16	1.22 ± 0.02	1.28 ± 0.03	1.27 ± 0.06	1.18 ± 0.01	1.23 ± 0.06	1.42 ± 0.18	1.34 ± 0.06	0.208	0.176	0.618
	Time (ms)	520 ± 7.94	417.5 ± 24.75	530.5 ± 17.68	570.67 ± 61.81	466.5 ± 51.62	493 ± 107.48	543 ± 4.36	562 ± 28.28	0.231	0.402	0.744
	Height	33.13 ± 1	21.4 ± 2.55	34.5 ± 2.26	40.23 ± 8.91	26.85 ± 5.87	30.5 ± 13.01	36.13 ± 0.55	38.75 ± 3.89	0.221	0.421	0.767
Impulse (G)	2.02 ± 0.47	2.23 ± 0.71	2 ± 0.18	2.08 ± 0.21	2.18 ± 0.97	3.05 ± 1.62	1.7 ± 0.1	2.32 ± 0.44	0.639	0.307	0.615	
Multi-jump	Time Avg (ms)	473.53 ± 81.26	419.6 ± 37.9	467.5 ± 47.94	503.47 ± 32.06	484.7 ± 11.46	499.27 ± 25.9	461.2 ± 60.81	511.2 ± 1.13	0.545	0.380	0.868
	Height Avg	28.03 ± 8.93	22.43 ± 4.94	27.37 ± 4.85	31.39 ± 3.69	29.49 ± 0.44	30.76 ± 10.38	30.74 ± 3.11	26.56 ± 7.04	0.550	0.446	0.805
	Impulse Avg (G)	3.02 ± 0.65	4.1 ± 0.79	3.65 ± 1.11	3.8 ± 0.37	3.98 ± 1.6	3.08 ± 0.17	3.23 ± 0.4	4.25 ± 0.86	0.147	0.398	0.280
RSA	Time Avg	3.84 ± 0.51	4.02 ± 0.96	4.13 ± 0.94	4.45 ± 0.39	4.59 ± 1.12	4.42 ± 0.63	3.96 ± 0.69	4.48 ± 0.34	0.039*	0.528	0.032*
	Impacts	68.67 ± 15.5	52.5 ± 34.65	99.5 ± 21.92	61.67 ± 7.64	58 ± 39.6	88 ± 4.24	67 ± 30.05	53 ± 4.24	0.434	0.474	0.236
	PL	2.76 ± 0.19	2.42 ± 0.25	2.76 ± 0.31	2.96 ± 0.16	2.25 ± 0.83	2.74 ± 0.64	2.55 ± 0.54	2.31 ± 0.09	0.315	0.543	0.048*
PL/min	1.33 ± 0.04	1.16 ± 0.13	1.32 ± 0.16	1.14 ± 0.05	1.06 ± 0.4	1.3 ± 0.19	1.3 ± 0.27	1.18 ± 0.04	0.224	0.571	0.194	

Table 1. Cont.

	Assessment 1			Assessment 2			Assessment 3			Monthly's W			
	G	F	C	G	F	C	G	F	C	G	F	C	
T Test Genetic	Time	14.87 ± 1.5	14.3 ± 0.13	14.66 ± 0.83	14.46 ± 0.87	13.18 ± 0.74	14.26 ± 0.42	14.51 ± 0.7	12.67 ± 0.42	12.96 ± 0.01	0.015*	0.020*	0.012*
	HR Max	118 ± 22.72	168.5 ± 9.19	141 ± 19.8	168 ± 13	180 ± 9.9	162.5 ± 7.78	119.33 ± 13.32	153 ± 2.83	141 ± 14.14	0.055	0.114	0.490
	HR Avg	109.33 ± 18.58	146 ± 4.41	127.5 ± 12.02	154 ± 16.64	154.5 ± 2.12	130.5 ± 0.71	110.33 ± 21.08	143 ± 4.24	127.5 ± 17.68	0.079	0.103	0.698
	Impacts	14.67 ± 4.73	6.5 ± 1.12	20.5 ± 4.95	0.78 ± 0.04	0.71 ± 0.05	28.5 ± 2.12	20 ± 11	10 ± 7.07	19 ± 5.66	0.078	0.150	0.216
T Test Specific	PL	0.74 ± 0.03	0.63 ± 0.03	0.85 ± 0.01	0.78 ± 0.04	0.71 ± 0.05	0.91 ± 0.04	0.67 ± 0.08	0.51 ± 0.05	0.6 ± 0.08	0.346	0.048*	0.025*
	PL/min	2.9 ± 0.16	2.45 ± 0.02	3.24 ± 0.17	2.55 ± 0.22	2.34 ± 0.26	2.99 ± 0.06	2.76 ± 0.29	2.4 ± 0.15	2.78 ± 0.4	0.624	0.048*	0.432
	Time	15.67 ± 1.16	15.8 ± 0.75	15.85 ± 1.93	16.85 ± 1.41	16.18 ± 1.04	16.85 ± 0.42	16 ± 1.3	14.88 ± 1.3	14.88 ± 1.3	0.390	0.058	0.145
	HR Max	131 ± 15.13	174 ± 12.73	175 ± 8.49	165 ± 24.25	179 ± 11.31	145.5 ± 33.23	144 ± 9.17	150 ± 2.83	138 ± 1.41	0.127	0.056	0.504
Arc Test Right	HR Avg	119.33 ± 6.35	155.5 ± 0.71	161.5 ± 3.54	147.67 ± 18.77	150.5 ± 6.36	134.5 ± 19.09	131.1 ± 13.11	138 ± 1.41	135 ± 5.66	0.052	0.084	0.283
	Impacts	6 ± 1.73	6 ± 2.83	10.5 ± 2.12	10.33 ± 4.04	12.5 ± 3.54	14.5 ± 7.28	19.33 ± 21.36	5.5 ± 3.54	14 ± 8.49	0.497	0.125	0.876
	PL	0.66 ± 0.03	0.64 ± 0.02	0.77 ± 0.02	0.8 ± 0.06	0.76 ± 0.02	0.8 ± 0.04	0.6 ± 0.03	0.52 ± 0.04	0.59 ± 0.07	0.016*	0.036*	0.113
	PL/min	2.34 ± 0.09	2.25 ± 0.06	2.46 ± 0.18	2.42 ± 0.36	2.26 ± 0.18	2.55 ± 0.06	2.48 ± 0.21	2.4 ± 0.18	2.74 ± 0.31	0.244	0.244	0.618
Arc Test Left	Time	4.78 ± 0.06	5.09 ± 0.91	4.62 ± 0.17	5.73 ± 0.74	5.06 ± 0.76	5.69 ± 0.26	6.68 ± 0.95	6.7 ± 0.12	6.04 ± 0.69	0.070	0.072	0.170
	Impacts	16.67 ± 4.51	12.5 ± 7.78	24.5 ± 10.61	9.33 ± 0.58	13 ± 5.66	18.5 ± 9.54	13 ± 8.72	12 ± 0	22 ± 1.41	0.283	0.738	0.560
	PL	0.41 ± 0.05	0.39 ± 0.09	0.48 ± 0.04	0.39 ± 0.03	0.38 ± 0.08	0.41 ± 0.02	0.44 ± 0.1	0.4 ± 0.04	0.47 ± 0.05	0.849	0.653	0.338
	PL/min	4.77 ± 0.27	5.04 ± 0.47	4.77 ± 0.01	6.06 ± 0.74	5.68 ± 0.72	5.44 ± 0.05	6.99 ± 0.97	5.99 ± 0.62	6.04 ± 0.56	0.026*	0.378	0.105
Multi-jump	Time	14.33 ± 9.29	15 ± 9.9	23 ± 1.41	11.33 ± 2.08	17.5 ± 6.36	20.5 ± 6.36	17 ± 8.72	12.5 ± 3.54	18.5 ± 0.71	0.843	0.702	0.614
	Impacts	0.43 ± 0.03	0.39 ± 0.07	0.47 ± 0.01	0.41 ± 0.06	0.46 ± 0.01	0.41 ± 0.03	0.45 ± 0.11	0.37 ± 0.08	0.46 ± 0.02	0.913	0.075	0.275
	PL												
	PL/min												

G: guards; F: forwards; C: centers; Aerobic: Test S/G/A/E/R: aerobic capacity; Anaerobic: Test S/G/A/N/A: anaerobic capacity; Abalakov: maximal strength test of lower body; Multi-jump: reactive strength test of lower body; RSA: repeat sprint ability test; T Test Genetic: conventional T test; T Test Specific: specific T test with ball; Arc Test Right: right centripetal strength test; Arc Test Left: left centripetal strength test; Circuit: part of circuit completed by the players; HR Avg: heart rate average; HR Max: heart rate maximum; HR Rec: heart rate recovery (two minutes after the end of the test); PL: player load; PL/min: player load/minute; \*  $p < 0.05$ .

As observed in Figure 1, the evolution of the PF of the players according to the moment of the season and game position varied depending on different requirements such as competition and training. Furthermore, there were significant differences in the vast majority of tests performed. In the aerobic capacity test, it was observed that the results showed significant differences in the first assessment with guards compared to centers and forwards. These differences disappeared in the following assessment, and the results between game positions were homogenized. In the anaerobic capacity test, the results showed that, in the first assessment, there were significant differences between game positions. The guards showed significant differences with regard to forwards and centers. In the second assessment, these differences disappeared; however, in the third assessment, coinciding with the end of the season, they appeared again as in the first assessment. In the Abalakov test and multi-jump test, the results showed significant differences in the first assessment between forwards and centers. These differences in the second assessment changed, and significant differences between guards and forwards appeared, while, in the multi-jump test, there were no differences between game positions. Finally, the results were equal in the last assessment, and no significant differences were found according to game position. In the RSA test, the results showed significant differences in the first assessment between guards and centers. These differences in the second and third assessments disappeared, and the results were homogenized without taking into account the game position. In the T test (generic and specific), the results did not show significant differences between game positions. In the second assessment in the generic test, significant differences appeared between forwards and centers. Finally, in the third assessment of the generic test, significant differences appeared between guards and forwards, while, in the specific test, no significant differences were found throughout the season. Finally, in the Arc test, the results were similar throughout the season. There were no significant differences between game positions in any of the assessments. In both the right-hand test and the left-hand test, the differences between players were small.

Table 1 complements Figure 1, since all the variables of each test were analyzed and the different assessments, and the significant differences between game positions are shown. Table 1 shows the results obtained based on the different game positions in each moment of the season. The results showed significant differences in the tests of aerobic capacity, travel speed (RSA), generic agility, specific agility, and left centripetal force depending on the game position taking into account the three assessments carried out during the season. The guards and centers were those that obtained the greatest significant differences, with their evolution being higher than that of the forwards. As observed in Table 2, the results obtained from the analysis of the three assessments together showed significant differences in the majority of the analyzed tests. In the aerobic capacity test, the results between guards, forwards, and centers were similar, although there were significant differences in the variables *Scores* ( $p = 0.038$ ), *Efficacy* ( $p = 0.031$ ), and *Impacts* ( $p = 0.041$ ). In the anaerobic lactic capacity test, the forwards were those with the best level, while the guards were those with the worst results in the test. In addition, there were significant differences between positions in the variables *Parts of circuit* ( $p = 0.023$ ), *Shots* ( $p = 0.019$ ), and *Heart rate average* ( $p = 0.036$ ). In the lower body strength tests (Abalakov and multi-jump), the guards were those who obtained the best results in both, accompanied by centers in the multi-jump test. Regarding the displacement speed test (RSA test), the forwards were those that obtained the best results with significant differences in the *Impacts* variable ( $p = 0.034$ ). In the agility tests, the centers and forwards obtained the best results. Furthermore, in the generic test, there were significant differences in the *Heart rate maximum* ( $p = 0.042$ ), *Impacts* ( $p = 0.001$ ), *Player load* ( $p = 0.031$ ), and *PlayerLoad/minute* ( $p = 0.001$ ), while, in the specific test, there were significant differences in the *Heart rate maximum* ( $p = 0.041$ ) and *Average heart rate* ( $p = 0.033$ ). Finally, in the centripetal strength tests, all players obtained similar results in the execution time, although, in the test to the right, there were significant differences in the *Impacts* variable ( $p = 0.012$ ).

**Table 2.** Descriptive and inferential results of the tests carried out according to game position.

		Guards Avg ± SD	Forwards Avg ± SD	Centers Avg ± SD	F	Sig.	
Aerobic Capacity	Circuit	132.13 ± 7.18	132.17 ± 10.59	132 ± 10.42	0.011	0.989	
	Shots	11.13 ± 0.64	11.33 ± 0.82	11.29 ± 0.95	0.37	0.696	
	Scores	4.5 ± 2.83	2.67 ± 1.51	6 ± 2	3.956	0.038 *	Π
	Efficacy (%)	40.1 ± 24.68	23.16 ± 12.01	52.73 ± 15.46	4.255	0.031 *	Ω
	HR Avg	177.13 ± 24.45	183 ± 13.37	179.29 ± 7.67	0.188	0.831	
	HR Max	187.38 ± 25.04	192 ± 10.37	196.43 ± 8.89	0.366	0.698	
	HR Rec	133 ± 14.49	126.83 ± 14.22	137.43 ± 8.56	0.861	0.439	
	Impacts	480.13 ± 123.25	423.67 ± 170.36	641.43 ± 149.68	3.819	0.041 *	Π
	PL	26.78 ± 3.11	25.72 ± 2.16	27.62 ± 1.28	0.941	0.408	
	PL/min	2.24 ± 0.26	2.14 ± 0.18	2.3 ± 0.11	0.876	0.433	
	Acc/min	32.66 ± 4.43	33.25 ± 3.97	34.5 ± 4.06	0.048	0.953	
	Dec/min	32.65 ± 4.44	33.24 ± 3.94	34.49 ± 4.08	0.047	0.954	
Anaerobic Capacity	Circuit	113.57 ± 3.64	118.5 ± 2.95	117.83 ± 7.08	4.665	0.023 *	Ω
	Shots	29.29 ± 0.76	29.83 ± 0.75	31.17 ± 1.6	5.006	0.019 *	§
	Scores	23.86 ± 4.3	24.5 ± 2.88	28.5 ± 2.66	0.817	0.457	
	Efficacy (%)	81.41 ± 14.07	82.1 ± 9.19	91.51 ± 8.04	0.255	0.778	
	HR Avg	174.29 ± 8.04	179.5 ± 8.07	166 ± 4.86	4.022	0.036 *	§
	HR Max	192.71 ± 6.05	193.67 ± 9.67	189.33 ± 6.25	0.741	0.49	
	HR Rec	130.86 ± 17.91	137 ± 5.02	130.67 ± 10.15	0.588	0.566	
	Impacts	370.14 ± 73.54	252.5 ± 73.36	300.67 ± 45.72	0.942	0.408	
	PL	12.97 ± 1.7	12.46 ± 0.8	12.69 ± 0.61	0.613	0.553	
	PL/min	1.3 ± 0.17	1.25 ± 0.08	1.27 ± 0.06	0.618	0.55	
Strength Lower Body	Time (ms)	544.5 ± 40.82	475.83 ± 62.32	533 ± 55.21	2.42	0.117	
	Height	36.51 ± 5.82	28.15 ± 7.28	35.13 ± 6.71	2.208	0.139	
	Impulse (G)	1.95 ± 0.33	2.21 ± 0.6	2.37 ± 0.83	1.321	0.292	
Reactive Strength	Time (ms)	494.24 ± 47.15	451.93 ± 41.15	484.53 ± 60.06	1.008	0.385	
	Height Avg	30.24 ± 5.26	25.88 ± 4.79	30.27 ± 5.67	1.199	0.324	
	Impulse Avg (G)	3.27 ± 0.57	4.23 ± 0.72	3.07 ± 0.74	3.473	0.053	
Speed	Time Avg	3.92 ± 0.59	3.374 ± 1.74	3.926 ± 0.57	0.444	0.648	
	Impacts	64.86 ± 20.24	54.5 ± 23.76	88.83 ± 14.97	4.094	0.034 *	Π
	PL	2.55 ± 0.39	2.33 ± 0.4	2.7 ± 0.24	1.395	0.273	
	PL/min	1.24 ± 0.19	1.13 ± 0.2	1.32 ± 0.11	1.524	0.245	
Generic Agility	Time	14.89 ± 1.8	13.72 ± 2.53	13.82 ± 2.18	0.189	0.83	
	HR Max	137.14 ± 32.82	167.17 ± 13.6	144.33 ± 17.77	3.788	0.042 *	Ω
	HR Avg	125.29 ± 31.67	147.83 ± 5.78	128.5 ± 11.08	2.594	0.102	
	Impacts	18.29 ± 7.85	9 ± 3.85	26.5 ± 4.68	11.786	0.001 *	Ω-§
	PL	0.74 ± 0.08	0.61 ± 0.1	0.82 ± 0.1	4.252	0.031 *	Ω
	PL/min	2.65 ± 0.21	2.39 ± 0.14	3.09 ± 0.14	9.954	0.001 *	Ω
Specific Agility	Time	16.21 ± 2.17	15.29 ± 2.96	15.48 ± 2.56	0.147	0.865	
	HR Max	138.86 ± 32.78	167.67 ± 15.87	150.17 ± 27.49	3.818	0.041 *	Ω
	HR Avg	125.29 ± 26.78	148 ± 8.58	139.17 ± 21.08	4.132	0.033 *	Ω
	Impacts	13.29 ± 13.95	8 ± 4.34	12.83 ± 5.78	0.517	0.605	
	PL	0.7 ± 0.1	0.64 ± 0.11	0.73 ± 0.08	1.019	0.381	
	PL/min	2.44 ± 0.25	2.3 ± 0.14	2.55 ± 0.24	3.16	0.067	
Centripetal Force (R)	Time	5.62 ± 1.03	5.59 ± 0.96	5.64 ± 0.85	0.16	0.853	
	Impacts	11.75 ± 4.8	14.33 ± 6.06	20.29 ± 6.37	5.728	0.012 *	§
	PL	0.4 ± 0.05	0.41 ± 0.08	0.44 ± 0.05	1.789	0.196	
Centripetal Force (L)	Time	5.95 ± 1.23	5.63 ± 0.66	5.44 ± 0.57	0.685	0.517	
	Impacts	13.38 ± 6.86	16.83 ± 5.78	19.14 ± 5.18	2.368	0.122	
	PL	0.43 ± 0.07	0.43 ± 0.04	0.42 ± 0.06	0.735	0.493	

*Circuit*: parts of circuit completed by the players; *HR Avg*: heart rate average; *HR Max*: heart rate maximum; *HR Rec*: heart rate recovery (two minutes after the end of the test); *PL*: player load; *PL/min*: player load/minute;  $\Omega$ : significant post hoc differences between guards and forwards;  $\S$ : significant post hoc differences between guards and centers;  $\Pi$ : significant post hoc differences between forwards and centers. \*  $p < 0.05$ .

#### 4. Discussion

The objectives of the present study were to analyze the differences in PF by game position and to identify the differences in the evolution of PF in different moments of the season of a U18 female basketball team. In addition, an analysis was carried out between game positions with general differences in the global assessment. Once the analysis was done, some differences were found depending on the game position and for different assessments of the season moment in which the tests were carried out.

The analysis of the internal and external load using an integral battery of basketball-specific field tests is not common practice in women's sports and, to a lesser extent, in formative sports. Currently, the assessment of PF is carried out through laboratory or generic tests regardless of the sport practiced [12]. Due to the lack of knowledge in this type of sample, the results are sometimes adapted from results that come from high-level teams [40] or national teams [41]. For this reason, it is believed that the analysis of PF in training categories is relevant since the principles of specificity and individualization of the athlete are ignored [26].

#### 4.1. Differences by Game Positions

The data obtained in this study show that the players with center positions are those that obtained the highest scores and efficiency when shooting in the aerobic test. In line with this, Reference [42] analyzed the statistics in European competitions for game positions and observed that the centers were those who scored the most two-points shots. Similar results were observed in the rest of the analyzed variables, regardless of the game position. Along these lines, Reference [43] considered that the aerobic results of the athletes should be homogeneous regardless of the position of the players. In contrast to what was stated previously, Reference [44] confirmed significant differences between game positions in the same category by carrying out generic tests. The results obtained in this study coincide with those existing in the literature in that the centers are those who make the best two-point shots and there are no major differences in the aerobic capacity between different game positions. These statements may be due to the fact that, because of their game being closer to the basket, the centers are used to throwing from that area regardless of the game category.

With regard to the Anaerobic Capacity test, the guards were those who completed the fewest *Parts of circuit*. According to Reference [43], there are significant differences in this ability for players in the same category. In addition, Reference [45] added that these differences may be a predictor of the level of game. This could be due to the fact that forward and center players in this team have higher levels than the guards. The test that Reference [45] carried out was one in which the athlete travels without taking into account elements or technical-tactical actions of the sport.

In the lower body strength tests, no significant difference was observed. All players showed similar lower body strength and lower body fatigue tolerance. So far, the studies that performed the jump test in players in the U18 category mostly involved male teams. Despite this, the literature shows very disparate results [44,46,47]. This variety in the obtained results is characterized by having samples of different genders or competitive levels to the team analyzed in this study. In this research, the results obtained compared to those found in the literature are similar, considering that they were compared with male players. For this reason, it can be stated that, although there are differences between genders and game positions, the differences are usually similar regardless of the gender of the players.

In the displacement speed test, significant differences were observed in the impacts of centers, which may be due to their larger size. Regarding the time variable, no significant differences were observed between game positions. This may be due to the fact that there is not much anthropometric difference between centers and other players in different game positions. Although there are no differences in the time used, the centers support more load and fatigue before the same stimulus (14-meter sprint). Regarding the distance to travel, each research study in the literature chose a different distance to that chosen in this research.

Agility tests showed differences in time for the generic and specific tests. In addition, in the specific agility test, the results showed that forwards obtained lower *HR Max*. In terms of generic agility, forwards showed significant differences in the *Impacts* variable, related to PL and PL/min. In line with this, Reference [46] carried out a test with and without the ball, finding differences in time between both tests due to the involvement of the ball. With regard to agility and direction changes, Reference [48] found a correlation between the T test and the changes in direction that players make during the game. In this study, the execution time of the test was higher than the values that exist in the literature. These differences may be due to the level of competition and to the comparison between

male and female teams. Regarding the differences between generic and specific tests, the PF is the only aspect evaluated in the generic test. However, in the specific test, the technique of the evaluated player affects the physical aspects due to them intrinsically carrying the ball in the displacements. Furthermore, the existing research in the literature used male players as participants.

As for the changes of direction, the centripetal force test forces the athlete to undergo continuous changes of direction so that they can move at the highest possible speed with a curved trajectory. The results showed significant differences in the centers, who performed a higher number of impacts. Regarding this test, there are no similar tests in the literature that assess the athlete's centripetal force as it is a new assessment. The differences of centers, e.g., in the displacement speed test, are due to them supporting greater fatigue before the same stimulus than the guards or forwards.

#### *4.2. Evolution during the Season*

In the aerobic capacity test, the results showed significant differences between the players with the same game position at different times of the season. The results showed that the guards and the centers obtained significant differences in the variables HR recovery, accelerations/minute, and decelerations/minute. In addition, players with a forward position obtained significant differences in the player load and player load/minute variables. Along these lines, Reference [49] analyzed the evolution of the aerobic capacity of a U18 team and discovered an improvement over the months. These improvements were due to the training process that improved physical qualities, although the improvements were not optimal. The results obtained in this research showed a significant improvement throughout the season, possibly due to the accumulation of training load supported by the players at the end of the season.

In the anaerobic capacity test, no significant differences were found during the season. Related to these findings, Reference [50] demonstrated that training and competition processes improve this capacity during the season. Contrary to these findings, the results of this research confirmed that there was no improvement in this capacity during the season. These results may be due to the training process that did not include specific tasks to improve this ability. The differences between the findings of this research and the results existing in the literature may be due to the fact that they were different sports although they shared formal logic (invasion sport and intermittent), as well as the fact that the participants were male players.

There were also no significant differences identified during the season in the lower body strength tests. Related to this capacity, Reference [49] stated that the lower body strength, frequently used for jumps and different movements in sports like basketball, undergoes an evolution during the season as a result of training and competition. In this case, the study sample did not show improvements in this capacity, and the cause may have been the same as for anaerobic capacity. Related to the lower body strength, the results in the displacement speed test (RSA test) showed significant differences in the guards and centers in the time variable and player load. Along these lines, Reference [51] demonstrated that this variable showed differences during the season. These differences allowed the athletes to improve their values at the beginning and, as a result of training and competition, they reached a plateau where this quality did not improve and, finally, the results worsened as a result of fatigue and the high end-of-season load. This may be due to the fact that, during the training process, no specific tasks were designed to work this capacity or no extra work was done to improve this capacity.

As for the agility tests, in the generic version, there were significant differences between positions in the variables time and player load. This is because, if an athlete maintains demand for a longer time, the total value of this demand (PL) will also be higher. By contrast, in the specific version, there were also significant differences in the player load variable between players. Related to this, Reference [49] analyzed the evolution of agility. The results showed the same pattern as in the RSA test.

Finally, in the centripetal strength tests, significant differences were only found in the variable time for the left test in the guards. There is a gap in literature related to this capacity, which became

fashionable in recent years [16]. The centripetal force is a quality of the athlete related to the ability to generate changes of rhythm and direction, commonly used in team sports.

## 5. Conclusions

The results obtained in the present study of the analysis and differentiation of PF in female U18 basketball players showed that there are differences in the level of PF of the players with different game positions. These results showed values in the PF tests regardless of the game position and the anthropometric factors linked to it. The differences in the evolution of PF during the season were analyzed according to the game position. The results showed little evolution of the PF during the season. These differences were found in all tests performed except for three tests (agility specific, centripetal force right, and centripetal force left). As for the differences between game positions, most of them occurred between guards and forwards. Finally, the test that provided the greatest difference between positions was the general agility test. These differences may be due to the fact that, in this test, only the PF of the athlete is evaluated, without taking into account other aspects as in the specific agility test (technical aspects of the sport itself). For all these reasons, it can be stated that the training designed by the coach is not optimal since it does not take into account the demands and requirements of U18 female basketball players. For further research, it would be interesting to replicate the approach with a larger number of samples, categories, genders, and geographic areas.

### 5.1. Practical Applications

The results of the research require new strategies to improve and maintain the PF of the analyzed players over time in order to optimize performance in competition. For this, some of the applications to be carried out may be (i) to modify the training structure since not all the players improved their PF, (ii) to design specific tasks of PF [52] for some qualities that are very important in the match but that during training do not appear as much as in competition, (iii) to introduce specific training sessions to work mainly on strength (strength task in the gym and strength task in the field adapted to basketball), where it is advisable to design training sessions at least once a week to work on the strength or power depending on the moment of the season and the objectives to be achieved, (iv) to perform a physical periodization to train during the season and, based on that, to design tasks with more or less rest and different intensities [53], and (v) to work on physical aspects, individually taking into account the requirements of the competition or training sessions, the specific game position, and the results obtained in physical fitness assessments. For example, guards and forwards must perform more tasks related to explosive strength, agility, and speed, while centers should perform tasks focused primarily on gaining strength.

### 5.2. Limitations

This study analyzed a single regional level team that competes in the Spanish Championship, but that does not qualify for the final phase. Therefore, the obtained results are not generalized, since the physical and anthropometric conditions of the players are a factor to be taken into account in this type of research. In addition, by collecting data from only one team, the results showed the casuistry of that team, which may not be the same in another team. This paper sought to show the importance of monitoring and assessing the PF of athletes to individualize training based on the needs and specificities of each player.

**Author Contributions:** Conceptualization, D.M.-T. and N.M.-E.; methodology, D.M.-T.; software, N.M.-E.; validation, D.M.-T., N.M.-E., and S.J.I.; formal analysis, D.M.-T.; investigation, N.M.-E.; resources, S.J.I.; data curation, S.J.I.; writing—original draft preparation, D.M.-T. and N.M.-E.; writing—review and editing, N.M.-E.; visualization, D.M.-T.; supervision, S.J.I.; project administration, S.J.I.; funding acquisition, S.J.I. All authors read and approved the final manuscript.

**Funding:** This research was partially subsidized by the Assistance to Research Groups (GR18170) from Junta de Extremadura (Consejería de Economía and Infraestructuras), with the contribution of the European Union



through FEDER, as well as aid for pre-doctoral students granted by the University of Extremadura through its Own Research Plan.

**Conflicts of Interest:** The authors declare no conflicts of interest. The funders had no role in the design of the study; in the collection, analyses, or interpretation of data; in the writing of the manuscript, or in the decision to publish the results.

## References

1. Erculj, F.; Blas, M.; Bracic, M. Physical demands on young elite European female basketball players with special reference to speed, agility, explosive strength, and take-off power. *J. Strength Cond. Res.* **2010**, *24*, 2970–2978. [CrossRef] [PubMed]
2. Ziv, G.; Lindor, R. Physical attributes, physiological characteristics, on-court performances and nutritional strategies of female and male basketball players. *Sports Med.* **2009**, *39*, 547–568. [CrossRef] [PubMed]
3. Ostojic, S.M.; Mazic, S.; Dikic, N. Profiling in basketball: Physical and physiological characteristics of elite players. *J. Strength Cond. Res.* **2006**, *20*, 740–744. [CrossRef] [PubMed]
4. Drinkwater, E.J.; Pyne, D.B.; McKenna, M.J. Design and interpretation of anthropometric and fitness testing of basketball players. *Sports Med.* **2008**, *38*, 565–578. [CrossRef] [PubMed]
5. Ibáñez, S.J. La planificación y el control del entrenamiento técnico-táctico en baloncesto. In *Fisiología, Entrenamiento y Medicina del Baloncesto*; Terrados, N., Calleja, J., Eds.; Paidotribo: Barcelona, Spain, 2008; pp. 299–313.
6. Bangsbo, J. *Entrenamiento de la Condición Física en el Fútbol*; Paidotribo: Barcelona, Spain, 2008.
7. Torres-Unda, J.; Zarrasquin, I.; Gil, J.; Ruiz, F.; Irazusta, A.; Kortajarena, M.; Seco, J.; Irazusta, J. Anthropometric, physiological and maturational characteristics in selected elite and non-elite male adolescent basketball players. *J. Sports Sci.* **2013**, *31*, 196–203. [CrossRef]
8. McGill, S.M.; Andersen, J.T.; Horne, A.D. Predicting performance and injury resilience from movement quality and fitness scores in a basketball team over 2 years. *J. Strength Cond. Res.* **2012**, *26*, 1731–1739. [CrossRef]
9. Gomes, J.H.; Rebello, R.; Almeida, M.B.D.; Zanetti, M.C.; Leite, G.D.S.; Figueira-Júnior, A.J. Relationship between physical fitness and game-related statistics in elite professional basketball players: Regular season vs. playoffs. *Motriz* **2017**, *23*, 1–7. [CrossRef]
10. Montgomery, P.G.; Pyne, D.B.; Hopkins, W.G.; Minahan, C.L. Seasonal progression and variability of repeat-effort line-drill performance in elite junior basketball players. *J. Sports Sci.* **2008**, *26*, 543–550. [CrossRef] [PubMed]
11. Salinero, J.J.; González-Millán, C.; Vicente, D.R.; Vicén, J.A.; García-Aparicio, A.; Rodríguez-Cabrero, M.; Cruz, A. Valoración de la condición física y técnica en futbolistas jóvenes. *Int. J. Med. Sci. Phys. Act Sport* **2013**, *13*, 401–418.
12. Mancha-Triguero, D.; García-Rubio, J.; Calleja-González, J.; Ibáñez, S.J. Physical fitness in basketball players: A systematic review. *J. Sports Med. Phys. Fit* **2019**, *59*, 1513–1525. [CrossRef]
13. Kellmann, M.; Bertollo, M.; Bosquet, L.; Brink, M.; Coutts, A.J.; Duffield, R.; Erlacher, D.; Halson, S.L.; Hecksteden, A.; Heidari, J.; et al. Recovery and performance in sport: Consensus statement. *Int. J. Sport Physio.* **2018**, *13*, 240–245. [CrossRef] [PubMed]
14. Csapo, R.; Hoser, C.; Gföller, P.; Raschner, C.; Fink, C. Fitness, knee function and competition performance in professional alpine skiers after ACL injury. *J. Sci. Med. Sport* **2018**, *22*, 39–43. [CrossRef] [PubMed]
15. Hoare, D.G. Predecir el éxito en jugadores de baloncesto de elite junior: La contribución de los atributos antropométricos y fisiológicos. *Rev. Int. Med. Cienc. Act. Fis Deporte* **2000**, *3*, 391–405.
16. Mancha-Triguero, D.; García-Rubio, J.; Ibáñez, S.J. SBAFIT: A field-based test battery to assess physical fitness in basketball players. *EBM JSS* **2019**, *15*, 107–126.
17. Ibáñez, S.J.; García-Rubio, J.; Gómez-Ruano, M.A.; González-Espinosa, S. The impact of rule modifications on elite basketball teams' performance. *J. Hum Kinet* **2018**, *62*, 181–193. [CrossRef] [PubMed]
18. Ibáñez, S.J.; García-Rubio, J.; Rodríguez-Serrano, D.; Feu, S. Development of a Knockout Competition in Basketball: A Study of the Spanish Copa del Rey. *Front Psychol.* **2019**, *10*, 2457. [CrossRef]

19. Ibáñez, S.J.; Sáenz-López, P.; Giménez, J.; Sampaio, J.; Janeira, M.A. Game statistics discriminating the final outcome of Junior World Basketball Championship matches (Portugal'99). *J. Hum. Mov. Stud.* **2003**, *45*, 01–19.
20. Ibáñez, S.J.; Mazo, A.; Nascimento, J.; García-Rubio, J. El efecto de la edad relativa en el baloncesto de menores de 18 años: Efectos sobre el rendimiento según la posición de juego. *PLoS ONE* **2018**, *13*, in press.
21. Leite, N.M.C. Treino Desportivo em Basquetebol: Caracterização do processo de preparação desportiva a longo prazo em Portugal. In *Aportaciones Teóricas y Prácticas Para el Baloncesto del Futuro*; Lorenzo, A., Ibáñez, S.J., Ortega, E., Eds.; Wanceulen SL: Sevilla, Spain, 2010.
22. Puente, C.; Abián-Vicén, J.; Areces, F.; López, R.; Del Coso, J. Physical and physiological demands of experienced male basketball players during a competitive game. *J. Strength Cond. Res.* **2017**, *31*, 956–962. [CrossRef]
23. Scanlan, A.T.; Dascombe, B.J.; Kidcaff, A.P.; Peucker, J.L.; Dalbo, V.J. Gender-specific activity demands experienced during semiprofessional basketball game play. *Int. J. Sports Physiol. Perform.* **2015**, *10*, 618–625. [CrossRef]
24. Boles, C.A.; Ferguson, C. The female athlete. *Radiol. Clin.* **2010**, *48*, 1249–1266. [CrossRef]
25. Delextrat, A.; Badiella, A.; Saavedra, V.; Matthew, D.; Schelling, X.; Torres-Ronda, L. Match activity demands of elite Spanish female basketball players by playing position. *Int. J. Perform. Anal. Sport* **2015**, *15*, 687–703. [CrossRef]
26. Bompa, T.O.; Buzzichelli, C. *Periodization: Theory and Methodology of Training*; Human Kinetics: Champaign, IL, USA, 2018.
27. Scanlan, A.T.; Tucker, P.S.; Dalbo, V.J. A comparison of linear speed, closed-skill agility, and open-skill agility qualities between backcourt and frontcourt adult semiprofessional male basketball players. *J. Strength Cond. Res.* **2014**, *28*, 1319–1327. [CrossRef] [PubMed]
28. Castagna, C.; Chaouachi, A.; Rampinini, E.; Chamari, K.; Impellizzeri, F. Aerobic and explosive power performance of elite Italian regional-level basketball players. *J. Strength Cond. Res.* **2009**, *23*, 1982–1987. [CrossRef] [PubMed]
29. Ato, M.; López-García, J.J.; Benavente, A. Un sistema de clasificación de los diseños de investigación en psicología. *Ann. Psicol.* **2013**, *29*, 1038–1059. [CrossRef]
30. Ibáñez, S.J.; Antúnez, A.; Pino-Ortega, J.; García-Rubio, J. Control del entrenamiento mediante el empleo de tecnologías en tiempo real en balonmano. In *Avances Científicos Para el Aprendizaje y Desarrollo del Balonmano*; Feu, S., García-Rubio, J., Ibáñez, S.J., Eds.; Universidad de Extremadura: Cáceres, Spain, 2018; pp. 167–192.
31. Mancha-Triguero, D.; García-Rubio, J.; Antúnez, A.; Ibáñez, S.J. Physical and Physiological Profiles of Aerobic and Anaerobic Capacities in Young Basketball Players. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2020**, *17*, 1409. [CrossRef] [PubMed]
32. Reina, M.; García-Rubio, J.; Feu, S.; Ibáñez, S.J. Training and Competition Load Monitoring and Analysis of Women's Amateur Basketball by Playing Position: Approach Study. *Front Psychol.* **2019**, *9*. [CrossRef]
33. Reina, M.; García-Rubio, J.; Pino-Ortega, J.; Ibáñez, S.J. The Acceleration and Deceleration Profiles of U-18 Women's Basketball Players during Competitive Matches. *Sports* **2019**, *7*, 165. [CrossRef]
34. Ibáñez, S.J.; Mancha-Triguero, D.; Reina, M.; García-Rubio, J. Evaluación de la capacidad aeróbica y anaeróbica de jugadores de baloncesto en edades de formación. In *Baloncesto Formativo. La Preparación Física II, Camino Hacia El Alto Rendimiento*, 1st ed.; Esper Di Cesare, P.A., Ed.; Autores de Argentina: Buenos Aires, Argentina, 2019; pp. 365–388.
35. Schelling, X.; Torres-Ronda, L. An integrative approach to strength and neuromuscular power training for basketball. *Strength Cond. J.* **2016**, *38*, 72–80. [CrossRef]
36. Newell, J.; Aitchison, T.; Grant, S. *Statistics for Sports and Exercise Science: A Practical Approach*; Routledge: London, UK, 2014.
37. Mauchly, J.W. Significance test for sphericity of a normal n-variate distribution. *Ann. Math. Statist.* **1940**, *11*, 204–209. [CrossRef]
38. Field, A. *Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics*; Sage: London, UK, 2013.
39. O'Donoghue, P. *Statistics for Sport and Exercise Studies: An Introduction*; Routledge: London, UK, 2013.
40. Doma, K.; Leicht, A.; Sinclair, W.; Schumann, M.; Damas, F.; Burt, D.; Woods, C. The impact of exercise-induced muscle damage on physical fitness qualities in elite female basketball players. *J. Strength Cond. Res.* **2018**, *32*, 1731–1738. [CrossRef] [PubMed]

41. Štrumbelj, B.; Vuckovic, G.; Jakovljevic, S.; Milanovic, Z.; James, N.; Erculj, F. Graded shuttle run performance by playing positions in elite female basketball. *J. Strength Cond. Res.* **2015**, *29*, 793–799. [CrossRef] [PubMed]
42. Sampaio, J.; Lorenzo, A.; Gómez-Ruano, M.Á.; Matalarranha, J.; Ibáñez, S.J.; Ortega, E. Análisis de las estadísticas discriminantes en jugadores de baloncesto según su puesto específico, en las finales de las competiciones europeas (1988-2006). Diferencias entre jugadores titulares y suplentes. *Apunts* **2009**, *96*, 53–58.
43. Sallet, P.; Perrier, D.; Ferret, J.M.; Vitelli, V.; Baverel, G. Physiological differences in professional basketball players as a function of playing position and level of play. *J. Sports Med. Phys. Fit* **2005**, *45*, 291–294.
44. Fort-Vanmeerhaeghe, A.; Montalvo, A.; Latinjak, A.; Unnithan, V. Physical characteristics of elite adolescent female basketball players and their relationship to match performance. *J. Hum. Kinet.* **2016**, *53*, 167–178. [CrossRef]
45. Delextrat, A.; Cohen, D. Physiological testing of basketball players: Toward a standard evaluation of anaerobic fitness. *J. Strength Cond. Res.* **2008**, *22*, 1066–1072. [CrossRef]
46. Apostolidis, N.; Nassis, G.P.; Bolatoglou, T.; Geladas, N.D. Physiological and technical characteristics of elite young basketball players. *J. Sports Med. Phys. Fit* **2004**, *44*, 157–163.
47. Pion, J.; Segers, V.; Fransen, J.; Debuyck, G.; Deprez, D.; Haerens, L.; Vaeyens, R.; Philippaerts, R.; Lenoir, M. Generic anthropometric and performance characteristics among elite adolescent boys in nine different sports. *Eur. J. Sport Sci.* **2015**, *15*, 357–366. [CrossRef]
48. Abdelkrim, N.B.; Castagna, C.; Jabri, I.; Battikh, T.; El Fazaa, S.; El Ati, J. Activity profile and physiological requirements of junior elite basketball players in relation to aerobic-anaerobic fitness. *J. Strength Cond. Res.* **2010**, *24*, 2330–2342. [CrossRef]
49. Del Fresno, D. Calentamiento competitivo en baloncesto: Revisión bibliográfica y propuesta. *EBM JSS* **2011**, *122*, 1–10.
50. Yanci, J.; Los Arcos, A. Aerobic and anaerobic performance variation in professional soccer players after preseason. *Cult. Cienc. Deporte* **2013**, *8*, 207–215. [CrossRef]
51. Rodríguez, A.; Sánchez, J.; Villa, J. Evolución del rendimiento en la habilidad de repetir Sprint (RSA) según el momento de la temporada y en función de la demarcación de jóvenes futbolistas. *Rev. Prep. Fís Fútbol.* **2014**, *4*, 13–23.
52. Stone, N.M.; Kilding, A.E. Aerobic conditioning for team sport athletes. *Sports Med.* **2009**, *39*, 615–642. [CrossRef] [PubMed]
53. Vázquez-Guerrero, J.; Reche, X.; Cos, F.; Casamichana, D.; Sampaio, J. Changes in External Load When Modifying Rules of 5-on-5 Scrimmage Situations in Elite Basketball. *J. Strength Cond. Res.* **2018**, in press. [CrossRef]



© 2020 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

*10.7. Estudio VII: Are there differences between the loading of an Anaerobic capacity test and an agility test in basketball.*





## Are there differences between the loading of an anaerobic capacity test and an agility test in basketball players?

### *Há diferenças entre a carga de um teste de capacidade anaeróbica e um teste de agilidade em jogadores de basquete?*

David Mancha-Triguero<sup>1</sup>

<https://orcid.org/0000-0001-8080-7565>

Carlos David Gómez-Carmona<sup>1</sup>

<https://orcid.org/0000-0002-4084-8124>

José Martín Gamonales<sup>1</sup>

<https://orcid.org/0000-0002-2444-1535>

Javier García-Rubio<sup>1</sup>

<https://orcid.org/0000-0001-6426-0002>

Sergio J. Ibáñez<sup>1</sup>

<https://orcid.org/0000-0001-6009-4086>

**Abstract** – The objective of this article was to know players' needs in the selected tests, to search for differences between categories and to know if there is any relationship between different tests. The sample consists of 2 teams (u-14, u-16, n=24), which were equipped with a WimuR inertial device. The selected tests were 2 agility tests and a lactic anaerobic capacity test. Neuromuscular and kinematic variables were selected. Descriptive analysis, inferential analysis and analysis of correlation among variables were carried out. Once players' needs are described, there are no significant differences among kinematic variables depending on the sample category. Nonetheless, there is relationship between kinematic and neuromuscular variables of the different tests. It is frequently claimed that capacity tests are those that cause more fatigue in athletes. For this reason, an analysis was carried out comparing a lactic anaerobic capacity test with an agility test in its two versions. The obtained results can facilitate the work and the evaluation time of a physical condition test since results of athletes in a capacity test could be known by performing tests of lesser requirement. In addition, this would avoid players from experiencing a situation of maximum effort and possible injury, also saving training time.

**Key words:** Basketball; Endurance; Physical fitness.

**Resumo** – O objetivo desse trabalho foi conhecer as demandas dos jogadores nos testes selecionados, buscar diferenças entre categorias e buscar conhecer se havia alguma diferença entre distintas provas. A amostra foi formada por duas equipes (sub-14, sub-16; n = 24) que foram monitoradas com dispositivo de inércia WimuR. Selecionaram-se dois testes de agilidade e um teste de capacidade anaeróbica láctica, e testes para variáveis neuromusculares e cinemáticas. Empregou-se a análise descritiva e inferencial. Não houve diferenças significativas entre as variáveis cinemáticas, dependendo da categoria da amostra, porém houve relação entre as variáveis cinemáticas e neuromusculares. Afirma-se frequentemente que os testes de capacidade são os que causam maior fadiga no atleta. Por esse motivo, foi realizada uma análise na qual um teste de capacidade anaeróbica láctica foi comparado com um teste de agilidade em suas duas versões. Os resultados obtidos podem facilitar o trabalho e o tempo de avaliação do teste de aptidão física, pois, ao realizar testes de menor exigência, os resultados do atleta podem ser conhecidos em um teste de capacidade, evitando que ele enfrente uma situação de esforço máximo, uma possível lesão e economia tempo de treinamento.

**Palavras-chave:** Aptidão física; Basquetebol; Resistência.

<sup>1</sup> Facultad Ciencias del Deporte. Grupo de Optimización del Entrenamiento y Rendimiento Deportivo (GOERD). Universidad de Extremadura. Cáceres. España.

Received: 22 March 2019

Accepted: 15 August 2019

#### How to cite this article

Mancha-Triguero D, Gómez-Carmona CD, Gamonales JM, García-Rubio J, Ibáñez SJ. Are there differences between the loading of an anaerobic capacity test and an agility test in basketball players? Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum 2020, 22:e59837. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1980-0037.2020v22e59837>

**Copyright:** This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.



## INTRODUCTION

Basketball is a dynamic and intermittent invasion team sport, consisting of fast and short movements, where changes in speed, direction and jumps are an integral part of the game demands<sup>1</sup>. Moreover, at physiological level, basketball is characterized by requiring short-term maximum efforts, and with incomplete recovery between them<sup>2</sup>.

The analysis of all aspects that influence sport or competition gives the coach more information about individual and team performance.

Therefore, for correct training design, competition requirements should be taken as reference as they describe the actual conditions of the game. Adapting training to these demands cause adaptations in athletes that allow them to face competition successfully<sup>3</sup>. In invasive sports, sports performance is composed of different technical, tactical, psychological and physiological aspects<sup>4</sup>. Although the importance of each individual aspect is unknown, it has been shown that all aspects define the player's final performance and, consequently, the entire team. In this line, there is scientific evidence that identifies a correlation between physical capabilities and performance indicators, being the subject of recent studies, but there is controversy regarding the validity and reliability of data obtained due to the type of test used<sup>5</sup>. General fitness tests are widely used to compare samples of different sports due to the existence of more reference values<sup>6</sup>. Sport-specific tests are also used, although to a lesser extent they appear in literature. These tests provide more accurate information about the athlete's state due to the similarity of the test to the sport or competition itself<sup>7</sup>. A large number of validated fitness tests, specific to a given sport, can be found in literature.

The analysis of the physical condition of athletes is one of the main aspects for training design, because during the season, the adaptations and needs of athletes are different, as well as the goals of their own tasks.

Therefore, monitoring the evolution of the athletes' physical condition will help the coaching staff to know the training level, detect possible irregularities and, if necessary, make training changes<sup>8</sup>.

Agility in basketball players can be a performance-limiting quality because the sport, due to its intrinsic nature, requires the athlete to make rapid movements in different directions on a court shared with different partners and opponents<sup>9</sup>.

Therefore, the player must be quick and agile to achieve possible advantages over the opponent player and reach the goal of advancing to the opponent court<sup>10</sup>. On the other hand, basketball is a dynamic sport that causes the athlete to perform maximum and submaximal efforts with incomplete recovery time<sup>11</sup>.

Therefore, the aims of this study are: (a) to characterize performance during the execution of a agility test and a lactic anaerobic endurance test specific in basketball, depending on the category; (b) to compare the requirements obtained in kinematic and neuromuscular variables between tests and among players of different teams; and (c) to identify the relationships among variables analyzed.



## METHOD

### Design

This research is included in quasi-experimental empirical studies, which seek to examine differences between groups and relationships between tests, non-equivalent group design<sup>12</sup> in order to characterize the performance of basketball players through physical fitness tests.

### Participants

Twenty-four U-14 and U-16 players from two teams participating in the national championship and voluntarily participated in this research (U-14:  $n = 12$ , U-16;  $n = 12$ ). Both coaching staff and players were informed in advance about the details of the investigation and its possible risks and benefits, and signed the informed consent form. In underage players, consent has been signed by their legal guardians. The study was developed based on the ethical provisions of the Declaration of Helsinki (2013) and was approved by the University Bioethics Committee (registration number 233/2019).

### Variables

To evaluate athletes' performance, the following variables were analyzed, which are divided into two groups according to the type of requirement: neuromuscular variables and kinematic variables.

- Neuromuscular variables analyze the external load that the player receives in relation to the force of gravity: i) Player Load: is a vector magnitude derived from triaxial accelerometry data that quantifies the movement in high resolution. Accelerations and decelerations are used to construct a cumulative measure of the acceleration change rate. Accumulative measure (PL) and intensity measure ( $PL \cdot \text{min}^{-1}$ ) are used and may indicate the stress rate at which the player is submitted for a certain period of time. As load unit, it has moderate-high degree of reliability and validity<sup>3</sup>. ii) Impacts: measured by the force that the musculoskeletal structures support in relation to gravity (G force). They are classified into intensity levels<sup>6</sup>. Variables were relativized per minute for data equity.
- Kinematic variables analyze the external load that the player makes in relation to the execution time and its displacement: i) execution time of T-Test With / Without Ball: It is the amount of time (measured in seconds) that the player takes to complete the circuit. ii) Number of circuits performed (anaerobic test): This is the number of circuits performed by each player during the 5 periods during which the test lasts; each period is added in order to obtain the best result at the end of the test.

### Instruments and Materials

To record time-movement and neuromuscular variables, each player was equipped with WIMU® inertial device, which was fixed with a harness anatomically adapted to each player. After registration, data were analyzed

by the S PRO® software (RealTrack Systems, Almería, Spain). In addition, Chrono jump photoelectric cells (Boscosystem, Barcelona, Spain) were used to record the time taken by players in each test.

For evaluation purposes, players performed the following physical tests:

- T-test without ball<sup>15</sup>: player executes the T-shaped circuit in the shortest possible time. During the circuit, the player must move in front run, side run to both sides and back run.
- T-test with ball (modified<sup>15</sup>): Same as T-test without ball, but moves must be made while the player performs the steps action with the ball.
- SIG / ANA Anaerobic Test<sup>16</sup>: The player should perform as many laps as possible on the circuit for one minute. The player repeats 5 times (5 minutes in total), with 1 minute recovery between periods (5 minutes in total). The test intersperses 5 minutes of maximum intensity with 5 minutes of recovery. The ability to repeat maximum activity with incomplete recoveries is evaluated. The test consists of displacement without ball, displacement with ball, throwing to the basket, back displacement, defensive movement and performing a rebound jump action.

### Procedure

Each player performed the T-Test agility test (generally and specifically, with ball movement). Later, on the same day, they performed the SIG / ANA Anaerobic Test<sup>16</sup>. The order of tests was: i) T-Test without ball, ii) T-Test with ball, iii) SIG / ANA Anaerobic Test. The choice of order is due to an organization of duration time as it directly influences the type of energy used by the player to perform the proposed activity. Between the two tests, a 5-minute passive recovery was performed. Before the day of the evaluation of tests, athletes performed a familiarization session to prevent the lack of knowledge of the correct performance of tests from being a contaminating variable.

### Data analysis

First, descriptive analysis of quantitative variables (Mean and Typical Deviation) was performed. Secondly, exploratory analysis was performed using the criterion assumption tests<sup>17</sup>, observing non-normal data distribution, so that nonparametric tests for the hypothesis contrast were performed. Finally, an analysis was performed to compare performance between categories using the Mann Whitney U-test and Spearman correlation analysis to identify the correlation among variables. The software used was SPSS 23.0 (SPSS Inc., Chicago IL, USA). Significance was set at  $p < 0.05$ <sup>18</sup>.

## RESULTS

Table 1 shows the descriptive results differentiated by categories. On the one hand, the U-14 team obtained lower scores on both Player Load per minute (PL / min) variables of the three tests and the Impacts per minute (Impacts / min) variables compared to the U-16 team. On the other hand, the U-14 team

traveled shorter distance in the anaerobic test compared to the U-16 team, and their values are higher in the execution time compared to the T-test. In relation to results obtained in the Mann Whitney U-test, it was shown that no variable obtained significant results except for time of the T- Test with ball.

Table 1. Descriptive and inferential results of variables analyzed in basketball teams

	U-14 Team		U-16 Team		Mann Whitney U-test	
	Mean	ST	Mean	ST	U	Sig.
PL/min Anaerobic Test	2.91	0.3	3	0.47	25.000	.491
PL/min T-Test CB	3.25	0.6	3.62	0.67	16.000	.101
PL/min T-Test SB	3.98	0.95	4.01	1.02	21.000	.480
Circuits Anaerobic Test	120.44	10	122	11	29.000	.791
Time T-Test CB	15.77	2.7	13.35	1.2	7.000	.010*
Time T-Test SB	13.87	1.9	12.72	0.87	16.000	.101
Impacts/min Anaerobic Test	36.64	12	45.71	14	19.000	.186
Impacts/min T-Test CB	19.86	3.6	26.98	4	19.000	.638
Impacts/min T-Test SB	45.71	4.8	54.57	6.1	30.000	.873

\*PL/min: Player Load/minute; T-Test CB: T-Test with ball; T-Test SB: T-Test without ball; Impacts/min: Impacts/minute; Time measured in seconds.

Regarding the results of table 2, relationships among variables are observed. Variables PL / min and Impacts / min are significantly related (Impacts / min T-Test with Ball and Impacts / min T-Test without Ball; Impacts / min Anaerobic Test and Impacts / min T-Test with Ball; Impacts / min Anaerobic test and Impact / min T-Test without ball; PL / min T-Test with Ball and PL / min T-Test without ball; PL / min T-Test with ball with all variables except for number anaerobic circuits; PL / min T-Test without ball Impact / min Anaerobic Test and Impacts / min T-Test without ball; Impacts Anaerobic Test and Impacts T-Test without ball).

In addition, the time required to perform the T-Test (without ball) is related to the number of anaerobic test circuits in reverse, and the shorter

Table 2. Correlation results of analyzed variables

	PL/Min Ana	PL/Min T-Test CB	PL/Min T-Test SB	Circuit Total Ana	Time T-Test CB	Time T-Test SB	Impacts Total Ana	Impacts T-Test CB	Impacts T-Test SB
PL/Min Ana	0.137	0.121	0.527	0.837	0.897	0.008	0.044*	0.057	
PL/Min T-Test CB		0.007*	0.206	0.016*	0.008*	0.027*	0.027*	0.013*	
PL/Min T-Test SB			0.919	0.187	0.237	0.052	0.311	0.007*	
Circuit Total Ana				0.137	0.009*	0.816	0.734	0.391	
Time T-Test CB					0.000*	0.008*	0.952	0.682	
Time T-Test SB						0.557	0.804	0.383	
Impacts Total Ana							0.008*	0.003*	
Impacts T-Test CB								0.03*	
Impacts T-Test SB									

\*p<.05; PL/min: Player Load/minute; T-Test CB: T-Test with ball; T-Test SB: T-Test without ball; Impacts/min: Impacts/minute.

the time to perform the T-Test, the greater the number of circuits in the SIG / ANA Anaerobic Test.

## DISCUSSION

The aims of this work were to know the physiological demands of an agility test and a lactic anaerobic capacity test, to compare the requirements obtained in the kinematic and neuromuscular variables between teams of different categories and to identify the relationships among analyzed variables, observing that there are no differences between teams, but there are relationships among variables.

It was observed that the under-16 team obtained better results than the under-14 team. Regarding the analysis of variables analyzed according to the category, the results show significant differences only in time of the T-Test with ball. In this context, maturational development causes athletes differences between categories in terms of abilities such as agility, jumping strength or speed<sup>19</sup>. This may be due to the maturation process impacting the athlete, ensuring greater coordination of the ball movement technique.

Regarding the relational analysis of variables, there are specific and general test variables that are correlated. Thus, it is stated that one of the causes by which this correlation occurs may be the quality of players who have good technique. In situations of variable correlation, the coach should choose a specific test, because data quality and reliability will be higher<sup>5</sup>.

On the other hand, there is relationship among tests that evaluate different qualities or abilities, which is possible due to the fact that both tests not only evaluate the athlete's physical capacity, but also consider technical-tactical aspects of competition for greater specificity, since competition is the most powerful stimulus for athletes<sup>9</sup>.

During the season, for different reasons, fitness tests are often scarce or extracted from indirect data in order not to require extra effort from the player or submit him to a period of great physical stress and generate a possible injury that would lead to temporary disability<sup>20</sup>.

Considering the selected tests, ability tests available in literature are described as maximum tests, while agility tests, due to their characteristics, generate temporary fatigue, and the player recovers in a short period of time<sup>21</sup>.

In this study, the results between lactic anaerobic capacity test and the two agility tests are similar among categories, since there are no significant differences among variables, except for the time of T-Test with ball. The data obtained in this study differ from those found in literature, in which it is mentioned that the maturational development of athletes affects the development of physical condition<sup>22</sup>. This may be due to different reasons, including the training methodology (we must justify why there are no differences between children and adolescents in tests when it should simply be due to maturational development).

Analyzing the results, there is possibility of saving the athlete's time and training efforts, with the main objective of minimizing the risk of

fatigue and injury, because, although these tests evaluate different skills and qualities, the relative values per minute are similar and, there is correlation between neuromuscular and kinematic variables of the different tests.

A priori, lactic anaerobic capacity tests achieve maximum effort of the athlete, generating high fatigue and a possible acute performance deficit due to the duration and generation of lactic acid. In this paper, values of the lactic anaerobic capacity test and the two agility tests are similar among categories and there is correlation among variables. Contrary to results obtained, some authors have reported that ability tests obtain higher values in the athlete's demands than ability or agility tests<sup>21</sup>. This is possible due to the fact that agility tests are mainly tests that evaluate physical power<sup>22</sup>.

In this study, the results of both teams were combined in the analysis with the objective of, although the sample is heterogeneous, obtaining values to generalize results. The choice of the selected tests indicates that basketball is a hybrid sport with interval actions; therefore, these actions should be part of the training program and therefore should be analyzed<sup>23</sup>.

Since these abilities provide the player with better aerobic and anaerobic capacity, this is reflected in the athlete who has greater ability to perform the higher number of explosive and higher-intensity actions, which, in addition, are what make the difference between winning and losing teams<sup>8</sup>.

Taking into account the descriptive results obtained, it could be concluded that, in the T-test without ball, athletes perform greater number of rhythm changes that provide the game without the ball greater explosion and unpredictability, while in the T-test with ball, athletes make fewer changes, are less explosive and therefore perform smoother, continuous movements, which can be interpreted as predictable movements. These data may be related to the importance of introducing ball jumping in tests that indicate that not having a good command of the ball jumping technique limits the possibilities in the game. Higher-level players therefore have the ability to perform the same movements with the same intensity as when they perform them without moving the ball<sup>10</sup>.

## **CONCLUSION**

It was concluded that, although the under-16 team obtained better results in tests performed than the under-14 team, there are only significant differences in the time of T-test with ball, which may be due to the different aspects related to the technique of athletes who composed the sample. Finally, there are correlations among the same variables of different tests, among different variables of the same tests and among different variables of different tests; therefore, and with the main aim of minimizing training time, it could be inferred that, according to two tests with data equity, the choice should be the most specific, as the reliability and validity of data will be higher. This consideration can help save time in analyzing the physical condition of athletes and avoid submitting them to situations of maximum effort that may cause some type of injury or acute performance deficit.

## COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS

### Funding

This work has been partially subsidized by the Aid to Research Groups (GR18170) from the Government of Extremadura (Department of Economy and Infrastructure); with the contribution of the European Union through the FEDER.

### Ethical approval

Ethical approval was obtained from the local Human Research Ethics Committee – Universidad de Extremadura and the protocol (no. 233/2019) was written in accordance with standards set by the Declaration of Helsinki.

### Conflict of interest statement

The authors have no conflict of interests to declare.

### Author Contributions

Conceived and designed the experiments: DM-T, JG-R & SJI. Performed the experiments: DM-T, CDG-C, & JMG. Analyzed data: DM-T, CDG-C, & JMG. Contributed with reagents/materials/analysis tools: DM-T, CDG-C, JMG, JG-R, & SJI. Wrote the paper: DM-T, CDG-C, JMG, JG-R, & SJI.

## REFERENCES

1. Zarić I, Dopsaj M, Marković M. Match performance in young female basketball players: relationship with laboratory and field tests. *Int J Perf Anal Sport* 2018;18(1):90-103.
2. Peyer KL, Pivarnik JM, Eisenmann JC., Vorkapich M. Physiological characteristics of National Collegiate Athletic Association Division I ice hockey players and their relation to game performance. *J Strength Cond Res* 2011;25(5):1183-1192.
3. Sarmento H, Marcelino R, Anguera MT, Campaniço J, Matos N, Leitão JC. Match analysis in football: a systematic review. *J Sports Sci* 2014;32(20):1831-1843.
4. Ziv G, Lidor R. Vertical jump in female and male basketball players-A review of observational and experimental studies. *J Sci Med Sports* 2009;13(3):332-9.
5. Jakovljević ST, Karalejić MS, Pajić ZB, Macura MM, Erculj FF. Speed and agility of 12 and 14 years old elite male basketball players. *J Strength Cond Res* 2012;26(9):2453-2459.
6. Gomes JH, Rebello-Mendes R, Almeida MBD, Zanetti MC, Leite GDS, Ferreira Júnior AJ. Relationship between physical fitness and game-related statistics in elite professional basketball players: Regular season vs. playoffs. *Motriz* 2017;23(2):1-7.
7. Mancha D, Ibáñez SJ, Reina M, Antúnez A. Comparative study about aerobic and anaerobic endurance for basketball players based on the training methodology. *Sport TK* 2017;6(1):183-192.
8. Ibáñez SJ, Sampaio J, Feu S, Lorenzo A, Gómez MA, Ortega E. Basketball game-related statistics that discriminate between teams' season-long success. *Eu J Sport Sci* 2008;8(6):369-372.
9. Green MR, Pivarnik JM, Carrier DP, Womack CJ. Relationship between physiological profiles and on-ice performance of a National Collegiate Athletic Association Division I hockey team. *J Strength Cond Res* 2006;20(1):43-46.

10. Deletrat A, Cohen D. Physiological testing of basketball players: toward a standard evaluation of anaerobic fitness. *J Strength Cond Res* 2008;22(4):1066-1072.
11. McGill SM, Andersen JT, Home AD. Predicting performance and injury resilience from movement quality and fitness scores in a basketball team over 2 years. *J Strength Cond Res* 2012;26(7):1131-1739.
12. Ato M, López JJ, Benavente A. Un sistema de clasificación de los diseños de investigación en psicología. *Ana de Psi* 2013;29(3):1038-1059.
13. Barreira P, Robinson MA, Drust B, Nedergaard N, Raja Azidin RMF, Vanrenterghem J. Mechanical Player Load™ using trunk-mounted accelerometry in football: Is it a reliable, task-and player-specific observation? *J Sports Sci* 2016,35(17);1-8.
14. Cunniffe B, Proctor W, Baker JS, Davies B. An evaluation of the physiological demands of elite rugby union using global positioning system tracking software. *J Strength Cond Res* 2009;23(4):1195-1203.
15. Bloomfield J, Polman R, O'donoghue P, McNaughton LARS. Effective speed and agility conditioning methodology for random intermittent dynamic type sports. *J Strength Cond Res* 2007;21(4):1093-1100.
16. Ibáñez SJ, Sáenz-López P, Gutiérrez A. Test anaeróbico SIG/ANA específico sobre el terreno, para jugadores de baloncesto (Abstract). Congreso Científico Olímpico 1995. Bioquímica, Fisiología del Ejercicio y Medicina del Deporte. Málaga: 1995, p. 209-216.
17. Cubo S. La investigación experimental. In Cubo S, Marín B, Ramos JL, organizadores. Métodos de investigación y análisis de datos en ciencias sociales y de la salud. Madrid: Ediciones Pirámide; 2011. p. 235- 328.
18. Pardo A, Ruiz, MA. SPSS 11. Guía para el análisis de datos. Madrid: Mc Graw Hill; 2002.
19. Krusturup P, Mohr M, Steensberg A, Bencke J, Kjaer M, Bangsbo J. Muscle and blood metabolites during a soccer game: implications for sprint performance. *Med Sci Sports Exerc* 2006;38(6):1165-1174.
20. Calleja-Gonzalez J, Leibar X, Terrados N. Análisis de la concentración de lactato en competición en jugadores internacionales junior de baloncesto. *Arch Med Dep* 2008; 25(123):11-18.
21. Walker S, Turner A. A one-day field test battery for the assessment of aerobic capacity, anaerobic capacity, speed, and agility of soccer players. *Strength Cond* 2009;31(6):52-60.
22. Salinero JJ, González-Millán C, Ruiz-Vicente D, Abián-Vicén J, García-Aparicio A, Rodríguez-Cabrero M, et al. Valoración de la condición física y técnica en futbolistas jóvenes. *Int J Med Sci Phys Act Sport* 2013;13(50):401-418.
23. Sekulic D, Pehar M, Krolo A, Spasic M, Uljevic O, Calleja-González J, et al. Evaluation of Basketball-Specific Agility: Applicability of Preplanned and Non-planned Agility Performances for Differentiating Playing Positions and Playing Levels. *J Strength Cond Res* 2017;31(8):2278-2288.

**Corresponding author**

David Mancha Triguero  
Facultad de Ciencias del Deporte  
Avenida de la Universidad s/n. Grupo de Optimización  
del Entrenamiento y Rendimiento Deportivo (Grupo GOERD).  
Cáceres (Cáceres), España. CP: 10003.  
E-mail: dmanchat@alumnos.unex.es





10.8. Estudio VIII: Does physical fitness influence the technical-tactical performance indicators in a professional female basketball team?





RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte  
doi: 10.5232/ricyde  
Rev. Int. cienc. deporte



RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte  
Volume XVII - Year XVII  
Pages: 174-188 - ISSN: 1885-3137  
Issue 64 - April 2021

<https://doi.org/10.5232/ricyde2021.06404>

### **Does physical fitness influence the technical-tactical performance indicators in a professional female basketball team?**

### **¿Influye la condición física en los indicadores de rendimiento técnico-táctico en un equipo profesional de baloncesto femenino?**

**David Mancha-Triguero, María Reina, Javier García-Rubio & Sergio J. Ibáñez**

Grupo de Optimización del Entrenamiento y Rendimiento Deportivo (GOERD).  
Universidad de Extremadura, Spain

#### **Abstract**

The final result of a competition is conditioned by different factors (e.g., age, experience, competitive level) that affect the athlete's performance. This performance may change throughout the season depending on different variables related to training. The objectives of this research were to know the physical performance profiles of the players in different physical fitness tests grouped by their game position and to analyse the relationships between the results of the physical tests and the technical-tactical performance indicators obtained in competition. To do this, an elite female team was analysed and performed a centripetal force test, an anaerobic capacity test and two lower body strength tests. The results have shown that in women's basketball the players have physical fitness profiles adapted to the demands of the game. In addition, Technical-tactical performance in women's basketball is related to the physical fitness profile of the players. The 2-Point Shots Annotated ( $p=0.35$ ) negatively correlated with the Explosive Distance of the anaerobic test. The 3-Point Shots Annotated correlate with the Explosive Distance of the anaerobic test ( $p=.007$ ) and the Right Arch test ( $p=.015$ ). Total Rebounds correlate with the Explosive Distance of the anaerobic test ( $p=.001$ ) and MultiJump test Impulse ( $p=.036$ ) and the Free Throws Scored with Time of the Left Arch test ( $p=.023$ ). Therefore, the physical level obtained by the players in the physical fitness tests affects both the performance indicators and the final result of the competition that they obtain individually.

**Keywords:** competition; inertial devices; specific test; women; load monitoring.

#### **Resumen**

El resultado final de una competición está condicionado por diferentes factores (por ejemplo, edad, experiencia, nivel competitivo) que afectan el rendimiento del atleta. Este rendimiento puede experimentar cambios a lo largo de la temporada dependiendo de diferentes variables relacionadas con el entrenamiento. Los objetivos de esta investigación fueron conocer los perfiles de rendimiento físico de los jugadores en diferentes pruebas de condición física agrupadas por su posición de juego y analizar las relaciones entre los resultados de las pruebas físicas y los indicadores de rendimiento técnico-táctico obtenidos en competición. Para ello, se analizó un equipo femenino de élite que realizó una prueba de fuerza centrípeta, una prueba de capacidad anaeróbica y dos pruebas de fuerza de tren inferior. Los resultados han demostrado que en el baloncesto femenino las jugadoras tienen perfiles físicos de acondicionamiento físico adaptados a las demandas del juego. Además, el rendimiento técnico-táctico en el baloncesto femenino está relacionado con el perfil de aptitud física de las jugadoras. Los Lanzamientos Anotados de 2 puntos ( $p=0.35$ ) correlaciona negativamente con la Distancia Explosiva del test anaeróbico. Los Lanzamientos Anotados de 3 puntos correlaciona con la Distancia Explosiva del test anaeróbico ( $p=.007$ ) y del test del Arco Derecha ( $p=.015$ ). Los Rebotes Totales correlacionan con la Distancia Explosiva del test anaeróbico ( $p=.001$ ) e Impulso test MultiJump ( $p=.036$ ) y los Tiros Libres Anotados con Tiempo del test del Arco Izquierda ( $p=.023$ ). Por lo tanto, el nivel físico obtenido por los jugadores en las pruebas de condición física afecta tanto a los indicadores de rendimiento como al resultado final de la competición que obtienen individualmente.

**Palabras clave:** competición; dispositivos Inerciales; test específicos; mujeres; monitorización de carga.

Correspondencia/correspondence: David Mancha-Triguero  
Universidad de Extremadura. Spain  
Email: davidmancha@unex.es

Received: December 3, 2020; Accepted: February 3, 2021

Mancha-Triguero, D.; Reina, M.; García-Rubio, J., & Ibañez, S. J. (2021). Does physical fitness influence the technical-tactical performance indicators in a professional female basketball team? *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte*. 64(17), 174-188. <https://doi.org/10.5232/ricyde2021.06404>

## Introduction

Basketball is a sport that requires a wide range of physical demands, which include the ability to perform repeated sprints and jumps (Delextrat et al., 2015). The performance in this team sport may be influenced as in the rest of invasion sports, by technical-tactical, psychological and physiological aspects (including physical fitness) (Ziv, & Lindor, 2009). Specifically, basketball is an aerobic-based sport (Korkmaz & Karahan, 2012) in which high intensity anaerobic actions are performed (Meckel, Gottlieb, & Eliakim, 2009). In recent years, the competition has undergone an evolution related to high intensity actions. These actions occur on a greater, higher and longer occasions than a few years ago (Padulo, Attene, Migliaccio, Cuzzolin, Vando, & Ardigo, 2015). This evolution that invasion sports such as basketball are undergoing may be due to the modification of their rules (Ibañez, Mazo, Nascimento, & García-Rubio, 2018) with the aim of improving the level of competition and, therefore, the show itself.

The evolution of basketball is largely due to the improvement of the physical fitness of the practitioners. For this, one of the most effective strategies to know the physical fitness of the players is to test the players in order to get information about their physical condition and to check if the training process is achieving the planned adaptation (Bangsbo, 2008). Although there is controversy about the results obtained, different investigations have aimed to analyse the players' physical fitness and its influence on the competition (McGill, Andersen, & Horne, 2012; Fort-Vanmeerhaeghe, Montalvo, Latinjak, & Unnithan, 2016). In invasion sports, there is research that found a relationship between technical-tactical games indicators (TTGI) with aerobic capacity (Green, Pivarnik, Carrier, & Womack, 2006), strength, power and the capacity for repeated sprinting (Burr, Jannik, Baker, Macpherson, Gledhill, & McGuire, 2008; Peyer, Pivarnik, Eisenmann, & Vorkapich, 2011; Carbonell, Aparicio, & Delgado, 2009). Specifically, in basketball, McGill et al., (2009) found a relationship between technical-tactical performance with agility and horizontal jumps. In addition, Zarić, Dopsaj and Marković (2018) confirmed that there was a relationship between TTGI with a 20-metre speed and aerobic endurance test. Therefore, the athlete's physical fitness can be an indirect measure to know of performance they could have in competition.

To the best of our knowledge, there are few investigations linking physical fitness and sports performance in female basketball players. For all these reasons, the approach of this research was to find out if there is a relationship between the physical fitness of elite basketball players and the TTGI that they obtain during the season. To this end, the objectives of this research were to describe the physical fitness of the players through specific tests based on the game position (Guards, Forwards and Centres) and to analyse the relationships between the physical fitness variables and the TTGI.

## Method

### *Participants*

The sample of this research consisted of 10 players belonging to a professional female basketball team which competed in Women's Spanish League 1 (Liga Día) and EuroLeague Women (age: 24±3 years-old; height: 195±1 cm; body mass: 93±16 kg; professional playing experience: 5±2 years). All the players and coaches were informed about the research protocol that was developed based on the ethical provisions of the Declaration of Helsinki (2013), approved by the Bioethics Committee of the University (233/2019). The data sample on the TTGI was obtained from the official website of the competition ([www.feb.es](http://www.feb.es)). The data

Mancha-Triguero, D.; Reina, M.; García-Rubio, J., & Ibañez, S. J. (2021). Does physical fitness influence the technical-tactical performance indicators in a professional female basketball team? *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte*. 64(17), 174-188. <https://doi.org/10.5232/ricyde2021.06404>

sample consisted of the 26 matches played by the team ( $n=210$  cases) during the season belonging to the national Basketball League.

*Variables*

The Specific Position variable (Guard, Forward and Centre) was considered as the independent variable. Furthermore, the rest of the variables were grouped according to the origin from which they came (physical fitness test through inertial devices) or TTGI (competition).

Regarding the variables belonging to the physical fitness tests (Figure 1), seven variables were analysed: i) Technical-tactical efficacy; ii) % Maximum Heart Rate ( $\%HR_{Max}$ ); iii) Distance travelled (m); iv) Distance travelled at high intensity (m); v) Jump time (ms); vi) Jump height (cm); vii) Impulse in G-Force. The selected variables have been defined and used in different investigations that share theme with the object of study of this research (Mancha-Triguero, García-Rubio, Antúnez, & Ibañez, 2020; Reina, Garcia-Rubio, Feu, & Ibañez, 2019; Reina, García-Rubio, Pino-Ortega, & Ibañez, 2019).

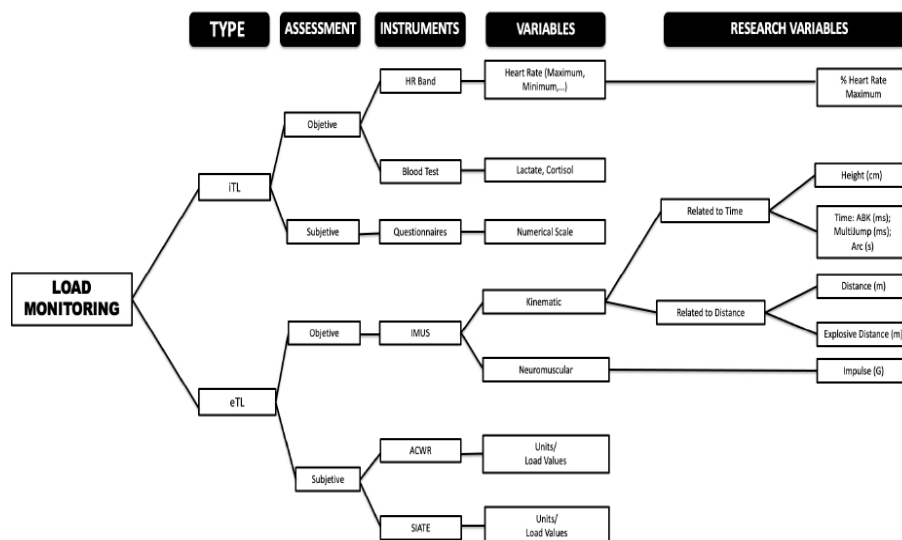


Figure 1. Graphic representation of the variables analysed in the physical fitness tests.

As for the variables belonging to the TTGI, a total of 18 TTGI of the competition were analysed (Figure 2). The variables related to the result in competition are: i) Minutes; ii) Points; iii) 2-Point Shots Annotated; iv) 2-Point Shots Thrown Out; v) 3-Point Shots Annotated; vi) 3-Point Shots Thrown Out; vii) Free Throws Annotated; viii) Free Throws Thrown Out; ix) Defensive Rebounds; x) Offensive Rebounds; xi) Total Rebounds; xii) Assists; xiii) Steals; xiv) Turnovers; xv) Favour Blocks; xvi) Unfavour Blocks; xvii) Fouls Committed; xviii) Fouls Received. The Game Indicators provided by the official competitions are used to carry out this research. These Game Indicators are what have made it possible to identify Technical-Tactical Performance Indicators (TTPI) for different competitions. These Game Indicators have been used because they allow us to complete these results with those provided in other investigations (Ibañez, González-Espinosa, Feu, & García-Rubio, 2017; Ibañez, García-Rubio, Gómez-Ruano, & Gonzalez-Espinosa, 2018). TTGI are used because many of the indicators obtained in the competition have no impact on the result of the competition. For this reason, we speak of TTGI and not TTPI (they have an impact on the result of the competition).

Mancha-Triguero, D.; Reina, M.; García-Rubio, J., & Ibañez, S. J. (2021). Does physical fitness influence the technical-tactical performance indicators in a professional female basketball team? *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte*. 64(17), 174-188. <https://doi.org/10.5232/ricyde2021.06404>

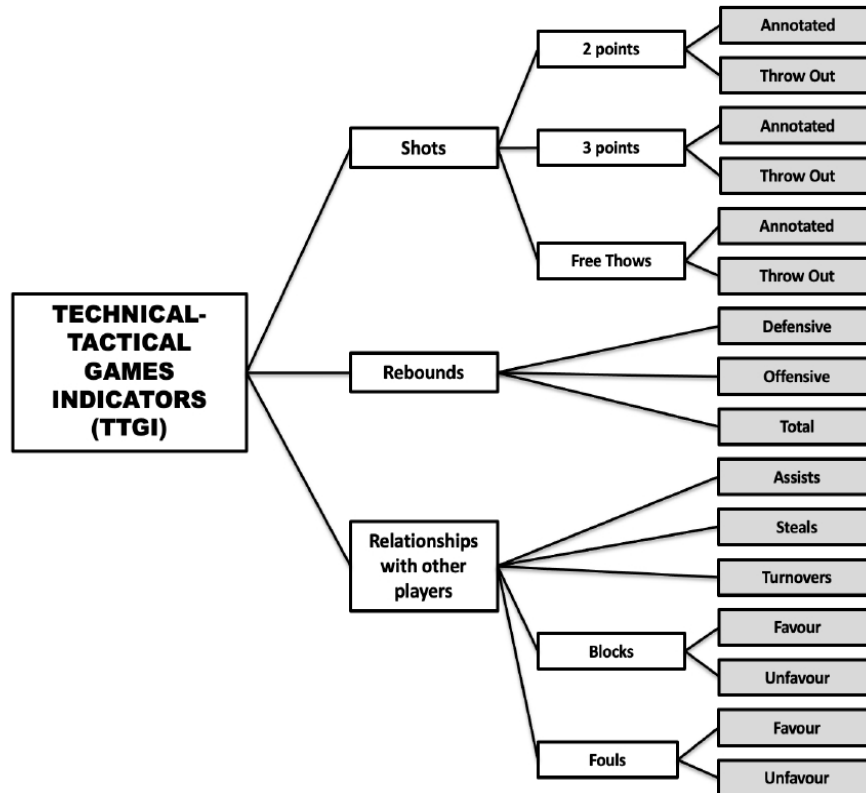


Figure 2. Graphic representation of the variables analysed of the TTGI

### Instruments

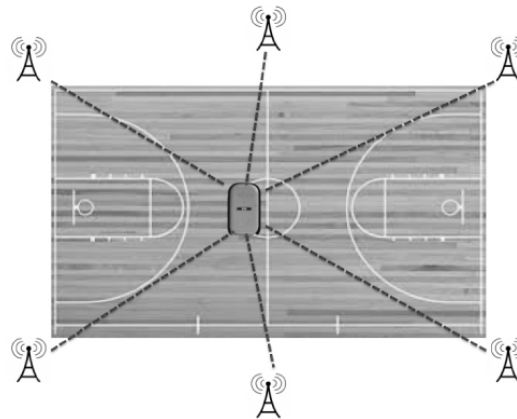
The players were equipped with a GARMIN® heart rate band (Olathe, KS, USA) to analyse the internal load variables. For the external load variables, each player carried a WIMU PRO™ inertial device (RealTrack Systems, Almería, Spain) that was placed on the upper back in a vest adjusted to the athlete (Figure 3A). In addition, a system of six antennas was placed using Ultra Wide-Band technology (UWB) (Bastida-Castillo et al., 2019) with the aim of creating a Local Positioning System (LPS) and having an optimal quality of information obtained in the physical fitness tests (Figure 3B).



Mancha-Triguero, D.; Reina, M.; García-Rubio, J., & Ibañez, S. J. (2021). Does physical fitness influence the technical-tactical performance indicators in a professional female basketball team? *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte*. 64(17), 174-188. <https://doi.org/10.5232/ricyde2021.06404>



A. Basketball player wearing the inertial device.



B. Ultra Wide Band System on the basketball court

Figure 3. Instruments used for data collection

The tests selected by the research team to assess the physical fitness of the athletes are part of the SBAFIT Battery (Mancha-Triguero, García-Rubio, & Ibañez, 2019). The following tests were carried: i) Abalakov test (Bosco, 1994), ii) MultiJump test (Mancha-Triguero et al., 2019); iii) Arc Test (Mancha-Triguero et al., 2019); iv) SIG / ANA Anaerobic Test (Ibañez, Sáenz-López, & Gutiérrez, 1995);

The Abalakov Test (Bosco, 1994) evaluated the maximum lower body strength (Figure 4A). To assess reactive strength, the players performed a MultiJump Test (Mancha-Triguero et al., 2019) in which they started from a height of 50 cm and chained 5 maximum jumps (Figure 4B). The Arc Test (Mancha-Triguero et al., 2019) was performed to evaluate the centripetal force of the athletes. In this test, the player walked the perimeter of the line that delimited the three points (Figure 4C). To evaluate the anaerobic capacity, the SIG / ANA Anaerobic Test (Ibañez et al., 1995) was performed. It is an interval test that lasts ten minutes (one minute of activity, one minute of passive recovery). The purpose was to complete as many laps as possible that started and ended under the basket ring (star symbol in the figure) (Ibañez, Reina, Mancha-Triguero, & García-Rubio, 2019) (Figure 4D).

Mancha-Triguero, D.; Reina, M.; García-Rubio, J., & Ibañez, S. J. (2021). Does physical fitness influence the technical-tactical performance indicators in a professional female basketball team? *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte*. 64(17), 174-188. <https://doi.org/10.5232/ricyde2021.06404>

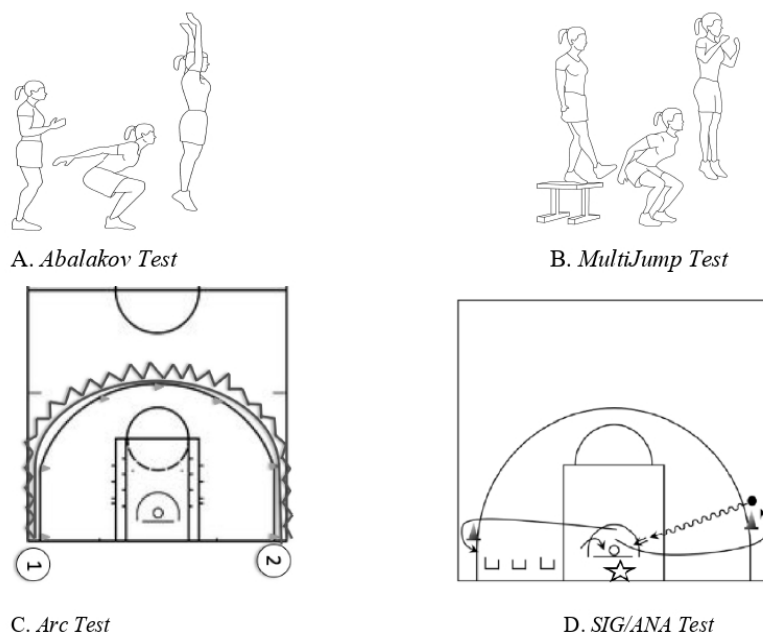


Figure 4. Graphic representation of the physical assessment tests.

#### Procedure

The organization of the physical tests was planned according to the physical demands used by the athlete to carry them out. First, the tests that generate less fatigue (Abalakov Test and MultiJump Test) were carried out and recovery was faster. The last test was the one that required the most fatigue and recovery time (SIG/ANA Test) (Ibañez, Sáenz-López, Gutiérrez, 1995). To perform the different tests, the players warmed-up as they usually do in match days, since in both situations, the level of demands is maximum (Zarić et al., 2018; Mancha-Triguero et al., 2019). Each player carried out a training session with the material to be used to familiarize themselves with the material and the protocol. After the warm-up period, each player observed a practical demonstration of the tests to become familiar with them. To obtain the results of the physical fitness tests, the proposal described by Rico-González, Los Arcos, Rojas-Valverde, Clemente, Pino-Ortega (2020) in the use of Inertial Devices was partially followed. For the TTGI of the competition, all the matches of the league competition (26 matches) were analysed. The evaluation of the physical fitness tests was carried out during the first week of the competitive period (prior to the first match day of the season). This timing was chosen because all the players had undergone a preseason period and were in good physical condition. The results of the TTGI were obtained at the end of the championship through the digital platform of the organizer of the competition.

#### Statistical Analysis

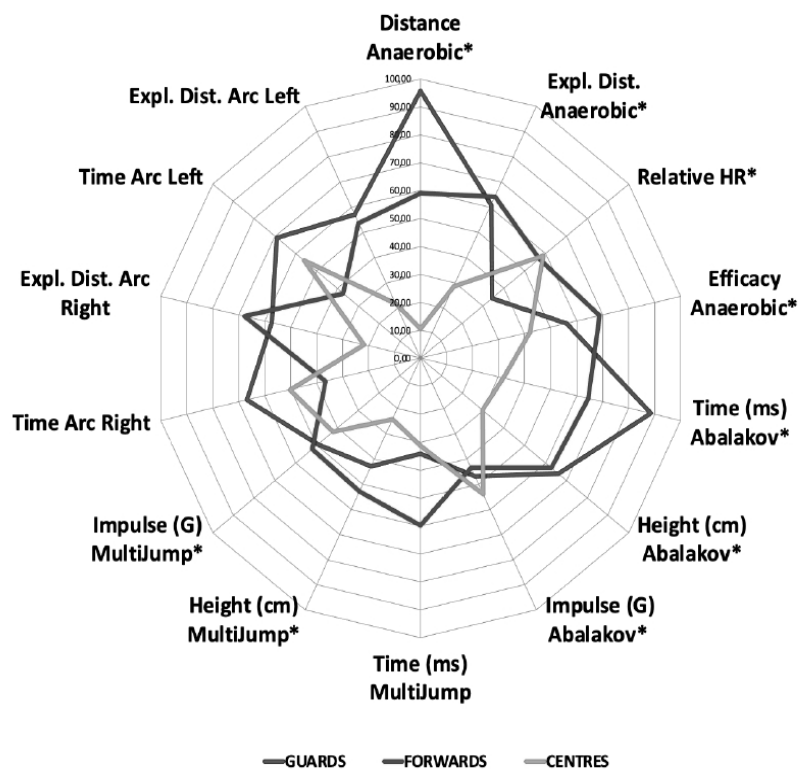
First, a descriptive analysis (mean and standard deviation) was made. Second, criteria assumption tests were carried out (Field, 2009). The results showed a normal distribution of data, so parametric tests were performed to contrast the hypotheses. To identify the differences in the TTGI variables related to the specific position (Guards, Forwards and Centres), a ANOVA test was performed with Bonferroni's Post Hoc (Newell, Aitchison, & Grant, 2014). In addition, bivariate correlations were made between the variables analysed in a general manner (without taking into account the specific position) using the Pearson correlation

Mancha-Triguero, D.; Reina, M.; García-Rubio, J., & Ibañez, S. J. (2021). Does physical fitness influence the technical-tactical performance indicators in a professional female basketball team? *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte*. 64(17), 174-188. <https://doi.org/10.5232/ricyde2021.06404>

coefficient with the purpose of looking for relationships between the physical performance variables and the TTGI variables. Finally, the effect size was calculated in pairs through Cohen's d, classifying the value as low effect (0-.2), small effect (.2-.6), medium effect (.6-1.2), large effect (1.2-2.0) and very large effect (> 2.0) (Hopkins, Marshall, Batterham, & Hanin, 2009). The statistical power was also calculated with partial eta squared (Cárdenas, & Arancibia, 2014) that groups the values into small (> .10), medium (> .25) and large (> .40). The software used was SPSS 24.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). Significance was established at  $p < .05$  (Field, 2009). Finally, for physical performance, a normalised profile was made through Z-Score to visually observe the results obtained. The purpose of Z-Score is to standardise the standard deviation that the value is above the mean (O'Donoghue, 2013).

### Results

Figure 3 shows the normalised results of the physical fitness tests performed by the players who made up the sample. The figure selects the variables that can provide clearer information on each of the tests performed. The results show significant differences in all the tests carried out according to the specific position. As it can be seen, the Guard and Forward players obtain the best results in all the variables analysed.



(\*There are significant differences in the variable depending on the specific position)

Figure 3. Standardised results of physical assessment tests depending on the specific game position.

Mancha-Triguero, D.; Reina, M.; García-Rubio, J., & Ibañez, S. J. (2021). Does physical fitness influence the technical-tactical performance indicators in a professional female basketball team? *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte*. 64(17), 174-188. <https://doi.org/10.5232/ricyde2021.06404>

Table 1 shows the results of the selected tests and the significant differences depending on the specific position. The Guard players show the greatest differences in comparison with the rest of the game positions. Regarding the effect size, the variables that show a large size are related to the centre position (ES G-C and ES F-C). These values confirm that the variables that obtain a large effect size show a significant difference between groups. The rest of the variables show a medium or small effect size. The results obtained in the statistical power test show that the variables Distance, Explosive Distance and Efficacy of the anaerobic test, Impulse of the MultiJump test, and the Explosive Distances of the Arc test to the right and to the left show a high statistical power (< .40). The rest of the variables analysed show a small or medium power.

Table 1. Results of physical assessment tests based on the specific position of the players.

		Guards		Forwards		Centres		Sig.	eta <sup>2</sup>	ES	ES	ES
		Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD			(G-F)	(G-C)	(F-C)
Anaerobic	Distance (m)	749.75	9.60	738.26	22.92	699.28	14.49	.000* $\beta\Omega$	0.648	0.654	2.106	2.033
	Explosive Dist. (m)	138.85	22.06	136.15	13.11	106.37	19.07	.000* $\beta\Omega$	0.522	0.149	1.575	1.820
	% HR <sub>Max</sub> .	85.55	2.19	93.10	5.53	92.37	2.73	.001* $\Delta\beta$	0.271	-1.795	-2.756	0.167
	Efficacy (%)	93.00	4.80	96.80	2.77	92.20	5.09	.023* $\Omega$	0.424	-0.919	-1.844	1.123
ABK	Time (ms)	576.00	8.48	578.50	52.86	465.33	82.65	.000* $\beta\Omega$	0.225	-0.066	1.884	1.631
	Height (cm)	40.65	1.20	41.30	7.59	27.10	9.16	.000* $\beta\Omega$	0.215	-0.120	2.074	1.688
	Impulse (G)	2.61	0.10	2.36	0.29	3.42	3.29	.359	0.018	1.153	-0.348	-0.454
MULTI JUMP	Time (ms)	474.00	66.46	558.25	65.74	503.00	0	.016* $\Delta$	0.367	-1.275	-0.617	1.189
	Height (cm)	32.72	1.89	34.78	9.92	29.08	0	.457	0.083	-0.288	2.724	0.813
	Impulse (G)	4.13	0.36	4.24	0.98	3.75	0	.576	0.059	-0.149	1.493	0.707
Arc R	Time (s)	4.68	0.13	4.39	0.27	4.71	6.47	.003* $\Delta\Omega$	0.383	1.369	-0.007	-0.070
	Explosive Dist. (m)	7.75	0.82	8.04	0.66	0.22	1.03	.000* $\Delta\Omega$	0.519	-0.390	0.889	0.940
Arc L	Time (s)	4.82	0.21	4.44	0.28	4.71	0.29	.008* $\Delta\Omega$	0.333	1.535	0.434	-0.947
	Explosive Dist. (m)	9.28	0.08	9.23	0.96	8.08	0.55	.001* $\Delta\Omega$	0.44	0.073	2.053	1.470

**Anaerobic:** Anaerobic Test; **ABK:** Abalakov Test; **MultiJump:** MultiJump Test; **Arc R:** Arc (right); **Arc L:** Arc (left); **Explosive Dist.:** Explosive Distance; **Sig:** p: \*: $p < 0.5$ ;  $\Delta$ : Significant differences between Guards and Forwards;  $\beta$ : Significant differences between Guards and Centres;  $\Omega$ : Significant differences between Forwards and Centres; **ES (G-F):** Effect Size (Guards-Forwards); **ES (G-C):** Effect Size (Guards-Centres); **ES (F-C):** Effect Size (Forwards-Centres).

Table 2 shows the results obtained in the analysis of the relationships between the physical fitness tests and the TTGI. The results of the study reveal the existence of relationships between the results of the physical fitness assessment tests and the TTGI. The anaerobic capacity test is related to the two and three points shots, rebounds and free throws. The lower body strength tests (Abalakov test and MultiJump test) correlate with blocks and with free throws and rebounds. Lastly, in the centripetal force test, in the test with the direction of rotation to the right, the results correlate with the 3-point shots, free throws and rebounds, while, in the direction of the rotation to the left, the results show only correlation with the free throws annotated variable.

Mancha-Triguero, D.; Reina, M.; García-Rubio, J., & Ibañez, S. J. (2021). Does physical fitness influence the technical-tactical performance indicators in a professional female basketball team? *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 64(17), 174-188. <https://doi.org/10.5232/ricyde2021.06404>

Table 2. Results of the Pearson's bivariate correlations of the physical fitness variables and the TTGI of the competition.

	Min	Points	2 P.S.	3 P.S.	3 P.S.	F.T.	F.T.	Def.	Of.	Tot.	As	Steals	TurnO.	Fav.	UnFav.	Fouls	Fouls	
		Annot	ThrOut	Annot	ThrOut	Annot	ThrOut	Reb.	Reb.	Reb.	Reb.	As	Steals	TurnO.	Blocks	Blocks	C.	R.
Distance	.375	-.017	-.581	-.552	.896*	.850*	-.730*	-.770*	-.846*	-.821*	.51	-.192	.087	-.696*	-.527	-.123	.255	
	Sig.	.965	.101	.123	.001	.004	.07	.015	.004	.007	.161	.621	.823	.037	.145	.752	.507	
Expl.Dist	.034	-.255	-.703*	-.704*	.819*	.849*	-.721*	-.877*	-.831*	-.902*	.141	.484	-.263	-.486	-.326	-.091	.117	
	Sig.	.508	.035	.034	.007	.004	.029	.001	.002	.005	.718	.186	.494	.185	.391	.815	.764	
Efficacy	.245	.345	.056	.127	.334	.17	-.287	0.034	-.286	-.183	.308	.239	-.053	.518	.534	.061		
	Sig.	.525	.363	.886	.745	.379	.662	.454	.931	.456	.42	.536	.893	.414	.153	.139	.876	
%HR <sub>max</sub>	-.44	-.347	-.113	-.019	-.184	-.049	-.47	-.212	-.176	-.069	-.156	-.659	-.386	-.747*	.239	.14	-.144	
	Sig.	.361	.772	.961	.635	.9	.201	.584	.651	.86	.689	.054	.305	.021	.536	.72	.712	
Time	.431	.196	-.156	-.136	.496	.316	-.393	-.127	-.488	-.351	-.474	.291	-.066	-.021	-.900*	-.899*	-.464	
	Sig.	.247	.613	.689	.726	.175	.407	.295	.745	.182	.354	.447	.866	.957	.001	.001	.208	
Height	.374	.144	-.215	-.186	.53	.366	-.468	-.182	-.541	-.404	-.529	.269	-.08	-.065	-.876*	-.892*	-.411	
	Sig.	.322	.712	.578	.632	.142	.333	.204	.64	.133	.281	.143	.484	.837	.868	.002	.272	
Impulse	-.593	-.599	-.499	-.476	.075	.333	-.299	-.467	-.225	-.331	-.261	-.163	.206	-.321	.629	.61	.62	
	Sig.	.092	.089	.171	.195	.848	.381	.435	.205	.56	.384	.497	.676	.596	.40	.07	.081	
Time (Avg)	.06	-.021	.363	.229	-.665	-.711	.656	.732	.123	.727	.358	-.08	.231	-.236	-.154	.16	-.483	
	Sig.	.898	.965	.423	.622	.103	.073	.109	.061	.794	.064	.43	.865	.618	.61	.741	.731	
Height (Avg)	.079	.008	.397	.267	-.677	-.734	.666	.757*	.13	.747	.372	-.077	.225	-.24	-.161	.157	-.468	
	Sig.	.865	.987	.378	.562	.095	.06	.102	.049	.781	.053	.412	.869	.628	.604	.731	.737	
Impulse (Avg)	-.454	-.602	-.522	-.482	-.017	.137	-.587	-.172	-.908*	-.241	-.786*	-.442	-.761*	-.65	-.274	-.399	-.459	
	Sig.	.306	.152	.23	.273	.971	.77	.166	.712	.005	.603	.321	.047	.114	.553	.375	.30	
Time	-.347	-.489	-.15	-.135	-.337	-.231	-.016	.414	.279	.114	.249	-.077	-.629	-.082	.14	-.124	-.223	
	Sig.	.361	.181	.701	.729	.375	.549	.967	.268	.467	.771	.518	.844	.07	.834	.719	.564	
Expl.Dist	.148	-.122	-.56	-.514	.736*	.773*	-.594	-.711*	-.852*	-.744*	-.860*	.388	.266	-.159	-.409	-.213	.269	
	Sig.	.704	.755	.116	.157	.024	.015	.092	.032	.004	.022	.003	.302	.489	.684	.274	.485	
Time	.393	.166	.342	.253	-.388	-.39	.739*	.527	.598	.393	.571	.374	-.154	.553	-.008	.182	-.468	
	Sig.	.295	.669	.367	.511	.302	.30	.023	.145	.089	.295	.109	.321	.693	.123	.984	.64	
Expl.Dist	.574	.299	-.186	-.188	.648	.505	-.326	-.379	-.409	-.537	-.458	.515	.586	.089	-.634	-.585	.023	
	Sig.	.106	.434	.632	.628	.059	.166	.392	.314	.275	.136	.215	.156	.097	.82	.067	.098	

\*Sig. < p < .05; 2 P.S. Annot: 2-point Shots Annotated; 2 P.S. ThrOut: 2-point Shots Thrown Out; 3 P.S. Annot: 3-point Shots Annotated; 3 P.S. ThrOut: 3-point Shots Thrown Out; F.T. Annot: Free Throws Annotated; F.T. ThrOut: Free Throws Thrown Out; Def. Reb.: Defensive Rebounds; Of. Reb.: Offensive Rebounds; Tot. Reb.: Total Rebounds; As: Assists; Steals: Steals; TurnO.: Turnovers; Fouls C: Fouls Committed; Fouls R: Fouls Received; Expl Dist.: Explosive Distance (>15km/h); % HR<sub>max</sub>: % Maximum Heart Rate; Impulse (G): Impulse measured in G Force.

Mancha-Triguero, D.; Reina, M.; García-Rubio, J., & Ibañez, S. J. (2021). Does physical fitness influence the technical-tactical performance indicators in a professional female basketball team? *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte*. 64(17), 174-188. <https://doi.org/10.5232/ricyde2021.06404>

## Discussion

There is a relationship between performance during the competition and physical fitness tests (Zarić et al., 2018; Fort-Vanmeerhaeghe et al., 2016). It is necessary to have knowledge of the influence of physical fitness on the athlete's technical-tactical performance depending on their specific position. To this end, the objectives of this research were to characterize the physical fitness of the players by means of specific tests based on the specific position and to analyse the existence of relationships between the physical fitness and the TTGI. The results show the existence of different physical profiles depending on the game position (Guards, Forwards and Centres). In addition, the relationships between the results obtained in the physical condition assessment tests and the TTGI obtained during the competition were observed.

### *Assessment of physical fitness.*

The assessment of the physical fitness allows to have a better knowledge about the state in which the athlete is and make individual adaptations depending on the game position (Tee, Lambert, & Coopoo, 2016). Along these lines, Zhang, Lorenzo, Gómez-Ruano, Liu, Gonçalves and Sampaio (2017) explained that perimeter players are the fastest players and that their movements are made at a higher speed than centres. In this line, Puente, Abián-Vicén, Areces, López and Del Coso (2017) added that they tend to be characterized by having a more static game than their peers and by moving at a lower speed due to their play close to the rim. These statements are due to the fact that one of the determining factors to classify the player in a position must be physical performance, which is influenced by anthropometric factors. In addition, focusing on the jumps of the players, Delextrat et al., (2015) confirmed that the Forwards are the players that perform this action more times. This may be due to the fact that Forward players have a direct game towards the basket and sometimes, when they are close to it, they collaborate in the rebound action. The results pertaining to the external load variable of this research reveal that Guard players obtain the best results and their demands for the same effort are lower. This fact affects the players having fewer requirements and therefore, generates less fatigue. Coinciding with the findings, Hulka, Cuberek, and Bělka (2013) stated that the specific position is decisive in the intensity of the athlete. In addition, they confirmed that the athlete's anthropometry has an impact on heart rate. Body size affects the athlete's heart rate and for this reason, these results are confirmed. Finally, the gravitational forces do not show differences depending on the specific position. These results confirm that all the players show similar force values (measured in G Force), the jump being affected by aspects related to the weight of the player. These results confirm the importance of strength training in the lower body, especially in centre players who, due to their characteristics and game, require this ability to a greater extent.

### *Relationship between physical fitness and TTGI.*

Regarding the relationship between the physical variables with the TTGI, the results confirm the relationship between all the variables. These findings show the influence that physical fitness has on competition. The most participatory players in the game are characterized by having a better physical response to the requirements of the competition.

In the SIG/ANA anaerobic capacity test, the players who travel the most distance and explosive distance are the players who obtain more 3-point shots and less Free Throws and Rebounds during the competition. These findings are in line with those that confirm that perimeter players tend to be the ones with the greatest distance and at the fastest speed (Puente et al., 2017), looking for unopposed shooting positions, which would cause free throws. This may be due to the fact that perimeter players make a previous move to gain an advantage in receiving the ball and in game. Regarding the centres, different investigations have shown that, due to their position close to the basket, their game is usually static and with few movements (Reina et al., 2019). The actions performed by these players (Centres) are related to strength, while to a lesser extent they perform explosive actions or those related to speed. The results of this research have shown that the players who obtain a greater number of rebounds do not travel long distances to achieve this technical action (Puente et al., 2017). Defensive rebounds are a TTGI that predicts the best classified teams (Ibañez et al., 2008). This responsibility, due to their proximity to the place where they are carried out, is in most cases executed by the paint players. As a result of the contact that exists in the inner

Mancha-Triguero, D.; Reina, M.; García-Rubio, J., & Ibañez, S. J. (2021). Does physical fitness influence the technical-tactical performance indicators in a professional female basketball team? *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte*. 64(17), 174-188. <https://doi.org/10.5232/ricyde2021.06404>

---

zone, many of the actions end in Free Throws. These data coincide with the findings of (Ibañez, Santos, & García, 2015) that show that the centres are the ones who make the most free throws. Likewise, related to the distance travelled, the players who covered the greatest distance during the anaerobic test obtained the least number of Blocks in Favour in the competition. This may be due to the fact that the players who make a lower number of Blocks during the season have a position further away from the basket (Delextrat et al., 2015). In areas far from the basket, the number of blocks is less than in nearby areas where the defence is contact. Also, the players who travel the greater explosive distance throw fewer 2-point shots, but more 3-point shots. This may be related to the importance of making explosive movements prior to receiving the ball, since this explosiveness can hinder defense and facilitate a 3-point shots. Finally, the players with the lowest % Maximum Heart Rate are the players with the highest number of Turnovers during the season. These results coincide with those mentioned by (Reina et al., 2019) in which they stated that perimeter players show lower heart rates. In addition, these players tend to be characterized by high technical and tactical control during matches (Ibañez et al., 2018) that make the athlete to sometimes take excessive risks, which may lead to technical errors (turnover, steals, travelling, bad pass).

In the lower body maximum strength test, the results show that the players with the longest fly time and jump height obtained the lowest number of Blocks during the competition. These results may be due to the fact that the players with the greatest leap in the physical assessment test are the perimeter players. In addition, Centre players who have a smaller jump do not require great efforts in this action due to their anthropometric characteristics. This habit gives the athlete a greater knowledge that affects the interpretation of the rival game and gives these players an advantage. For the players whose physical performance in jumping action is low, the coaching staff must provide knowledge about game reading or pre-indicators to counteract their deficit.

Regarding the reactive strength of the lower body, the players with the highest height in the jump obtain a greater number of Free Throws Annotated. During games with a tight score, the winning teams are distinguished from the losers by the free throws annotated (Ibañez, Sampaio, Sáenz-López, Giménez, & Janeira, 2003). The fight for a rebound, with consecutive jumps, favours the reception of fouls that involve free throws. The results found in the analysed sample may be due to the fact that the test assesses the reactive capacity of the player to chain a set of maximum jumps. In addition, the players with the highest Impulse (G) in the selected test obtain the lowest number of rebounds and stolen balls. These results coincide with those obtained in the anaerobic test. Players with lower physical performance obtain advantages in these variables, which may be related to anthropometric factors or to their position on the pitch. In addition, the players who show a lower physical performance develop other facets of the game to equal the final performance.

Lastly, in the centripetal force test with a right-turning direction, the players with the greatest explosive distance travelled obtained a greater number of 3-point shots, fewer Free Throws Annotated and Rebounds. As in the anaerobic test, the results are repeated and can share reasoning (Abdelkrim, El Fazaa, & El Ati, 2007). Centre players are characterized by being the slowest players on the team; this lack of speed is supplemented by a high level of strength that helps to perform these technical actions during the competition as in the previous moments. In the test with the direction of rotation to the left, the players who spend the most time going through the test are the ones with the highest number of free throws annotated during the competition. Coinciding with the aforementioned, centre players are characterized by moving at a lower speed than their peers (Puente et al., 2017). These results are due to the fact that perimeter players must train the high intensity running with a curved trajectory because in many of their movements or contact with the ball, they do this action as an intrinsic gesture in the game.

Mancha-Triguero, D.; Reina, M.; García-Rubio, J., & Ibañez, S. J. (2021). Does physical fitness influence the technical-tactical performance indicators in a professional female basketball team? *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte*. 64(17), 174-188. <https://doi.org/10.5232/ricyde2021.06404>

---

### Conclusions

The results of this research spread knowledge and have an impact on the evaluation of physical fitness in team sports such as basketball, due to its relationship with TTGI and, therefore, in the achievement of success. The findings show that in women's basketball there are different profiles of physical fitness depending on the game position and the demands of the competition. The results provide objective and specific knowledge about the requirements of the players in the face of the same stimulus. These differences facilitate the physical work of the coach, who can individualize the training depending on the position of the game.

Finally, regarding the relationships between variables, the findings show a relationship between physical performance and the TTGI obtained during the competition. All physical fitness assessment tests show a relationship with some performance indicator. Technical-tactical performance in women's basketball is related to the physical fitness profile of the players and their specific position. Therefore, the importance of the athlete's physical performance in the result of the competition can be confirmed.

The practical applications that can be obtained from this research are the following: i) different profiles are shown depending on the playing position. These results confirm that specific physical work must be planned based on the athlete's game position. ii) It is observed that depending on the game position, the TTGI performed during the competition are different. Each TTGI is related to a skill. Therefore, the players who, due to their game position, execute a certain TTGI to a greater extent must work specifically on the ability that allows them to do so. As well as the coach design training tasks in which this work is optimized to perform it efficiently in the competition. iii) Finally, having observed the relationship between the physical variables of the athletes and the TTGI in competition, the physical state of the athlete can be known based on the results that she obtains in the competition.

### Limitations

The research carried out has as a sample a team that competes in both the national league championship and in the top European competition. Despite having a great ecological validity and the data coming from a team taken as an international reference, the results cannot be generalized to the rest of the teams that compete in the national league championship. The main differences found with the Spanish league teams not only affect the quality of the players. It is also important to highlight the high number of games they accumulate during the season. As for the matches analysed, they belong to a national club taken as a reference, where the results of the matches are usually favourable to this team, with results with much difference and always finishing as victories. The physical tests were conducted on one occasion during the season.

For future research, it would be interesting to repeat the protocol with a greater number of teams with different rankings in the classification. In addition, it would be interesting to carry out the physical fitness assessment tests at different times of the season to have a better knowledge of the physical fitness of the athletes and to take into account all the official matches that the team participates in. In addition, the selection of the variables was made collectively by the research team and not taking into account the analysis of main components as mentioned by Rojas-Valverde, Gómez-Carmona, Oliva-Lozano, Ibañez and Pino-Ortega (2020). This fact may affect the results obtained and the choice of other variables could have shown other results.

### Funding

This research has been partially subsidised by the Assistance to Research Groups (GR18170) from Junta de Extremadura (Consejería de Economía and Infraestructuras); with the contribution of the European Union through FEDER and for the financial aid for pre-doctoral students granted by the University of Extremadura through its Own Research Plan.



Mancha-Triguero, D.; Reina, M.; García-Rubio, J., & Ibañez, S. J. (2021). Does physical fitness influence the technical-tactical performance indicators in a professional female basketball team? *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 64(17), 174-188. <https://doi.org/10.5232/ricyde2021.06404>

## References

- Abdelkrim, N. B.; El Fazaa, S., & El Ati, J. (2007) Time–Motion Analysis and physiological data of elite under-19-year-old basketball players during competition. *British Journal of Sports Medicine*, 41(2), 69-75.  
<https://doi.org/10.1136/bjsem.2006.032318>
- Bangsbo, J. (2008). *Entrenamiento de la condición física en el fútbol*. Barcelona: Editorial Paidotribo.
- Bastida-Castillo, A.; Gómez-Carmona, C. D.; la Cruz-Sánchez, D.; Reche-Royo, X.; Ibañez, S. J., & Pino-Ortega, J. (2019) Accuracy and inter-unit reliability of Ultra-Wide-Band tracking system in indoor exercise. *Applied Sciences*, 9(5), 939-949.  
<https://doi.org/10.3390/app9050939>
- Bosco, C. (1994). *La valoración de la fuerza con el test de Bosco*. Barcelona: Editorial Paidotribo, 1994.
- Burr, J. F.; Jamnik, R. K.; Baker, J.; Macpherson, A.; Gledhill, N., & McGuire, E. J. (2008). Relationship of Physical Fitness Test Results and Hockey Playing Potential in Elite-Level Ice Hockey Players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(5), 1535-1543.  
<https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318181ac20>
- Carbonell, A.; Aparicio, V., & Delgado, M. (2009). Valoración de la condición física en futbolistas de categoría cadete. *Kronos*, 8(15), 101-106.
- Cárdenas J. M., & Arancibia, H. (2014). Potencia estadística y cálculo del tamaño del efecto en G\* Power: complementos a las pruebas de significación estadística y su aplicación en psicología. *Salud & Sociedad*, 5(2), 210-244.
- Delextrat, A.; Badiella, A.; Saavedra, V.; Matthew, D.; Schelling, X., & Torres-Ronda, L. (2015). Match activity demands of elite Spanish female basketball players by playing position. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 15(2), 687-703.  
<https://doi.org/10.1080/24748668.2015.11868824>
- Field A. (2009). *Discovering statistics using SPSS*. Londres: Sage publications.
- Fort-Vanmeerhaeghe, A.; Montalvo, A.; Latinjak, A., & Unnithan, V. (2016). Características físicas de las jugadoras de baloncesto adolescentes de élite y su relación con el rendimiento en los partidos. *Revista de Cinética Humana*, 53(1), 167-178.
- Green, M. R.; Pivarnik, J. M.; Carrier, D. P., & Womack, C. J. (2006). Relationship between physiological profiles and on-ice performance of a National Collegiate Athletic Association Division I hockey team. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 20(1), 43-46.
- Hopkins, W. G.; Marshall, S. W.; Batterham, A. M., & Hanin, J. (2009). Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41(1), 3-12.  
<https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181818cb278>
- Hulka, K.; Cuberek, R., & Bělka, J. (2013). Análisis de frecuencia cardíaca y movimiento de tiempo en los mejores jugadores junior durante los partidos de baloncesto. *Acta Gymnica*, 43 (3), 27-35.
- Ibañez, S. J.; García-Rubio, J.; Gómez-Ruano, M. Á., & Gonzalez-Espinosa, S. (2018). The impact of rule modifications on elite basketball teams' performance. *Journal of Human Kinetics*, 64(1), 181-193.
- Ibañez, S. J.; González-Espinosa, S.; Feu, S., & García-Rubio, J. (2018). Basketball without borders? Similarities and differences among Continental Basketball Championships. *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 14(51), 42-54.  
<https://doi.org/10.5232/ricyde2018.05104>
- Ibañez, S. J.; Mazo, A.; Nascimento, J., & Garcia-Rubio, J. (2018). The Relative Age Effect in under-18 basketball: Effects on performance according to playing position. *PloS One*, 13(7), 2-11.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0200408>
- Ibañez, S. J.; Reina, M.; Mancha-Triguero, D., & García-Rubio, J. (2019) Evaluación de la capacidad aeróbica y anaeróbica de jugadores de baloncesto en edades de formación. En P. A. Esper Di Cesare (Ed.) *Baloncesto Formativo. La Preparación Física II, Camino Hacia El Alto Rendimiento*. Buenos Aires: Autores de Argentina, pp. 365-388.

Mancha-Triguero, D.; Reina, M.; García-Rubio, J., & Ibañez, S. J. (2021). Does physical fitness influence the technical-tactical performance indicators in a professional female basketball team? *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 64(17), 174-188. <https://doi.org/10.5232/ricyde2021.06404>

Ibañez, S. J.; Sáenz-López, P., & Gutiérrez, A. (1995). Test SIG/ANA, anaeróbico específico sobre el terreno para jugadores de baloncesto. En: *Libro de Actas del Congreso Científico Olímpico 1995. Bioquímica, Fisiología del Ejercicio y Medicina del Deporte*, 1st Ed. Málaga: Instituto Andaluz del Deporte, pp. 209-216

Ibañez, S. J.; Sampaio, J.; Feu, S.; Lorenzo, A.; Gómez-Ruano, M. A., & Ortega E. (2008). Basketball game-related statistics that discriminate between teams' season-long success. *European Journal of Sport Science*, 8(6), 369-372. <https://doi.org/10.1080/17461390802261470>

Ibañez, S. J.; Sampaio, J.; Sáenz-López, P.; Giménez, J., & Janeira, M. A. (2003). Game statistics discriminating the final outcome of junior world basketball championship matches (Portugal 1999). *Journal of Human Movement Studies*, 45(1), 1-20.

Ibañez, S. J.; Santos, J. A., & García, J. (2015). Multifactorial analysis of free throw shooting in eliminatory basketball games. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 15(3), 897-912. <https://doi.org/10.1080/24748668.2015.11868839>

Korkmaz, C., & Karahan, M. A. (2012). Comparative study on the physical fitness and performance of male basketball players in different divisions. *Journal of Physical Education and Sports Science*, 6(1), 16-23.

Mancha-Triguero, D.; García-Rubio, J.; Antúnez, A., & Ibañez, S. J. (2020). Physical and Physiological Profiles of Aerobic and Anaerobic Capacities in Young Basketball Players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(4), 1409-1422. <https://doi.org/10.3390/ijerph17041409>

Mancha-Triguero, D.; Garcia-Rubio, J.; Calleja-González, J., & Ibañez, S. J. (2019). Physical fitness in basketball players: A systematic review. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 59(9), 1513-1525. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.19.09180-1>

Mancha-Triguero, D.; García-Rubio, J., & Ibañez, S. J. (2019). SBAFIT: A field-based test battery to assess physical fitness in basketball players. *E-Balonmano: Revista de Ciencias de Ciencias del Deporte*, 15(2), 107-126.

McGill, S. M.; Andersen, J. T., & Horne, A. D. (2012). Predicting performance and injury resilience from movement quality and fitness scores in a basketball team over 2 years. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(7), 1731-1739. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182576a76>

Meckel, Y.; Gottlieb, R., & Eliakim, A. (2009). Repeated sprint tests in young basketball players at different game stages. *European Journal of Applied Physiology*, 107(3), 273-279. <https://doi.org/10.1007/s00421-009-1120-8>

Newell, J.; Aitchison, T., & Grant, S. (2014). *Statistics for sports and exercise science: A practical approach*. Nueva York: Routledge.

O'Donoghue P. (2013). *Statistics for sport and exercise studies: An introduction*. Londres: Routledge.

Padulo, J.; Attene, G.; Migliaccio, G. M.; Cuzzolin, F.; Vando, S., & Ardigò, L. P. (2015). Metabolic optimisation of the basketball free throw. *Journal of Sports Science*, 33(14), 1454-1458. <https://doi.org/10.1080/02640414.2014.990494>

Peyer, K. L.; Pivarnik, J. M.; Eisenmann, J. C., & Vorkapich, M. (2011). Physiological characteristics of National Collegiate Athletic Association Division I ice hockey players and their relation to game performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(5), 1183-1192. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318217650a>

Puente, C.; Abián-Vicén, J.; Areces, F.; López, R., & Del Coso, J. (2017). Physical and physiological demands of experienced male basketball players during a competitive game. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(4), 956-962. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001577>

Mancha-Triguero, D.; Reina, M.; García-Rubio, J., & Ibañez, S. J. (2021). Does physical fitness influence the technical-tactical performance indicators in a professional female basketball team? *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 64(17), 174-188. <https://doi.org/10.5232/ricyde2021.06404>

Reina, M.; García-Rubio, J.; Feu, S., & Ibañez, S.J. (2019). Training and Competition Load Monitoring and Analysis of Women's Amateur Basketball by Playing Position: Approach Study. *Frontiers in Psychology*, 9. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02689>

Reina, M.; García-Rubio, J.; Pino-Ortega, J., & Ibañez, S. J. (2019). The Acceleration and Deceleration Profiles of U-18 Women's Basketball Players during Competitive Matches. *Sports*, 7(7), 165. <https://doi.org/10.3390/sports7070165>

Rico-González, M.; Los Arcos, A.; Rojas-Valverde, D.; Clemente, F. M., & Pino-Ortega, J. (2020). A survey to assess the quality of the data obtained by radio-frequency technologies and microelectromechanical systems to measure external workload and collective behavior variables in team sports. *Sensors*, 20(8), 2271.

Rojas-Valverde, D.; Gómez-Carmona, C. D.; Oliva-Lozano, J. M.; Ibañez, S. J., & Pino-Ortega, J. (2020). Quarter's external workload demands of basketball referees during a European youth congested-fixture tournament. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 20(3), 432-444.

Tee, J. C.; Lambert, M. I., & Coopoo, Y. (2016). GPS comparison of training activities and game demands of professional rugby union. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 11(2), 200-211.

Zarić, I.; Dopsaj, M., & Marković, M. (2018). Match performance in young female basketball players: Relationship with laboratory and field tests. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 18(1), 90-103. <https://doi.org/10.1080/24748668.2018.1452109>

Zhang, S.; Lorenzo, A.; Gómez-Ruano, M. A.; Liu, H.; Gonçalves, B., & Sampaio, J. (2017). Players' technical and physical performance profiles and game-to-game variation in NBA. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 17(4), 466-483. <https://doi.org/10.1080/24748668.2017.1352432>

Ziv, G., & Lidor, R. (2009). Physical attributes, physiological characteristics, on-court performances and nutritional strategies of female and male basketball players. *Sports Medicine*, 39(7), 547-568. <https://doi.org/10.2165/00007256-200939070-00003>





# CAPÍTULO 11. ANEXOS





*“Do what you love, love what you do”.*

**Kobi Yamada**

Escritor





## CAPITULO 11. ANEXOS

### 11.1. Anexo I: Comité de Bioética de la Universidad de Extremadura (67/2017).



**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN,  
TRANSFERENCIA E INNOVACIÓN**

Campus Universitario  
Avda de Elvas s/nº  
06071 BADAJOZ

Tel.: 924 28 93 05  
Fax: 924 27 29 83

NºRegistro: 67/2017

**D. FERNANDO HENAO DÁVILA, PRESIDENTE POR DELEGACIÓN DE LA  
COMISIÓN DE BIOÉTICA Y BIOSEGURIDAD DE LA UNIVERSIDAD DE  
EXTREMADURA.**

**INFORMA:** Que una vez analizada, por esta Comisión la solicitud de Proyecto de Investigación titulado " Validez y fiabilidad del dispositivo inercial Wimbu para la mediación de la condición física en humanos " cuyo Investigador Principal es D/Dª Sergio J Ibañez Godoy, ha decidido por unanimidad valorar positivamente el precitado proyecto por considerar que se ajusta a las normas éticas esenciales cumpliendo con la normativa vigente al efecto.

Y para que conste y surta los efectos oportunos firmo el presente informe en Badajoz a 7 de julio de 2017

11.2. Anexo I: Comité de Bioética de la Universidad de Extremadura (233/2019).



**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN,  
Y TRANSFERENCIA**

Campus Universitario  
Avd<sup>a</sup> de Elvas s/n<sup>o</sup>  
06071 BADAJOZ

Tel.: 924 28 93 05  
Fax: 924 27 29 83

NºRegistro: 233//2019

**D. JAVIER DE FRANCISCO MORCILLO, PRESIDENTE POR DELEGACIÓN DE LA COMISIÓN DE BIOÉTICA Y BIOSEGURIDAD DE LA UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA.**

**INFORMA:** Que una vez analizada por esta Comisión la solicitud de Proyecto de Tesis titulado “Análisis y evaluación de la condición física en jugadores de baloncesto”, cuyo Investigador/a Principal es D/D<sup>a</sup> David Mancha Triguero, ha decidido por unanimidad, valorar positivamente el precitado proyecto por considerar que se ajusta a las normas éticas esenciales cumpliendo con la normativa vigente al efecto.

Y para que conste y surta los efectos oportunos firmo el presente informe en Badajoz, a 08 de octubre de 2019.

