

EL USO DE LOS DISPOSITIVOS INERCIALES EN BALONCESTO EN SILLA DE RUEDAS: REVISIÓN SISTEMÁTICA EXPLORATORIA

The use of inertial devices in wheelchair basketball: exploratory systematic review

Utilização de dispositivos de inércia no basquetebol em cadeira de rodas: revisão sistemática exploratória

Víctor Hernández-Beltrán^{1*} , David Mancha-Triguero¹ ,
Carlos D. Gómez-Carmona¹ , José M. Gamonales^{1,2} 

¹ Universidad de Extremadura, Cáceres (España)

² Universidad Francisco de Vitoria, Madrid (España)

* Correspondence: vhernandpw@alumnos.unex.es

DOI: <https://doi.org/10.17398/1885-7019.19.21>

Recibido: 18/12/2020; Aceptado: 01/06/2022; Publicado: 20/02/2023

OPEN ACCESS

Sección / Section:
Deporte Adaptado /
Adapted Sport

Editor de Sección / Edited by:
Sebastián Feu
Universidad de Extremadura

Citación / Citation:
Hernández-Beltrán, V., Mancha-Triguero, D., Gómez-Carmona, C. D., & Gamonales, J. M. (2023). El uso de los dispositivos inerciales en baloncesto en silla de ruedas: revisión sistemática exploratoria. *E-balonmano Com*, 19(1), 21-33

Fuentes de Financiación / Funding: Trabajo parcialmente subvencionado por la Ayuda a los Grupos de Investigación (GR21149) de la Junta de Extremadura (Consejería de Empleo e Infraestructuras); con la aportación de la Unión Europea a través de los Fondos Europeos de Desarrollo Regional (FEDER). El autor José M. Gamonles es beneficiario de una Ayuda del Programa de Recualificación del Sistema Universitario Español, Campo de Conocimiento: Biomédico (Ref. de la Ayuda: MS-18).

Agradecimientos/
Acknowledgments:
Trabajo desarrollado dentro del Grupo de Optimización del Entrenamiento y Rendimiento Deportivo (GOERD) de la Facultad de Ciencias del Deporte de la Universidad de Extremadura.

Conflicto de intereses / Conflicts of Interest: NO

Resumen

El objetivo del estudio fue realizar una revisión sistemática exploratoria relacionada con el Baloncesto en Silla de Ruedas, y el empleo de dispositivos inerciales como herramienta novedosa para cuantificar la carga interna y externa durante los entrenamientos y partidos. Para la búsqueda de manuscritos científicos, se utilizó las siguientes palabras claves, en inglés: "Basketball", "Wheelchair" e "Inertial device"; y, en español: "Baloncesto", "Silla de ruedas" y "Dispositivo inercial". Las bases de datos utilizadas fueron *Web Of Science* y *Google Académico*. Además, para limitar la búsqueda, se establecieron una serie de criterios de inclusión y exclusión de documentos, con la finalidad de recopilar los manuscritos más adecuados a la temática objeto de estudio. Se seleccionaron doce documentos científicos, los cuales fueron clasificados en función de las variables predeterminada por los investigadores. El mayor número de publicaciones relacionada con la temática se produce en el año 2019, y son principalmente *Estudios empíricos cuantitativos*. Por ello, resulta interesante aumentar el conocimiento científico en el BSR.

Palabras clave: Deporte Paralímpico; discapacidad; dispositivo inercial.

Abstract

The aim of the study was to conduct an exploratory systematic review related to Wheelchair Basketball, and the use of inertial devices as a novel tool to quantify internal and external load during training sessions and matches. For the search of scientific manuscripts, the following keywords were used, in English: "Basketball", "Wheelchair" and "Inertial device"; and, in Spanish: "Baloncesto", "Silla de ruedas" and "Dispositivo inercial". The databases used were *Web of Science* and *Google Scholar*. Also, to limit the search, a series of document inclusion and exclusion criteria were established, to collect the most appropriate manuscripts for the subject under study. Twelve scientific papers were selected, which were classified according to the variables predetermined by the researchers. The largest number of publications related to the subject is produced in 2019, and they are mainly *Quantitative empirical studies*. Therefore, it is interesting to increase scientific knowledge in the WB.

Keyword: Paralympic Sport; Disability; Inertial Devices.

Resumo

O objetivo do estudo foi realizar uma revisão sistemática exploratória relacionada ao Basquetebol em Cadeira de Rodas, e ao uso de dispositivos inerciais como uma nova ferramenta para quantificar cargas internas e externas durante sessões de treinamento e jogos. Para a busca dos manuscritos científicos, foram utilizadas as seguintes palavras-chave, em inglês: "Basketball", "Wheelchair" e "Inertial device"; e, em espanhol: "Baloncesto", "Silla de ruedas" e "Dispositivo inercial". As bases de dados utilizadas foram *Web of Science* e *Google Scholar*. Além disso, para limitar a busca, foi estabelecida uma série de critérios de inclusão e exclusão de documentos, a fim de coletar os manuscritos mais adequados para a temática em estudo. Foram selecionados 12 artigos científicos, os quais foram classificados de acordo com as variáveis pré-determinadas pelos pesquisadores. O maior número de publicações relacionadas ao assunto ocorre em 2019, e são principalmente *Estudos empíricos quantitativos*. Portanto, é interessante aumentar o conhecimento científico na BCR.

Palabras clave: Esporte paralímpico; incapacidade; dispositivo inercial.

Introducción

El Baloncesto en Silla de Ruedas (en adelante, *BSR*), se ha considerado una modalidad paralímpica desde los Juegos de Roma en 1960 (Weissland, Faupin, Borel & Leprêtre, 2015), presentándose como uno de los deportes más conocido debido al aumento de competiciones a nivel nacional e internacional (Van der Slikke, Berger, Bregman & Veeger, 2020). Debido a sus características de juego, está considerado un deporte intermitente que implica acciones de juego de alta intensidad que incluyen sprints rápidos, aceleraciones, desaceleraciones y cambios de posición dinámicos (Molik, Laskin, Kosmol, Skucas & Vida, 2010; Yanci, Iturricastillo & Granados, 2018), siendo la capacidad de sprint desde parado, una de las acciones más importantes durante el juego (Ferro, Pérez-Tejero, Garrido & Villacieros, 2021), como consecuencia de ser una de las acciones principales para llevar a cabo los cambios de dirección, de posición o realizar un bloqueo a un contrincante.

El deporte paralímpico, está destinado únicamente para aquellas personas que presentan algunas de las siguientes lesiones, pudiendo ser elegibles para la competición: falta de potencia muscular, discapacidad en el rango de movimiento, hipertensión, ataxia, atetosis, diferencia en la longitud de las piernas, cojera, discapacidad visual o intelectual y acondroplasia (Tweedy & Vanlandewijck, 2011). Por lo tanto, el BSR está diseñado principalmente para personas cuyas características físicas no les permitan correr, saltar y/o pivotar, como puede ser el caso de personas con lesión medular, amputaciones o diferentes afectaciones del sistema músculo-esquelético (Goosey-Tolfrey & Leicht, 2013). Por ello, con la finalidad de hacer más igualitaria la competición, los jugadores deben pasar por una mesa de clasificación, la cual les otorga una puntuación en función de su funcionalidad. Esta puntuación oscila entre 1.0 y 4.5 (IWBF, 2014), en función de la capacidad de movimiento que presentan los jugadores en los diferentes planos el tronco (frontal, lateral y vertical) (De Sousa et al., 2020), obteniendo de esta forma una Clasificación Funcional (en adelante, *CF*). En la Tabla 1, se recogen los diferentes perfiles de los jugadores en función de su posibilidad de movimiento.

Tabla 1. Perfiles de la CF de los jugadores de BSR.

<i>CF</i>	<i>Descripción</i>
1.0	No tiene ningún movimiento activa del tronco en el plano vertical (rotación). Tiene poco o ningún movimiento controlado del tronco en el plano frontal. No tiene ningún movimiento controlado del tronco en el plano lateral. Cuando se produce un desequilibrio necesitan sus brazos para volver a la posición vertical.
2.0	Tiene rotación activa de la porción superior del tronco, pero ninguna rotación de la porción inferior. Tiene movimientos parcialmente controlados de la porción superior del tronco hacia adelante. No tiene ningún movimiento del tronco en el plano lateral
3.0	Tiene movimiento completo del tronco en plano vertical y plano frontal. No tiene ningún movimiento controlado del tronco, plano lateral.
4.0	Tiene movimiento completo del tronco en el plano vertical y en el plano frontal. Tiene movimiento completo del tronco hacia un lado, pero por lo general tiene dificultad con el movimiento controlado hacia el otro lado, debido a limitaciones en un miembro inferior.
4.5	Tiene movimiento completo del tronco en los tres planos.

CF: Clasificación Funcional; BSR: Baloncesto en Silla de Ruedas

Actualmente, el ámbito deportivo se encuentra en gran auge entre los investigadores debido a la continua evolución existente en los métodos de entrenamiento. Por ello, con la finalidad de conocer las necesidades físicas de los jugadores y las cargas de entrenamiento, se ha producido un aumento en el uso de dispositivos inerciales (en adelante, *IMU*), en diferentes modalidades deportivas (Reina, García-Rubio & Ibáñez, 2020; Reina, García-Rubio, Esteves & Ibáñez, 2020). A través de un acelerómetro tri-axial, permite conocer diferentes variables como la velocidad, la distancia recorrida, impactos o playerload (Gómez-Carmona, Bastida-Castillo, González-Custodio, Olcina & Pino-Ortega, 2020). Estos dispositivos han sido usados en diferentes modalidades deportivas como el baloncesto (Ponce-Bordón, Ramírez-Bravo, López-Gajardo & Díaz- García, 2022; Reina, García-Rubio, Feu & Ibáñez, 2019), el fútbol (García-Ceberino, Antúnez, Feu & Ibáñez, 2020), el balonmano (Mancha-Triguero, Reina, Baquero, García-Rubio & Ibáñez, 2018), o incluso, el rugby (Haydon, Pinder, Grimshaw & Robertson, 2018). Además, su uso está disponible para práctica outdoor mediante la

tecnología Sistema de Posicionamiento Global (en adelante, *GPS*), o en prácticas indoor, mediante el uso de Ultra Wide-Band (en adelante, *UWB*).

En la literatura científica, se pueden encontrar diferentes trabajos relacionados con el BSR, con la finalidad de conocer la condición física de los jugadores mediante la medición de diferentes variables evaluadas durante el juego (Campelo et al., 2018; Iturricastillo, Yanci, Barrenetxea & Granados, 2016; Iturricastillo, Yanci, Granados, & Goosey-Tolfrey, 2016; Romarate, Granados, Iturricastillo, Lizundia & Yanci, 2020). De la misma forma, se han estudiado los cambios antropométricos de los jugadores durante la pre-temporada, así como la variabilidad de la carga interna durante dicho periodo (Iturricastillo, Fuentes-Azpiroz, Lizundia & Granados-Dominguez, 2022) Además, mediante métodos observacionales, se han analizado las acciones técnica-tácticas del juego como pueden ser los giros, bloqueos, esprines, frenadas, tiros, asistencias, robos, y faltas realizadas o recibidas (De Witte, Hoozemans, Verger, Van der Woude & Veeger, 2015; Gómez-Ruano, Molik, Morgulec & Szyman, 2015; Gómez-Ruano, Pérez, Molik, Szyman & Sampaio, 2014; Pérez-Tejero & Pinilla-Arbex, 2015).

Sin embargo, son escasos los estudios que llevan a cabo un análisis del rendimiento de los jugadores tanto en entrenamiento como en competición a través del uso de los dispositivos inerciales. La utilización de estos dispositivos inerciales durante el entrenamiento y competición ha permitido analizar las necesidades físicas y cuantificar las cargas de esfuerzo en jugadores de baloncesto convencional (Reina, García-Rubio & Ibáñez, 2020). Por ello, los objetivos de este trabajo fueron: i) realizar una revisión sistemática exploratoria en relación con el uso de los dispositivos inerciales en el BSR, y ii) conocer la finalidad de los dispositivos inerciales en cada uno de los estudios seleccionados.

Método

Diseño

El objetivo de este trabajo es llevar a cabo una revisión sistemática exploratoria en relación con el empleo de los dispositivos inerciales en la modalidad deportiva de BSR, mediante la recopilación de documentos científicos y los procesos de selección de estudios (Ato, López-García & Benavente, 2013). Por ello, tomando como referencia la clasificación realizada por Montero y León (2007), se posiciona dentro de los *Estudios teóricos*.

Estrategia de búsqueda

Para llevar a cabo la búsqueda, se han utilizado las siguientes bases de datos: *Web of Science* (en adelante, *WOS*), *Scopus* y *Google Académico*, siendo los términos usados para la búsqueda en inglés: “Basketball”, “Wheelchair” e “Inertial device”. Por otro lado, *Google Académico* ha sido la única base de datos en la cual se ha realizado la búsqueda en dos idiomas, español e inglés. Siendo, los términos utilizados en la búsqueda en español: “Baloncesto”, “Silla de ruedas” y “Dispositivo inercial”. Además, únicamente se seleccionaron documentos publicados hasta noviembre de 2021.

Criterios para la selección de los estudios

Para formar parte de la muestra, los documentos seleccionados debían cumplir una serie de Criterios de Inclusión y Exclusión propuestos por los investigadores al inicio del estudio (Tabla 2), con el objetivo de recabar aquellos documentos más afines al estudio.

Tabla 2. Criterios de inclusión y exclusión de documentos.

N.º	Criterios de inclusión
1	Seleccionar cualquier tipo de documento científico.
2	Describir al menos alguna de las características del BSR (mínimo 50 palabras).
3	Estar escrito en inglés, portugués o español.
4	Estar disponible a texto completo o sólo disponer el resumen.
Criterios de exclusión	
5	Eliminar los documentos en los que solamente se mencionen la/s palabra/s clave/s introducida/s en la base datos.
6	Descartar los documentos que no se puedan referenciar.
7	Excluir los documentos que se refieren a baloncesto en general.
8	Eliminar los documentos duplicados en las diferentes bases de datos empleadas.

Muestra

La muestra del estudio estuvo formada por 4 documentos relacionados con el empleo de los dispositivos inerciales en BSR. Además, se ha tenido en cuenta, si los manuscritos seleccionados analizaban la CF de los jugadores a la hora de realizar los análisis estadísticos. De un total de 1271738 de manuscritos identificados en la primera fase de búsqueda mediante el vocablo “Basketball”, finalmente se descartaron 1271734 documentos tras ir refinando la búsqueda mediante la introducción del resto de términos.

Codificación de las variables

Los documentos seleccionados se clasificaron atendiendo a los siguientes criterios: *Variables generales*, *Variables específicas*, *Variables relacionadas con la temática de investigación*, y, por último, *Variable relacionada con la calidad de los documentos* (Tabla 3).

Tabla 3. Características de las variables del estudio

Variables	Acrónimo	Descripción
Valores generales	Autor/es	Nombre científico de cada autor del documento seleccionado.
	Año	Año de publicación del manuscrito seleccionado.
	Título	Título de la publicación del documento seleccionado.
	Resumen	Breve escrito que recoge las ideas principales del manuscrito seleccionado.
	Palabras claves	Términos que aparecen en el documento seleccionado.
	Base de datos	Plataforma de datos en la que se ubica el manuscrito.
	Accesibilidad al documento	Si presenta o no acceso al texto completo (Sí/No).
Variables específicas	Tipo de documento	Clasificación de los documentos en función del tipo de manuscrito según Gamonales, Muñoz-Jiménez, León e Ibáñez (2018): <i>Tesis doctoral, Libro, Capítulo de libro, Proyecto académico, Publicación en congreso y/o reunión científica, Artículo de revista y Documento de patente.</i>
	Tipo de estudio	Clasificación de los manuscritos en función del tipo de estudio según Montero y León (2007): <i>Estudios teóricos, Estudios empíricos con metodología cuantitativa y Estudios empíricos con metodología cualitativa.</i>
	Comité ético de la universidad	¿El documento presenta comité ético de la Universidad? (Sí/No).
	Muestra I	¿Se describió la muestra en detalle? (Sí/No).
	Muestra II	Número de participantes / Número de documentos.
	Disciplinas de las Ciencias del Deporte	Clasificación de los manuscritos seleccionados en función de las Disciplinas presentes en las Ciencias del Deporte (Borms, 2008) (Tabla 4)
	Variables relacionadas con la temática de investigación	Finalidad de los dispositivos inerciales
Clasificación funcional		Identificar si los autores de los documentos seleccionados tienen en cuenta la CF de los jugadores a la hora de realizar los análisis estadísticos (Sí/No).
Variable relacionada con la calidad de los documentos	Calidad de los documentos	A través de observadores expertos se evalúan los manuscritos seleccionados con la finalidad de garantizar la calidad de estos.

Procedimiento de registro para los estudios y análisis de datos

El éxito de una revisión sistemática reside en una buena planificación de las fases y procesos a seguir durante la realización del trabajo (Gamonales et al., 2018; Thomas, Nelson & Silverman, 2015). Por ello, se ha llevado a cabo un proceso de búsqueda similar a los existentes en la literatura científica (Gámez-Calvo, Hernández-Beltrán, Díaz-Valdes & Gamonales, 2021; Gámez-Calvo, Gamonales, Hernández-Beltrán & Muñoz-Jiménez, 2022; Gamonales, Jiménez-Solís, Gámez-Calvo, Sánchez-Ureña & Muñoz-Jiménez, 2022; Hernández-Beltrán, Gámez-Calvo, Rojo-Ramos & Gamonales, 2021). En la Figura 1, se recogen las diferentes fases seguidas durante el proceso de elaboración del trabajo.

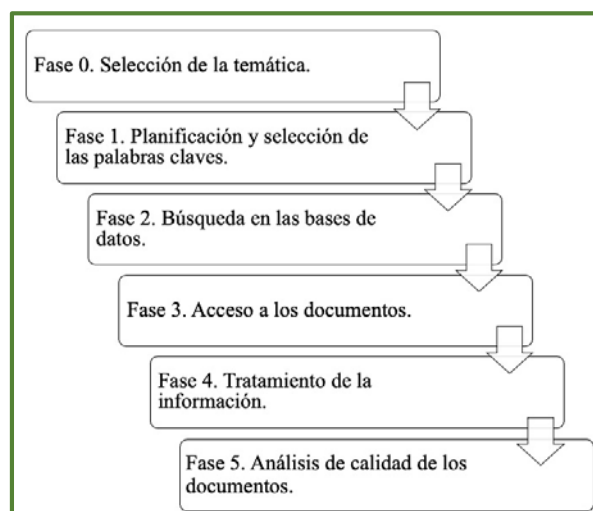


Figura 1. Fases seguidas en el proceso de elaboración.

Fase 0. Selección de la temática. En esta fase, se seleccionó la temática de la revisión sistemática en relación con la pregunta inicial formulada por los investigadores: “¿Los autores de los documentos relacionados con el BSR y dispositivos inerciales tienen en cuenta la CF de los deportistas para realizar sus análisis estadísticos?”. Además, es uno de los pasos más importantes, puesto que va a permitir a futuras investigaciones un conocimiento más amplio sobre dicha temática.

Fase 1. Planificación y selección de las palabras claves. La selección de las palabras clave en una revisión sistemática exploratoria es uno de los pasos más importantes. Pues, el éxito de la búsqueda depende de una correcta planificación y de la extracción de resultados y conclusiones (Gamonales et al., 2018; Hernández-Beltrán et al., 2021). Por ello, para llevar a cabo dicha búsqueda, se utilizaron las siguientes palabras clave, en inglés: “Basketball”, “Wheelchair” y “Inertial device”, y, en español: “Baloncesto”, “Silla de ruedas” y “Dispositivo inercial”. Además, con la finalidad de reducir el sesgo entre los documentos, todos los términos se han introducido en el mismo orden en las diferentes bases de datos permitiendo así la extracción de conclusiones relevantes (Gamonales et al., 2018; Gámez-Calvo et al., 2021).

Fase 2. Búsqueda en las bases de datos. Para llevar a cabo la búsqueda de los documentos, se realizaron tres procesos de búsqueda en las siguientes plataformas: *Web of Science* (en adelante, *WOS*), *Scopus* y *Google Académico*. Este proceso de búsqueda se realizó por parte de dos investigadores con la finalidad de hacer más extensa la búsqueda y garantizar la calidad de los documentos seleccionados (Moreno, Muñoz, Cuellas, Domancic & Villanueva, 2018). En la Figura 2, se recoge el procedimiento de búsqueda realizado en función de las bases de datos, y el número de documentos identificados en cada una de ellas. Se observa como a medida que se iban introduciendo los términos en la búsqueda, el número de documentos finales iba disminuyendo considerablemente.

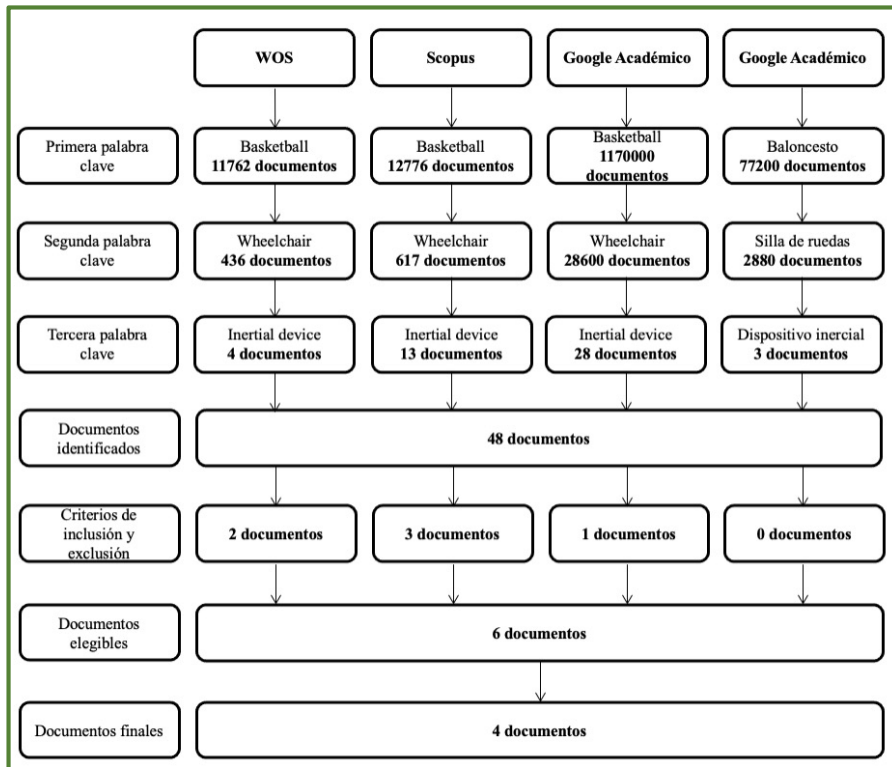


Figura 2. Procedimiento de búsqueda empleado en la revisión sistemática exploratoria en BSR.

Fase 3. Acceso de documentos. Debido a que algunas de las bases de datos empleadas en la búsqueda no presentaban acceso al texto completo, se recurrió al portal web de la biblioteca de la Universidad de Extremadura, así como a las distintas plataformas o redes sociales de personal científica en internet como el *Researchgate* (Gamonaes et al., 2018). Estos procedimientos de búsqueda de los manuscritos seleccionados son similares a los empleados por Jenkin, Eime, Westerbeek, O’Sullivan & Van Uffelen (2017), o Gamonaes et al., (2021).

Fase 4. Tratamiento de la información. Los documentos seleccionados fueron clasificados en función de las variables recogidas en la Tabla 3. Además, se llevó a cabo una síntesis de todos los documentos mediante la elaboración de la Tabla 6, ordenándose los manuscritos de forma cronológica con la finalidad de hacer más eficaz y óptima la lectura de los resultados. A su vez, se dichos estudios fueron clasificados en función de las Disciplinas de las Ciencias del Deporte (Borms, 2008) (Tabla 4).

Tabla 4. Disciplinas de las Ciencias del Deporte (Borms, 2008).

Nº	Disciplina
1	Actividad Física Adaptada (Adapted Physical Activity)
2	Biomecánica del Deporte (Biomechanics of Sport)
3	Ciencias del Entrenamiento (Coaching Sciencies): Desarrollo Motor, Control Motor y Aprendizaje Motor (Motor Development, Motor Control and Motor Learning)
4	Comportamiento Motor (Motor Behavior)
5	Derecho del Deporte (Sports Law)
6	Filosofía del Deporte (Philosophy of Sport)
7	Fisiología del Ejercicio y del Deporte (Sport an Exercise Physiology)
8	Gestión Deportiva (Sport Management)
9	Historia del Deporte (Sport History)
10	Información del Deporte (Sport Information)
11	Kinantropometría (Kinanthropometry)
12	Medicina Deportiva (Sport Medicine)
13	Ocio y Recreación Deportiva (Sport and Leisure Facilities)
14	Pedagogía Deportiva (Sport Pedagogy)
15	Psicología del Ejercicio y del Deporte (Sport and Exercise Psychology)
16	Sociología del Deporte (Sociology of Sport)

Fase 5. Análisis de calidad de los documentos. Para el análisis de calidad de los diferentes manuscritos seleccionados para la revisión sistemática, se ha utilizado el cuestionario elaborado por Law et al., (1998) (Tabla 5), y previamente utilizado en diferentes revisiones sistemáticas relacionadas con el deporte adaptado (Hernández-Beltrán et al., 2021; Gamonales et al., 2021; Gamonales et al., 2022; Gámez-Calvo, Gamonales, Hernández-Beltrán & Muñoz-Jiménez et al., 2022). Este proceso de evaluación fue elaborado por dos investigadores externos con amplio conocimiento en la temática de estudio. Por lo tanto, una vez conocidas las puntuaciones otorgadas a cada uno de los manuscritos, fueron clasificados en función de su calidad metodológica (Sarmiento et al., 2018).

Tabla 5. Análisis de la calidad de los documentos.

Nº	Pregunta	Respuesta	
Q1	¿El propósito del estudio se indicó claramente?	1=Si	0=No
Q2	¿Se revisó la literatura de fondo relevante?	1=Si	0=No
Q3	¿Fue el diseño apropiado para la pregunta de investigación?	1=Si	0=No
Q4	¿Se describió la muestra en detalle?	1=Si	0=No
Q5	¿Se justificó el tamaño de la muestra?	1=Si	0=No
Q6	¿Se obtuvo el consentimiento informado? (Si no se describe, suponga que no)	1=Si	0=No
Q7	¿Fueron confiables las medidas de resultado? (Si no se describe, suponga que no)	1=Si	0=No
Q8	¿Fueron válidas las medidas de resultado? (Si no se describe, suponga que no)	1=Si	0=No
Q9	¿Se describió el método en detalle?	1=Si	0=No
Q10	¿Se informaron los resultados en términos de significación estadística?	1=Si	0=No
Q11	¿Fueron apropiados los métodos de análisis?	1=Si	0=No
Q12	¿Se informó la importancia de la práctica?	1=Si	0=No
Q13	¿Se informaron abandonos?	1=Si	0=No
Q14	¿Fueron apropiadas las conclusiones dados los métodos de estudio?	1=Si	0=No
Q15	¿Hay alguna implicación para la práctica dados los resultados del estudio?	1=Si	0=No
Q16	¿Las limitaciones del estudio son reconocidas y descritas por los autores?	1=Si	0=No

Análisis estadístico

Se realizó un análisis descriptivo relacionado con las variables *Año*, *Palabras clave*, *Base de datos*, *Tipo de estudio*, *Tipo de documento* y *Disciplinas de las Ciencias de Deporte*, con el objetivo de obtener información relevante relacionada con los documentos seleccionados. Para ello, el software utilizado para el análisis fue el software Statistical Package of Social Science (versión 24, 2016; IBM Corp., IBM SPSS Statistics para MAC OS, Armonk, NY, EE. UU.).

Resultados

El presente estudio tiene como objetivo analizar la literatura científica relacionada con el BSR, y conocer las finalidades del empleo de los dispositivos inerciales en dicha disciplina. Además, se busca conocer si los autores de los estudios seleccionados tienen en cuenta la CF de los deportistas para realizar sus análisis estadísticos. Para ello, los resultados se muestran en el mismo orden cronológico en el que se desarrolló el estudio con la finalidad de facilitar la lectura y comprensión (Tabla 6).

Tabla 6. Documentos seleccionados para la revisión.

Id	Autor/es	Año	Título	Resumen	PC	BD	Acc.	TD	TE	CE	MI	MII	Dis.	FD	CF	C
1	Ferro et al.,	2021	Relationship between sprint capacity and Acceleration of wrist wheelchair basketball players: design and reliability of a new protocol	El objetivo de este trabajo fue conocer la bilateralidad de los jugadores de baloncesto en un test de 20m, a través del uso de los WIMU para conocer la aceleración presente en las muñecas de cada uno de los jugadores.	Performance; WOS/ kinematics; GA/S	Sí	AR	Emp. Cuant	Sí	Sí	10	1, 2 y 3	Conocer la aceleración de la muñeca.	Sí	A	
2	Van der Slikke et al.,	2020	Wearable wheelchair mobility performance measurement in basketball, rugby, and tennis: lessons for classification and training	Comparación del rendimiento en relación con la movilidad de jugadores en diferentes disciplinas (baloncesto, tenis y rugby). Presentando mejores valores de movilidad los jugadores de BSR.	Wheelchair mobility performance; evidence-based classification; wearables; wheelchair sports	S	Sí	AR	Emp. Cuant	Sí	Sí	76	1 y 3	Conocer el rendimiento de los jugadores a través del estudio de la movilidad.	No	A
3	Van der Slikke, Mason, Berger & Goosey-Tolfrey	2017	Speed profiles in wheelchair court sports; comparison of two methods for measuring wheelchair mobility performance	Este estudio lleva a cabo una comparación entre dos dispositivos de seguimiento indoor, con la finalidad de conocer el nivel de precisión y variabilidad entre ambos.	Wheelchair basketball; activity profiles; wheelchair mobility performance; inertial sensors; indoor tracking	S	Sí	AR	Emp. Cuant	No	Sí	5	1 y 3	Conocer la velocidad y la distancia, así como variables dependientes de estas	Sí	A
4	Van der Slikke, Berger, Bregman & Veeger	2016	From big data to rich data: the key features of athlete wheelchair mobility performance	Con la finalidad de conocer el rendimiento relacionado con la movilidad de los jugadores, se han estudiado diferentes variables relacionadas con el rendimiento. A su vez se ha realizado una comparación en función de la CF de los jugadores.	Wheelchair Basketball; Wheelchair sport; wheelchair mobility performance; inertial measurement unit	WOS	Sí	AR	Emp. Cuant	Sí	Sí	29	1, 2 y 3	Analizar el movimiento lineal, rotacional, velocidad, aceleración	Sí	B

Id: Ítem del artículo; PC: Palabras Claves; BD: Base de datos; Acc.: Accesibilidad al documento; TD: Tipo de documento; TE: Tipo de Estudio; CE: Comité Ético de la Universidad; MI: Muestra I; MII: Muestra II; Dis.: Disciplina de las Ciencias del Deporte; FD: Finalidad del empleo de los dispositivos inerciales; CF: Clasificación Funcional; C: Calidad de los artículos; WOS: Web of Science; S: Scopus; GA: Google Académico; Emp. Cuant.: Estudio Empírico con Metodología Cuantitativa; AR: Artículo de revista; T: Tesis doctoral; DI: Dispositivos inerciales; CF: Clasificación Funcional; BSR: Baloncesto en Silla de Ruedas.

En la Figura 4, se realiza un análisis descriptivo sobre las *Palabras clave* utilizadas en los diferentes manuscritos. Se observa como los términos más empleados son: “*Inertial device*” ($n=5$), “*Wheelchair mobility performance*” ($n=3$) y “*Wheelchair Basketball*” ($n=2$). Además, con la finalidad de mejorar la compresión, se han agrupado los términos en función del campo semántico y/o temática relacionada. Ejemplo:

Inertial device = Inertial sensor + IMU + Inertial measurement unit + Indoor tracking

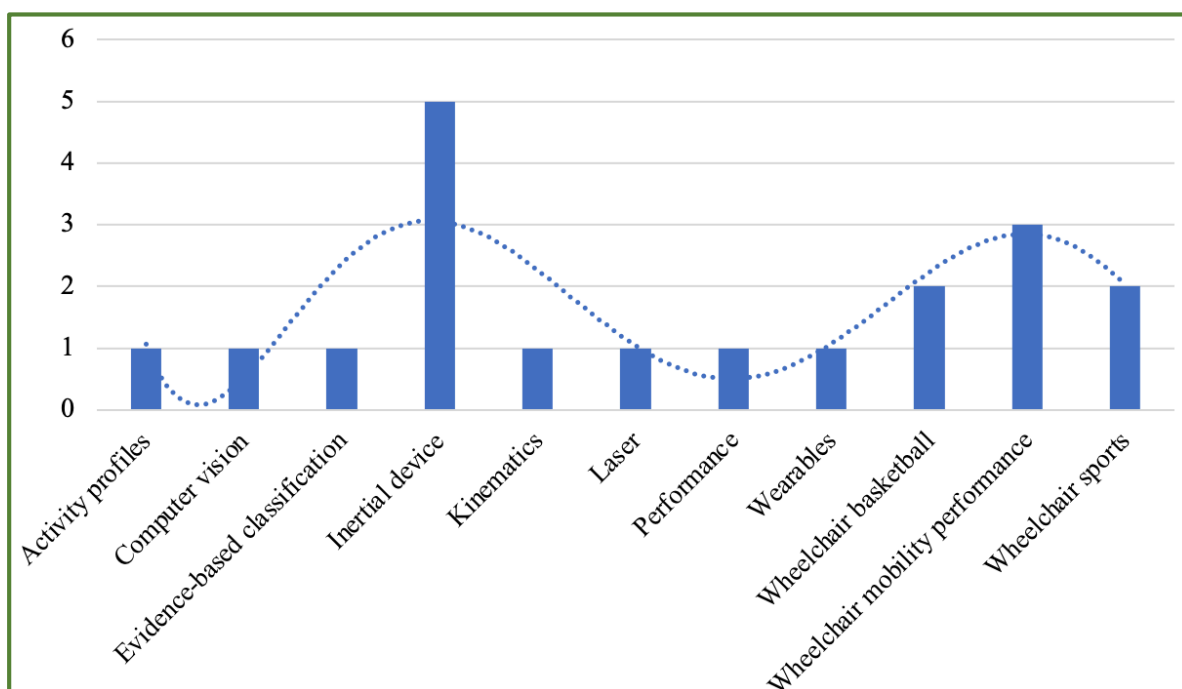


Figura 4. Caracterización de los documentos en función de las palabras clave.

Por último, en la Tabla 7, se recogen las puntuaciones otorgadas por los diferentes evaluadores a cada uno de los manuscritos seleccionados para la revisión. Posteriormente, se les ha atribuido una calidad metodológica en función del valor numérico obtenido (Sarmiento et al., 2018).

Tabla 7. Análisis de calidad de los documentos seleccionados.

<i>Id</i>	<i>Observador 1</i>	<i>Observador 2</i>	<i>Media</i>	<i>Calidad</i>
1	81,25	68,75	75	A
2	81,25	93,75	87,5	A
3	75	75	75	A
4	56,25	68,75	62,5	B

ID: Identificador del documento seleccionado.

Discusión

El objetivo principal del estudio fue realizar una revisión sistemática exploratoria relacionada con el uso de los dispositivos inerciales en BSR. Tras realizar la búsqueda de manuscritos, se observa como los estudios seleccionados utilizan los dispositivos inerciales en sus entrenamientos o competiciones para cuantificar las cargas percibida por los jugadores y evaluar el rendimiento de los jugadores en diferentes situaciones. Por tanto, la mayoría de los trabajos relacionados con el BSR están enfocados a conocer y evaluar la condición física de los jugadores en función de la CF que presentan cada uno de los sujetos.

En relación con las *Palabras Clave* utilizadas en cada uno de los trabajos seleccionados (Figura 4), se observa como los términos predominantes son: “*Inertial device*” ($n=5$), “*Wheelchair mobility performance*” ($n=3$), y “*Wheelchair Basketball*” ($n=2$). Es decir, son vocablos relacionados en su totalidad con el objetivo de estudio. Estos resultados indican la importancia de realizar una buena planificación del objetivo de estudio, y de las palabras clave a usar durante la búsqueda.

En función de la *Base de datos*, cabe destacar que la búsqueda se ha llevado en diferentes plataformas con la finalidad de obtener el mayor número de documentos relacionados con el objeto de estudio. Por ello, el procedimiento de búsqueda se ha realizado en tres bases de datos: *WOS*, *Scopus* y *Google Académico*, siendo esta última la única en la cual se ha realizado la búsqueda en dos idiomas, español e inglés. Siendo, sustancialmente mayores los resultados obtenidos en la búsqueda con los términos en idioma inglés puesto que es el idioma internacional de la ciencia, facilita colaboraciones y ayudas económicas, mayor probabilidad de publicar en revista con alto factor de impacto y los autores pueden alcanzar una mayor reputación a nivel internacional.

Además, todos los manuscritos se clasifican como *Artículos de revista*, en los cuales se lleva a cabo un *Estudio Empírico con Metodología Cuantitativa*. Es decir, los estudios en BSR son documentos que tienen calidad y un formato estructurado. Por tanto, se recomienda a los investigadores en Ciencias del Deporte que utilicen otras metodologías con la finalidad de aumentar el conocimiento relacionada con el BSR. Sin embargo, con la finalidad de aumentar el conocimiento y el número de contribuciones científicas relacionadas con la evaluación de la condición física de los jugadores de BSR, se recomienda llevar a cabo diferentes publicaciones a través de *Tesis doctorales*, *Libros*, *Capítulos de libros*, *Proyectos académicos*, *Publicaciones en congresos* y *Documentos de patentes* (Gamonal et al., 2018).

La clasificación realizada a partir de las *Disciplinas de las Ciencias del Deporte* (Borms, 2008) (Tabla 4), muestra como todos los manuscritos se encuadran dentro de la *Actividad Física Adaptada* y *Ciencias del Entrenamiento*, puesto llevan a cabo sus trabajos en una modalidad adaptada para personas con discapacidad, a través del estudio de variables relacionadas con el rendimiento de los jugadores. Además, los estudios llevados a cabo por Van der Slikke et al., (2020), y Van der Slikke et al., (2017), se centran en el estudio de la movilidad de los jugadores. Por tanto, se encuadran dentro de la disciplina de *Biomecánica del Deporte*.

En relación con la *Finalidad de los Dispositivos Inerciales*, se observa la variedad de uso que presentan, puesto en cada uno de los estudios se utilizan con una finalidad distinta. El estudio realizado por Ferro et al., (2021), se analiza la bilateralidad de los jugadores mediante la medición de la aceleración en las muñecas de los jugadores a la hora de realizar los desplazamientos o cambios de dirección. Por otro lado, Van der Slikke et al., (2016), evalúa el rendimiento de los jugadores de BSR a través del análisis de las velocidades de desplazamiento y las distancias recorridas durante los entrenamientos. Además, únicamente el estudio de Van der Slikke et al., (2017), no tiene en cuenta la *Clasificación Funcional* de los jugadores a la hora de realizar los análisis estadísticos. Por ello, el uso de los dispositivos inerciales se puede llevar a cabo en cualquier disciplina deportiva con el objetivo de analizar las diferentes variables técnico-tácticas de los jugadores, y conocer la carga a la que están siendo sometidos en función de la CF para obtener perfiles de juego.

Por último, atendiendo a la *Calidad de los documentos* seleccionados, hay que destacar la presencia de tres estudios que presentan una *Excelente calidad metodológica* (Ferro et al., 2021; Van der Slikke et al., 2020; 2017). Por el contrario, el estudio realizado por Van der Slikke et al., (2016), ha obtenido una *Buena calidad metodológica*. Por ello, se recomienda llevar a cabo estudios a través del uso de metodologías e instrumentos actualizados con la finalidad de obtener la mayor calidad posible (Sarmiento et al., 2018).

Conclusiones

Los documentos sobre BSR y dispositivos inerciales son escasos y están redactados en inglés. El BSR es uno de los deportes adaptados con mayor interés por parte de los investigadores, puesto la gran parte de los trabajos está enfocado a la evaluación de la condición física en función de la CF que presenta los jugadores.

Cuantificar las cargas a las que están sometidos los jugadores de BSR, es de vital importancia para conocer la evolución en la condición física de los jugadores. Además, el uso de los dispositivos inerciales aporta información relevante al cuerpo técnico sobre diferentes variables relacionadas con el rendimiento, y permite conocer los estilos de juego de los jugadores.

La mayor limitación identificada en la realización del estudio es la escasa literatura relacionada con el uso de los dispositivos inerciales en BSR. A diferencia de otras disciplinas deportivas en las cuales se han empleado en mayor medida, realizándose estudios de diferentes índole y ámbito de conocimiento.

Limitaciones

El principal objetivo del estudio fue llevar a cabo una revisión sistemática exploratoria en relación con el uso de los dispositivos inerciales en el BSR, e identificar la finalidad con la que han sido usados estos. Por ello, una de las principales limitaciones del estudio es la escasa literatura relacionada con la temática de estudio, puesto únicamente se han seleccionado 4 documentos que cumplieran con los criterios de inclusión establecidos.

Aplicaciones prácticas

Los dispositivos inerciales ofrecen información relevante a los entrenadores y preparadores físicos de los equipos acerca de la evolución de la condición física que presentan los jugadores, en función de las cargas a las que están sometidos. Por consiguiente, su uso está recomendado en equipos de alto nivel para controlar el rendimiento de los jugadores ya sea durante el entrenamiento o la competición. Además, permiten conocer diferentes variables como la velocidad, la distancia, el PlayerLoad o los impactos recibidos. Este último, junto con la capacidad de aceleración es una de las variables más importantes debido a la capacidad de aceleración de los jugadores, ya sea en giros o cambios de velocidad. De la misma forma, conocer el número de impactos es de vital importancia, puesto refleja el número de bloqueos o golpes con los defensores.

Author Contributions: Víctor Hernández-Beltrán preparó el documento: la introducción, el método, resultados, discusión y conclusión. David Mancha-Triguero revisó el documento en su totalidad y desarrolló los resultados. Carlos David Gómez-Carmona colaboró en la revisión del manuscrito final junto con José M. Gamonales que procedió a revisar el documento en su totalidad al final del proceso.

Referencias

- Ato, M., López-García, J. J., & Benavente, A. (2013). A classification system for research designs in psychology. *Annals of Psychology, 29*(3), 1038-1059. <https://doi.org/10.6018/analesps.29.3.178511>
- Borms, J. (2008). *Directory of Sport Science*. (5th Edition). Champaign, IL: Human Kinetics
- Campelo, B.D., Do Nascimento, R., Lira, A., Santos-Ávila, P., Aparecida, M., & Ferreira, V. (2018). Evaluación y clasificación de la capacidad aeróbica de jugadores de baloncesto en silla de ruedas. *Revista Brasileira de Ciências do Esporte, 40*(2), 163-169. <https://doi.org/10.1016/j.rbce.2018.01.015>
- De Sousa, L.G., Barra, C., Fernández, M., Teixeira, L.G., Casteletti, J., Luarte, C., & Castelli Correia de Campos, L.F. (2020). Limitaciones y posibilidades en el entrenamiento del baloncesto en silla de ruedas. *Revista Peruana de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte, 7*(4), 1036-1044.
- De Witte, A.M., Hoozemans, M.J., Verger, M.A., Van der Woude, L.H., & Veeger, D. (2015). Do field position and playing standard influence athlete performance in wheelchair basketball? *Journal of Sports Sciences, 29*, 1-10. <https://doi.org/10.1080/02640414.2015.1072641>
- Ferro, A., Pérez-Tejero, J., Garrido, G., & Villaceros, J. (2021). Relationship between sprint capacity and acceleration of wrists in wheelchair basketball players: design and reliability of a new protocol. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 18*(19), 10380. <https://doi.org/10.3390/ijerph181910380>
- Gámez-Calvo, L., Gamonales, J. M., Hernández-Beltrán, V., & Muñoz-Jiménez, J. (2022). Actual state of the handball for people with cerebral palsy. Systematic review. *E-balonmano Com, 18*(2), 161-170
- Gámez-Calvo, L., Gamonales, J.M., Hernández-Beltrán, V., & Muñoz-Jiménez, J. (2022). Beneficios de la hipoterapia para personas con Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad en edad escolar. Revisión sistemática exploratoria. *Retos: Nuevas Tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación, (43)*, 88-97.

- Gámez-Calvo, L., Hernández-Beltrán, V., Díaz-Valdés, J., & Gamonales, J.M. (2021). Evaluación del rendimiento deportivo en rugby en silla de ruedas. Revisión sistemática exploratoria. *Anatomía Digital*, 4(4), 49–68. <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v4i4.1890>
- Gamonales, J.M., Durán-Vaca, M., Gámez-Calvo, L., Hernández-Beltrán, V., Muñoz-Jiménez, J., & León, K. (2021). Fútbol para personas con amputaciones: Revisión sistemática exploratoria. *Retos: Nuevas Tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, (42), 145–153. <https://doi.org/10.47197/retos.v42i0.86380>
- Gamonales, J.M., Jiménez-Solís, J., Gámez-Calvo, L., Sánchez-Ureña, B., & Muñoz-Jiménez, J., (2022). Lesiones deportivas en el fútbol en personas con discapacidad visual. Revisión sistemática exploratoria. *Retos: Nuevas Tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, (44), 816–826.
- Gamonales, J.M., Muñoz-Jiménez, J., León, K., & Ibáñez, S.J. (2018). 5-a-side football for individuals with visual impairments: A review of the literature. *European Journal of Adapted Physical Activity*, 11(1), 1-19. <https://doi.org/10.5507/euj.2018.004>
- 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. <https://doi.org/10.3390/ijerph17010344>
- Gómez-Carmona, C.D., Bastida-Castillo, A., González-Custodio, A., Olcina, G., & Pino-Ortega, J. (2020). Using an inertial device (WIMU PRO) to quantify neuromuscular load in running: reliability, convergent validity, and influence of type of surface and device location. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(2), 365–373. <https://doi.org/10.1519/JSC.00000000000003106>
- Gómez-Ruano, M.A., Molik, B., Morgulec, N., & Szyman, R. (2015). Performance analysis of elite women's wheelchair basketball players according to team-strength, playing-time and players' classification. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 15(1), 268-283. <https://doi.org/10.1080/24748668.2015.11868792>
- Gómez-Ruano, M.A., Pérez, J., Molik, B., Szyman, R.J., & Sampaio, J. (2014). Performance analysis of elite men's and women's wheelchair basketball teams. *Journal of Sports Sciences*, 32(11), 1066–1075. <https://doi.org/10.1080/02640414.2013.879334>
- Goosey-Tolfrey, V.L., & Leicht, C.A. (2013). Field-based physiological testing of wheelchair athletes. *Sports Medicine*, 43(2), 77–91. <https://doi.org/10.1007/s40279-012-0009-6>
- Haydon, D.S., Pinder, R.A., Grimshaw, P.N., & Robertson, W.S. (2018). Overground-propulsion kinematics and acceleration in elite wheelchair rugby. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(2), 156–162. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0802>
- Hernández-Beltrán, V., Gámez-Calvo, L., Rojo-Ramos, J., & Gamonales, J.M. (2021). La Joëlette como herramienta de inclusión. Revisión de la literatura. *E-Motion. Revista de Educación, Motricidad e Investigación*, (16), 47–68. <http://dx.doi.org/10.33776/rev.%20e-motion.v0i16.5127>
- Iturricastillo, A., Fuentes-Azpiroz, M., Lizundia, M., & Granados-Dominguez, C. (2022). Relationship between rate perceived exertion and anthropometric and physical changes in wheelchair basketball. *E-balonmano Com*, 18(1), 45–54
- Iturricastillo, A., Yanci, J., Barrenetxea, I., & Granados, C. (2016). Análisis de la intensidad de juego durante los partidos de play-off en jugadores de baloncesto en silla de ruedas. *Retos: Nuevas Tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, (30), 54-58.
- Iturricastillo, A., Yanci, J., Granados, C., & Goosey-Tolfrey, V. (2016). Quantifying wheelchair basketball match load: a comparison of heart-rate and perceived-exertion methods. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(4), 508-514. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2015-0257>
- IWBF - International Wheelchair Basketball Federation. (2014). *Official Player Classification Manual*. Consultado en: <https://goo.gl/VTMsjM> (24 de octubre de 2020).
- Jenkin, C.R., Eime, R.M., Westerbeek, H., O'Sullivan, G., & Van Uffelen, J.G. (2017). Sport and ageing: a systematic review of the determinants and trends of participation in sport for older adults. *BMC Public Health*, 17(1), 976. <https://doi.org/10.1186/s12889-017-4970-8>
- Law, M., Stewart, D., Pollock, N., Letts, L., Bosch, J., & Westmoreland, M. (1998). Guidelines for critical review of qualitative studies. *Quantitative Review Form-Guidelines*, 1–11.
- Mancha-Triguero, D., Reina, M., Baquero, B., García-Rubio, J., & Ibáñez, S. J. (2018). Analysis of the competitive load in u16

- handballers as a function of the final resul. *E-balonmano Com*, 14(2), 99–108.
- Molik, B., Laskin, J., Kosmol, A., Skucas, K., & Bida, U. (2010). Relationship between functional classification levels and anaerobic performance of wheelchair basketball athletes. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 81(1), 69-73. <https://doi.org/10.1080/02701367.2010.10599629>
- Montero, I., & León, O.G. (2007). A guide for naming research studies in Psychology. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, 7(3), 847-862.
- Moreno, B., Muñoz, M., Cuellar, J., Domancic, S., & Villanueva, J. (2018). Revisión Sistemática: definición y nociones básicas. *Revista Plínica de Periodoncia, Implantología y Rehabilitación Oral*, 11(3), 184–186. <https://doi.org/10.4067/S0719-01072018000300184>
- Pérez-Tejero, J., & Pinilla-Arbex, J. (2015). Wheelchair basketball player performance by game statistics. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 15(3), 231-236. <http://dx.doi.org/10.4321/S1578-84232015000300027>
- Ponce-Bordón, J. C., Ramírez-Bravo, I., López-Gajardo, M. A., & Díaz- García, J. (2022). Training load monitoring by position and task in professional men's basketball. *E-balonmano Com*, 17(2), 145–152
- Reina, M., García-Rubio, J., & Ibáñez, S.J. (2020). 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. <https://doi.org/10.3390/ijerph17051477>
- Reina, M., García-Rubio, J., Esteves, P.T., & Ibáñez, S.J. (2020). How external load of youth basketball players varies according to playing position, game period and playing time. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 1-14. <https://doi.org/10.1080/24748668.2020.1818973>
- Reina, M., García-Rubio, J., Feu, S., & Ibáñez, S.J. (2019). Training and competition load monitoring and analysis of women's amateur basketball by playing position: Approach study. *Frontiers in Psychology*, 9(2689), 1–11. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02689>
- Romarate, A., Granados, C., Iturricastillo, A., Lizundia, M., & Irigoyen, J.Y. (2020). Asociación entre las características antropométricas y la condición física en jugadores de baloncesto en silla de ruedas. *SPORT TK: Revista EuroAmericana de Ciencias del Deporte*, 9(2), 17-26. <https://doi.org/10.6018/sportk.431081>
- Sarmiento, H., Clemente, F.M., Araújo, D., Davids, K., McRobert, A., & Figueiredo, A. (2018). What performance analysts need to know about research trends in association football (2012–2016): a systematic review. *Sports Medicine*, 48, 799–836. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0836-6>
- Thomas, J.R., Nelson, J.K., & Silverman, S.J. (2015). *Research methods in physical activity* (7ª Edition). Human Kinetics. Campaing.
- Tweedy, S.M., & Vanlandewijck, Y.C. (2011). International Paralympic Committee position stand-background and scientific principles of classification in Paralympic sport. *British Journal of Sports Medicine*, 45(4), 259–269.
- Van der Slikke, R.M., Berger, M.A., Bregman, D.J., & Veeger, D.H. (2020). Wearable wheelchair mobility performance measurement in basketball, rugby, and tennis: lessons for classification and training. *Sensors*, 20(12), 3518. <https://doi.org/10.3390/s20123518>
- Van der Slikke, R.M., Berger, M.A., Bregman, D.J., & Veeger, D.H. (2016). From big data to rich data: The key features of athlete wheelchair mobility performance. *Journal of Biomechanics*, 49(14), 3340–3346. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2016.08.022>
- Van der Slikke, R.M., Mason, B.S., Berger, M.A., & Goosey-Tolfrey, V.L. (2017). Speed profiles in wheelchair court sports; comparison of two methods for measuring wheelchair mobility performance. *Journal of Biomechanics*, 65, 221–225. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2017.10.040>
- Weissland, T., Faupin, A., Borel, B., & Leprêtre, P.M. (2015). Comparison between 30-15 intermittent fitness test and multistage field test on physiological responses in wheelchair basketball players. *Frontiers in Physiology*, 6(380), 1–8. <https://doi.org/10.3389/fphys.2015.00380>
- Yanci, J., Iturricastillo, A., & Granados, C. (2018). Training and match sessions effects in straight sprint and change of direction ability in wheelchair basketball. *Journal of Sport and Health Research*, 10(3), 383-388.
-