


EFFECTOS DE UN PROTOCOLO DE ENTRENAMIENTO DE FUERZA CON AUTOCARGAS Y PLIOMETRÍA SOBRE EL RENDIMIENTO FÍSICO EN BALONMANO: CATEGORÍA DE PRIMERA NACIONAL FEMENINA

Effects of a Strength Training Protocol with Self-loading and Plyometry on Handball Physical Performance: First National Female Category

Diego Soto García ^{1*} , Jorge Díaz Cruz ² , Iker Javier Bautista ³ , Isidoro Martínez Martín ¹ 

¹ Universidad de León, España

² Universidad de León, Grupo Investigación AMRED, España


³ Universidad Católica de Valencia San Vicente Mártir, España

* Correspondencia: dsotg@unileon.es

Recibido: 21/09/2021; Aceptado: 28/03/2022; Publicado: 30/05/2022

OPEN ACCESS

Sección / Section:
Balonmano / Handball

 Editor de Sección / Edited by:
Antonio Antúnez Universidad de
Extremadura, España

Citación / Citation:
Soto-García, D., Díaz-Cruz, J.,
Bautista, I. J. & Martínez Martín, I.
(2022). Efectos de un protocolo de
entrenamiento de fuerza con
autocargas y pliometría sobre el
rendimiento físico en balonmano:
Categoría de Primera Nacional
Femenina. *E-balonmano.Com*,
18(2), 83-92.

Fuentes de Financiación / Funding:
No funding reported by autor

Agradecimientos/
Acknowledgments:
A las jugadoras del ULE-CLEBA por
su participación desinteresada.

Conflicto de intereses / Conflicts of
Interest:
All authors declare no conflict of
interest

Resumen

El objetivo del presente estudio fue analizar los efectos en el salto y el lanzamiento tras aplicar un protocolo de autocargas y pliometría a un equipo universitario de balonmano femenino. Participaron 11 jugadoras amateur de balonmano ($M_{\text{edad}} = 23.70$; $DT = 2.26$), que realizaron el protocolo de entrenamiento durante ocho semanas. Se estableció un diseño experimental a través del cual se realizaron evaluaciones pre y post intervención de lanzamiento de balón medicinal, velocidad de lanzamiento a portería, CMJ bipodal y unipodal, salto horizontal y asimetrías entre ambas piernas. Para la evaluación del efecto del entrenamiento se realizó una prueba t-test de muestras dependientes. Los resultados revelan que mejoraron en las pruebas de salto, pero no en las de lanzamiento. En conclusión, un protocolo de autocargas y pliometría es efectivo en el salto vertical.

Palabras clave: deportes equipo, balonmano, amateur, mujer, fuerza.

Abstract

The aim of this research was to analyze the effects on jumping and throwing after applying a protocol of self-loading and plyometry to a women's university handball team. Eleven amateur handball players participated in the event ($M_{\text{age}} = 23.70$; $SD = 2.26$), who performed the training protocol for eight weeks. An experimental design was established in which pre- and post-intervention evaluations were made in which the medicine ball throw, the speed of throwing to goal and the speed of the goal were evaluated, CMJ one leg and both legs, horizontal jump and asymmetries between both legs. For the evaluation of the training effect, a dependent samples t-test was tasked. The results show that they improved in the jumping tests but not in the throwing tests. In conclusion, a protocol of self-loading and plyometrics is effective in the vertical jump.

Key words: sports team, handball, amateur, woman, strength.

Introducción

El entrenamiento de la fuerza produce un aumento funcional no solo para la práctica deportiva, sino también para la actividad diaria (Pereira et al., 2007). Además, correctamente prescrito y supervisado tiene la capacidad de poder generar mejoras del rendimiento en habilidades motoras: saltar, correr, lanzar (Bass & Myburgh, 2000). Se ha comprobado que los programas que aumentan la fuerza muscular mejoran la mecánica del movimiento y las habilidades funcionales; además, son el método más eficaz para reducir las lesiones relacionadas con el deporte en los atletas jóvenes (Faigenbaum & Myer, 2010; Lauersen, Bertelsen & Andersen, 2014).

El trabajo de autocargas y pliometría como trabajo de fuerza va a ayudar a que se mejore esa potencia en las acciones relevantes de los deportes de equipo, como el balonmano. Existen pocos estudios que hablen sobre el entrenamiento con el propio peso corporal (autocargas), pero autores como Jaque-Gallardo et al. (2019) indican en sus investigaciones prácticas que es un tipo de ejercicio de fácil acceso e ideal para el entrenamiento en grupo, y además, revelan que usando ejercicios de autocargas sin énfasis en la velocidad de ejecución se han logrado mejoras de la fuerza muscular y el equilibrio en adultos mayores. Klika y Jordan (2013), indican que este tipo de entrenamiento, realizado a una intensidad alta, provoca efectos positivos a nivel fisiológico. Falces-Prieto et al. (2020), en un estudio realizado con jóvenes futbolistas donde utilizaban ejercicios de fuerza con autocargas, encontraron mejoras a nivel neuromuscular de los miembros inferiores y modificación en la composición corporal. Martínez (2003) indica que un trabajo de autocargas aplicado en tres categorías de balonmano diferentes genera mayores mejoras en el grupo de menor edad (fuerza explosiva y condición motriz) y consigue mantener la condición física, pero no mejorarla, con el grupo de mayor edad. Sánchez-Sixto y Floría (2017), en un estudio con jugadoras de baloncesto donde se realiza una intervención de un trabajo combinado de fuerza y pliometría, obtuvieron mejoras en el salto vertical de las deportistas.

Desde la perspectiva de género, indicar que el entrenamiento de fuerza reporta beneficios en ambos sexos, incluso más acentuados en mujeres (Fleck & Kraemer, 1997; Pereira et al., 2007) no sólo porque aumenta los niveles de fuerza y el rendimiento deportivo (Suchomel, Nimphius & Stone, 2016), sino porque se obtienen múltiples beneficios relacionados con la mejora del rendimiento en balonmano, en aspectos tales como el sprint y la velocidad de lanzamiento (Manchado, Tortosa-Martínez, Vila, Ferragut & Platen, 2013; Hermassi, van den Tillaar, Khelifa, Chelly & Chamari, 2015), y promueve una serie de beneficios relacionados con la salud (Winnett & Carpinelli, 2001), entre otros un mayor éxito a la hora de soportar determinados estímulos de acciones o deportes. Mujeres que practican el mismo entrenamiento de fuerza que los hombres consiguen también beneficios relacionados con la reducción del riesgo de lesiones deportivas, cambios en la composición corporal, mejora de autoestima y autoconfianza y sobre todo aumento en la fuerza funcional, útil para los deportes y la vida diaria (Gutiérrez, Fernández & Laín, 2003; Bosco, 2000; Castiblanco & Suárez, 2013).

La relación de la fuerza entre ambos géneros es clara. Los hombres muestran valores de fuerza absoluta superiores a los de las mujeres, siendo esta diferencia mayor en el tren superior que en el tren inferior. En cambio, la diferencia en fuerza relativa (fuerza respecto al peso corporal) entre ambos géneros disminuye notablemente en los miembros superiores y llega incluso a desaparecer en los miembros inferiores (Parajón & Aranda, 2009). Hay que señalar que la fuerza relativa en el entrenamiento de fuerza es parecida entre ambos sexos. La hipertrofia relativa es menor en las mujeres (Jiménez & Alvar, 2000), pero las adaptaciones neurales son mayores en las mujeres (Lemmer et al., 2000; Dias et al., 2005). Finalmente, destacar que los aumentos en la masa muscular y las reducciones en el porcentaje de masa grasa como respuesta a programas de fuerza de corta duración (8 a 20 semanas), son de la misma magnitud en hombres y mujeres (Jiménez & Alvar, 2000; Lemmer et al., 2000).

La pliometría se refiere a ejercicios donde existen acciones de estiramiento-acortamiento muscular en un periodo de tiempo lo más corto posible (Román, 2005). Este tipo de ejercicios constituye una parte de la mayoría de los movimientos deportivos que implican saltar, lanzar o chutar (Anderst, Eksten & Koceja, 1994; Bauer, Thayer, & Baras, 1990). Forman la parte natural del deporte, como el salto, lanzamiento y movimiento, y se caracterizan por un estiramiento rápido del músculo denominado fase excéntrica e inmediatamente por el rápido acortamiento del mismo músculo, fase concéntrica

(Bosco, Tihanyi, Komi, Fekete, & Apor, 1982; Komi & Bosco, 1978). Resaltar que, para que el entrenamiento pliométrico produzca mejoras específicas en el deporte, se debe realizar en condiciones muy similares a la competición (De Villarreal, Kellis, Kramer & Izquierdo, 2009). Se ha recomendado el entrenamiento pliométrico como un enfoque apropiado para los deportes que requieren explosividad y mejora de la capacidad de salto vertical (De Villarreal, González-Badillo & Izquierdo, 2008), como en este caso el Balonmano. Stojanović, Ristić, McMaster y Milanović, (2017) indican en su estudio que es un método eficaz para prevenir lesiones de rodilla en atletas femeninas y es una forma conocida de “entrenamiento balístico”, diseñado para mejorar las capacidades de rendimiento de salto, mejora de la fuerza, economía de carrera, agilidad y capacidad de sprint. Además, los estudios señalados anteriormente indican que el entrenamiento pliométrico produce mejoras en la fuerza, los tiempos de sprint, la coordinación y la mecánica de aterrizaje (reducir el estrés y tensión en el valgo de rodilla) y reduce el riesgo de lesiones (De Villarreal, Requena & Newton, 2010; De Villarreal et al., 2008; Stojanović et al., 2017). Diferentes estudios muestran que la capacidad de utilizar energía elástica después de la acción excéntrica es superior en mujeres frente a hombres (Aura y Komi, 1986; Colliander y Tesch, 1989).

Se ha comprobado que este tipo de entrenamientos que se realizan con el propio peso corporal permite trabajar la fuerza y reporta múltiples efectos positivos asociados al desarrollo de esta capacidad. La pertinencia de este estudio se debe a la escasa existencia de estudios con el peso corporal y concretamente, con deportistas de género femenino de balonmano. Por estas razones, el objetivo del presente estudio fue analizar los efectos de un protocolo de entrenamiento de fuerza con autocargas y pliometría en jugadoras amateurs de balonmano tras un periodo de ocho semanas.

Materiales y Métodos

Participantes

Once jugadoras amateurs de balonmano universitarias ($M_{\text{edad}} = 23.70$; $DT = 2.26$), que compiten en la Liga de 1ª Nacional Femenina Española en la temporada 2020/21, participaron en el estudio. Las participantes tenían una experiencia media en la práctica de balonmano de 9 años y un volumen medio de entrenamiento semanal de tres sesiones más un partido durante el fin de semana.

Antes de comenzar la intervención, fueron informadas sobre el procedimiento de las pruebas y firmaron un formulario de consentimiento informado por escrito antes del comienzo del estudio.

Test

A continuación, se describe el conjunto de test para evaluar el protocolo de intervención. Los participantes fueron valorados en dos ocasiones. La primera en la sesión anterior al inicio del protocolo, y la segunda, en la sesión inmediatamente posterior a la finalización de la intervención.

Lanzamiento de balón medicinal. Permite medir o valorar la fuerza explosiva de los músculos extensores del miembro superior y tronco. El lanzamiento del balón de 3kg se realiza de rodillas, el individuo con el impulso no puede realizar balanceos con su cuerpo ni apoyarse en el suelo con ningún miembro superior antes de que el balón contacte con el suelo en el intento de aislar parcialmente la aportación de fuerza obtenida por los miembros inferiores (Rivilla-García, Martín, Valdivielso, F. N., & Molinuevo, 2011). Se realizó la grabación del lanzamiento y se determinó la distancia exacta mediante software Kinovea GPL v2. Se seleccionó el mejor de los tres intentos.

Velocidad de lanzamiento. Permite medir la velocidad máxima de lanzamiento en diferentes situaciones: lanzamiento desde parado, lanzamiento en apoyo (3 pasos) con la pierna contraria al brazo ejecutor y lanzamiento en salto (3 pasos) con impulso con pierna dominante y no dominante. La medición se llevó a cabo mediante el Radar Stalker ATS-2. Se seleccionó el mejor de los tres intentos.

Test de salto: CMJ Bipodal y Unipodal. Permite medir la altura del salto realizado con dos piernas, con pierna dominante y no dominante. El individuo debe estar erguido con las manos en la cintura, teniendo que efectuar un salto

vertical después de un rápido contramovimiento hacia abajo. Se realizó la medición a través de la aplicación My Jump 2 (Balsalobre-Fernández, Glaister & Lockey, 2015). Se seleccionó el mejor de los tres intentos.

Test Salto Horizontal a Pies Juntos. Permite el análisis de un salto horizontal de manera fácil, precisa y confiable. El individuo se impulsa teniendo que efectuar el aterrizaje con ambos pies de forma simultánea y no puede contactar con el suelo con otra parte de su cuerpo. Se realizó la medición de los tres intentos a través de la aplicación My Jump 2 (Balsalobre-Fernández, Glaister & Lockey, 2015). Se seleccionó el mejor de los tres intentos.

Test de Asimetría. Permite analizar la diferencia en el tiempo de contacto y vuelo entre ambas piernas (Bishop, Gullon, Maloney & Balsalobre-Fernández, 2020). El individuo realizó tres saltos en contramovimiento con cada pierna desde una altura de 0,3 metros. Se realizó la medición a través de My Jump 2 (Balsalobre-Fernández, Glaister & Lockey, 2015). Se seleccionó el mejor de los tres intentos.

Protocolo de ejecución

La intervención se llevó a cabo durante 8 semanas siguiendo la distribución y secuenciación de los contenidos señalados en la Tabla 1. Se realizaron 24 sesiones de entrenamiento, en 16 de las cuales se ejecutó el protocolo. La organización de cada entrenamiento constaba de un calentamiento, donde se incluían ejercicios de movilidad general, además de uno o dos juegos de activación; a continuación se comenzaba con la primera parte del protocolo, se procedía alternando un ejercicio del miembro inferior con otro del tren superior (Figura 1). Después se realizaba el trabajo técnico-táctico en pista, y al final durante la última parte del protocolo, se procedía con las tareas de pliometría (59 saltos), ese número de saltos parece maximizar la posibilidad de obtener mejoras (De Villarreal et al., 2010).

Tabla 1. Programación semanal de entrenamientos y secuenciación de contenidos incluyendo el protocolo de autocargas y pliometría.

| | LUNES | MARTES | MIÉRCOLES | JUEVES | VIERNES |
|----------------------|-------|---------------|-----------|---------------|---------------|
| Protocolo | | | | | |
| Autocargas | | 30' | | 30' | |
| Entrenamiento | | | | | |
| Téc - Tác | LIBRE | 60' | LIBRE | 60' | 60' |
| Protocolo Pliometría | | | | | |
| + Core | | 20' | | 20' | |
| Instalación | | Polideportivo | | Polideportivo | Polideportivo |

Para la selección de los ejercicios se tuvo en cuenta la experiencia previa de las jugadoras con el trabajo de fuerza y pliometría, se mantuvo un volumen de tres entrenamientos a la semana y se eligieron ejercicios que implicaran tríceps braquial y pectoral como músculos principales del lanzamiento y bíceps braquial más dorsal como antagonistas, así como los estabilizadores del hombro; y en los desplazamientos y saltos, ejercicios que estimularan cuádriceps y gemelos como principales, más isquiotibiales y abductores como antagonistas (Del Rosal, 2003). Adicionalmente se diseñó un trabajo de core para complementar las tareas anteriormente descritas (Figura 2).

Se hizo un test del número máximo de repeticiones en los ejercicios de flexiones de pectoral, flexiones de hombro y tríceps para individualizar el número de repeticiones a realizar por parte de cada participante (Martínez, Cuadrado & De Paz, 2002). Esos test se repitieron en la cuarta semana para ajustar el número de repeticiones en los ejercicios indicados (Martínez, 2003).

Siguiendo a Martínez (2003), las autocargas y core, durante las dos primeras semanas se realizaron dos series de ese número máximo de repeticiones, aumentando el volumen a tres series en el inicio de la tercera semana.

| AUTOCARGAS | | | | | |
|-----------------------|---|--|------------------------------|--|--|
| EJERCICIO | IMAGEN GRÁFICA | NÚMERO DE REPETICIONES | EJERCICIO | IMAGEN GRÁFICA | REPETICIONES |
| Abductores en pareja |  | 10 repeticiones con cada pierna | Flexiones de Hombro |  | 60% del número de repeticiones máximas |
| Flexiones de Pectoral |  | 60% del número de repeticiones máximas | Gemelos en altura |  | 10 repeticiones con cada pierna |
| Lunge + Sentadilla |  | 10 repeticiones | Tríceps con piernas elevadas |  | 60% del número de repeticiones máximas |

Figura 1. Protocolo de autocargas con la descripción de los ejercicios y el número de repeticiones

| AUTOCARGAS (CORE) | | |
|---|--|-----------------|
| EJERCICIO | IMAGEN GRÁFICA | REPETICIONES |
| Plancha Levantando Pierna – Brazo Contrario |  | 10 repeticiones |
| Dead Bug |  | 16 repeticiones |
| Lumbares Superman |  | 12 repeticiones |

Figura 2. Protocolo de core con la descripción de los ejercicios y el número de repeticiones.

En relación a la pliometría, se realizaron tres series desde el inicio del protocolo aplicando los ejercicios y números de repeticiones (Figura 3). Adicionalmente se incluían tareas de core interseries con el objetivo de no acumular fatiga en el tren inferior y no interferir en la ejecución de la serie siguiente de pliometría.




| PLIOMETRÍA | | |
|---|--|--------------------------------|
| EJERCICIO | IMAGEN GRÁFICA | REPETICIONES |
| Drops Jumps |  | 5 repeticiones |
| Saltos Laterales |  | 6 repeticiones |
| Saltos a 1 pierna: Frontal y Lateral |  | 6 repeticiones con cada pierna |

Figura 3. Protocolo de pliometría con la descripción de los ejercicios y el número de repeticiones

Análisis estadístico

Todas las variables fueron expresadas como media y desviación estándar. El supuesto de normalidad fue evaluado mediante el test de Kormogorov-Smirnov ($p > 0.05$). Para la evaluación del efecto del entrenamiento se realizó una prueba t-test de muestras dependientes. El tamaño del efecto (TE) se calculó mediante la g de Hedges (Hedges, 1981; Morris, 2008). El TE fue considerado como insignificante (<0.20), pequeño (0.20 – 0.59), moderado (0.60 – 1.19), grande (1.20 – 1.99) y muy grande (> 2.00) (Hopkins, 2014). El nivel de significación estadística se estableció en $p < 0.05$. Todos los análisis estadísticos fueron realizados utilizando un software de análisis estadístico (SPSS Inc, Chicago, Illinois, EEUU).

Resultados

En primer lugar, se detallan los estadísticos descriptivos (i.e., media y desviación estándar) de todas las variables que han sido evaluadas (CMJ, CMJ unilateral, velocidad de lanzamiento en diferentes situaciones, balón medicinal, salto horizontal y asimetrías) en la medición pre y post intervención. En la Tabla 2 también se representan aquellas variables en las que se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas.

Tabla 2. Estadísticos descriptivos de las variables dependientes evaluadas antes y después de la intervención.

| | Pre intervención (Media \pm DT) | Post Intervención (Media \pm DT) | Cambio (post – pre) (Media \pm DT) | TE (IC _{95%}) |
|-------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|---|----------------------------|
| CMJ (cm) | 21.16 \pm 5.52 | 23.20 \pm 5.96 | 2.04 \pm 2.16 * | 0.95 (0.21 – 1.65) |
| CMJ uni Derecha (cm) | 9.07 \pm 2.45 | 11.10 \pm 3.58 | 2.03 \pm 2.12 * | 0.96 (0.22 – 1.66) |
| CMJ uni Izquierda (cm) | 8.59 \pm 2.46 | 11.07 \pm 3.24 | 2.47 \pm 2.15 * | 1.15 (0.36 – 1.91) |
| VLB apoyo (km/h) | 65.04 \pm 6.47 | 62.32 \pm 7.25 | -2.72 \pm 3.14 * | -0.86 (-0.15 – -1.55) |
| VLB c. Pasos (km/h) | 68.76 \pm 6.41 | 68.65 \pm 9.28 | -0.11 \pm 3.97 | -0.03 (-0.56 – 0.62) |
| VLB dominante (km/h) | 60.01 \pm 6.87 | 59.69 \pm 8.33 | -0.31 \pm 5.96 | -0.05 (-0.54 – 0.64) |
| VLB no dominante (km/h) | 66.98 \pm 8.15 | 68.44 \pm 8.26 | 2.46 \pm 4.47 | 0.55 (-0.10 – 1.18) |
| Balón Medicinal (m) | 5.25 \pm 0.50 | 5.15 \pm 0.85 | -0.11 \pm 0.50 | -0.01 (-0.34 – 0.52) |
| SHT (cm) | 157.34 \pm 23.13 | 147.77 \pm 29.48 | 0.44 \pm 11.54 | 0.04 (0.55 – 0.62) |

Nota: DT = Desviación típica, CMJ = counter movement jump, VLB= velocidad de lanzamiento del balón, * = $p < 0.05$.

En la Figura 4 se representan aquellas variables que han mejorado de manera estadísticamente significativas tras la aplicación del programa de entrenamiento.

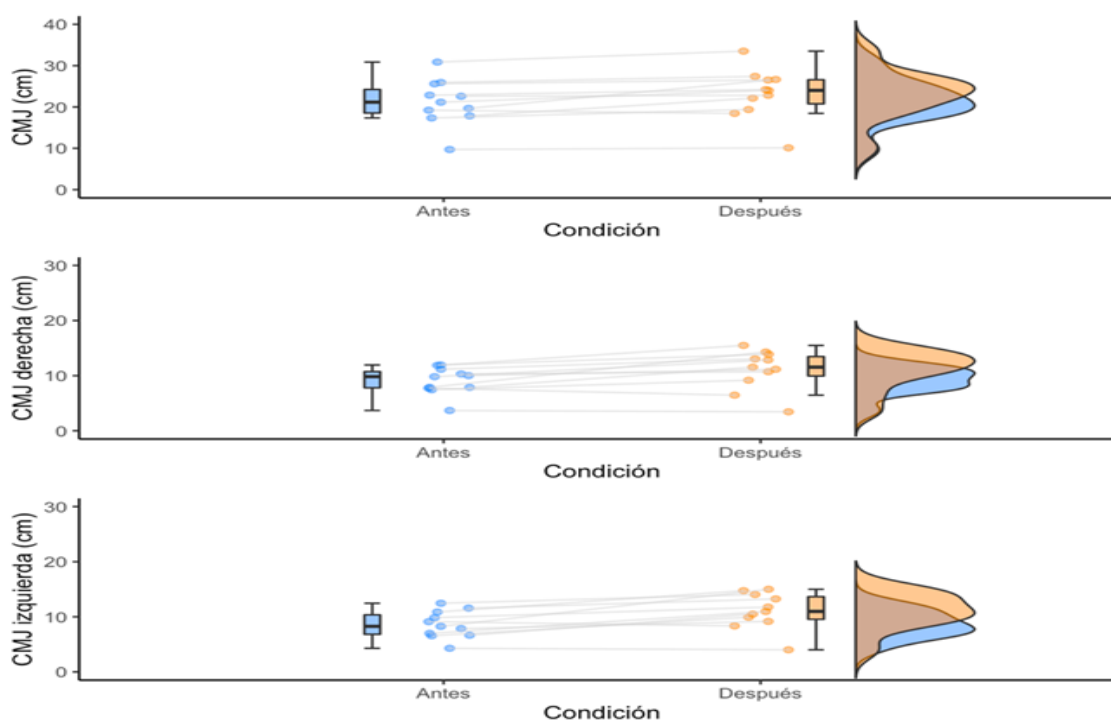


Figura 4. Comparación pre y post del programa de entrenamiento en las variables relativas al salto vertical.

Discusión

El objetivo principal de este estudio fue analizar el efecto de un programa de entrenamiento basado en autocargas y pliometría para la mejora de la fuerza explosiva en una muestra de jugadoras amateurs de balonmano. Por un lado, se ha observado que aquellas variables relativas al salto vertical (i.e., CMJ, CMJ unilateral derecha e izquierda) se han visto mejoradas tras el programa de entrenamiento obteniendo un tamaño del efecto catalogado como medio – alto. Diferentes son los efectos positivos que se otorgan a una mejora de la capacidad de fuerza explosiva en el tren inferior mediante pliometría como la mejora del rendimiento (Bedoya, Miltenberger & López, 2015). Además, la reducción de asimetrías disminuye el riesgo de lesión del deportista (Fort-Vanmeerhaeghe, Mila-Villaruel, Pujol-Marzo, Arboix-Alio, & Bishop, 2020) e incrementa su rendimiento (Bishop, Gullon, Maloney & Balsalobre, 2020).

Por otro lado, aquellas variables relativas al lanzamiento del balón, tanto con doble apoyo como apoyo unilateral, no se han visto mejoradas tras el programa de entrenamiento. Los resultados obtenidos en nuestro estudio han mostrado que las adaptaciones tras la aplicación del programa de entrenamiento fueron específicas a las habilidades trabajadas, sobre todo a nivel de tren inferior. Sin embargo, estas mejoras no se han visto reflejadas en las pruebas más específicas para jugadores de balonmano (i.e., lanzamiento de balón). Atendiendo a que los ejercicios de fuerza y potencia deben ser enfatizados en los programas de acondicionamiento porque están asociados con la velocidad de lanzamiento (Manchado et al., 2013) Por ello, podemos especular con que la intensidad puede desempeñar un papel fundamental en la mejora de esta habilidad técnica, así como en la especificidad de las tareas seleccionadas para este protocolo. Por otro lado, la valoración del rendimiento del lanzamiento no ha tenido en cuenta los puestos que ocupan las deportistas, aspecto que se considera determinante (Rivilla-García, Navarro-Valdivieso, Grande-Rodríguez & Sampedro-Molinuevo, 2012). Este aspecto, junto a que el lanzamiento a portería es un gesto técnico complejo, ha podido influir en la falta de mejorar en esta habilidad.

En la literatura específica del tema, es posible encontrar muchos estudios en donde se muestra que, tras la aplicación de un programa basado en resistencias externas, se mejoran las habilidades del salto y el lanzamiento del balón, así como la composición corporal de los jugadores (Hermassi, Chelly, Bragazzi Shephard & Schwesi, 2019). Sin embargo, la mayoría de estudios se realizan sobre muestras de jugadores varones. En este sentido, nuestro programa de entrenamiento fue aplicado a una muestra de deportistas femeninas con una edad media que indica que se encuentran en una etapa sensible de mejora de sus parámetros de fuerza explosiva. Por otro lado, es bien sabido que en deporte femenino han de controlarse ciertas variables en relación a la menstruación (Graja et al. 2020); por otro lado, la intensidad a la que se desarrolla el entrenamiento resulta fundamental para las futuras ganancias a nivel de rendimiento (García-López et al. 2020).

Conclusiones

La principal conclusión de este estudio fue que el programa de entrenamiento basado en autocargas y pliometría, en un grupo de jugadoras universitarias amateur de balonmano, produjo mejoras en las variables relativas al CMJ, CMJ Unilateral derecha e izquierda. Sin embargo, no se produjeron mejoras en el lanzamiento de balón medicinal y el salto horizontal y en las habilidades específicas del balonmano, como el lanzamiento de balón.

Al regular la carga del trabajo realizado con autocargas, basándonos en un porcentaje del número máximo de repeticiones, el énfasis estaba centrado en el volumen de las repeticiones, no en la intensidad o explosividad de las mismas. Los resultados en las tareas específicas con esta metodología no presentan mejoras en el rendimiento.

Aplicaciones prácticas

Como se ha podido comprobar en este estudio, la aplicación de un protocolo de autocargas y pliometría en un equipo de primera división femenina de balonmano nacional es beneficiosa para la mejora de ciertas manifestaciones de la fuerza explosiva, pero no hay mejoras en otras conductas motrices propias del balonmano, como el salto horizontal o el lanzamiento de balón.

En este sentido, consideramos que los entrenadores de balonmano y preparadores físicos, pueden desarrollar programas de entrenamiento de la fuerza con la utilización del peso corporal para deportistas en etapas de formación o como método de trabajo sustitutivo.

El alcance del protocolo del entrenamiento con autocargas y pliometría de 8 semanas tiene unos efectos limitados; por ello, en programas con un alcance temporal superior se deberían tener presentes variables como la intensidad en la ejecución, la variabilidad de estímulos y la especificidad de las tareas.

Por último, teniendo en cuenta que para la realización de este protocolo no es necesario material y que en la evaluación de las capacidades de los deportistas se utiliza una aplicación móvil de fácil acceso, creemos que este protocolo puede resultar muy útil para entornos deportivos donde no se dispongan de medios materiales. Adicionalmente, podría ser considerado como un medio efectivo de preparación física en el caso de limitaciones de acceso a gimnasios por motivos de salud pública.

Referencias

- Anderst, W. J., Eksten, F., & Koceja, D. M. (1994). Effects of plyometric and explosive resistance training on lower body power. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 26(5).
- Aura, O., Komi & P.V. (1986). The mechanical efficiency of locomotion in men and women with special emphasis on stretch-shortening cycle exercises. *European Journal of Applied Physiology* 55, 37–43. <https://doi.org/10.1007/BF00422890>
- Balsalobre-Fernández, C., Glaister, M., & Lockey, R.A. (2015). The validity and reliability of an iPhone app for measuring vertical jump performance. *Journal of sports sciences*, 33(15), 1574-1579. <https://doi.org/10.1080/02640414.2014.996184>
- Bass, S. L., & Myburgh, K. H. (2000). The role of exercise in the attainment of peak bone mass and bone strength. *In Sports endocrinology* (pp. 253-280). Humana Press, Totowa, NJ.

- Bauer, T., Thayer, R. E., & Baras, G. (1990). Comparison of training modalities for power development in the lower extremity. *J. Appl. Sport Sci. Res*, 4(4), 115-121.
- Bedoya, A. A., Miltenberger, M. R., & Lopez, R. M. (2015). Plyometric training effects on athletic performance in youth soccer athletes: a systematic review. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(8), 2351-2360. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000877>
- Bishop, C., Gullon, I. L., Maloney, S., & Balsalobre-Fernandez, C. (2020). Jump and Change of Direction Speed Asymmetry Using Smartphone Apps: Between-Session Consistency and Associations With Physical Performance. *Journal of strength and conditioning research*, 31, 2635-2644 <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003567>
- Bosco, C. (2000). *La fuerza muscular: aspectos metodológicos*. Barcelona: Inde.
- Bosco, C., Tihanyi, J., Komi, P. V., Fekete, G., & Apor, P. (1982). Store and recoil of elastic energy in slow and fast types of human skeletal muscles. *Acta Physiologica Scandinavica*, 116(4), 343-349. <https://doi.org/10.1111/j.1748-1716.1982.tb07152.x>
- Castiblanco, K. D., & Suárez, S. S. (2013). Efectos a corto plazo de un programa de entrenamiento sobre las manifestaciones de la fuerza (fuerza reactiva), en mujeres universitarias. *Actividad Física y Desarrollo Humano*, 4(1).
- Colliander, E.B., & Tesch, P.A. (1989). Bilateral eccentric and concentric torque of quadriceps and hamstring muscles in females and males. *European Journal of Applied Physiology*, 59, 227-232. <https://doi.org/10.1007/BF02386192>
- De Villarreal, E. S. S., González-Badillo, J. J., & Izquierdo, M. (2008). Low and moderate plyometric training frequency produces greater jumping and sprinting gains compared with high frequency. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(3), 715-725. <https://doi.org/10.1519/JSC.OB013e318163eade>
- De Villarreal, E. S. S., Kellis, E., Kraemer, W. J., & Izquierdo, M. (2009). Determining variables of plyometric training for improving vertical jump height performance: a meta-analysis. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(2), 495-506. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318196b7c6>
- De Villarreal, E. S. S., Requena, B., & Newton, R. U. (2010). Does plyometric training improve strength performance? A meta-analysis. *Journal of science and medicine in sport*, 13(5), 513-522. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2009.08.005>
- Del Rosal, T. (2003). Propuesta de un método de entrenamiento de contrastes. *Comunicación Técnica nº 221*. RFEBM. Madrid.
- Dias, R. M., Cyrino, E. S., Salvador, E. P., Nakamura, F. Y., Pina, F. L. C., & Oliveira, A. R. (2005). Impact of an eight-week weight training program on the muscular strength of men and women. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 11(4), 224-228.
- Faigenbaum, A. D., & Myer, G. D. (2010). Resistance training among young athletes: safety, efficacy and injury prevention effects. *British journal of sports medicine*, 44(1), 56-63. <http://dx.doi.org/10.1136/bjism.2009.068098>
- Falces Prieto, M., González Fernández, F. T., Baena Morales, S., Benítez Jiménez, A., Martín Barrero, A., Conde Fernández, L., ... & Sáez de Villarreal, E. (2020). Efectos de un programa de entrenamiento de fuerza con autocargas sobre el rendimiento de salto con contramovimiento y la composición corporal en jugadores de fútbol jóvenes. *Journal of Sport & Health Research*, 12(1).
- Fleck, S.J., & Kraemer, W. (1997). *Designing Resistance Training Programs*. 2nd Ed. Champaign, IL: Human Kinetics Books.
- Fort-Vanmeerhaeghe, A., Mila-Villarreal, R., Pujol-Marzo, M., Arboix-Alío, J., & Bishop, C. (2020). Higher vertical jumping asymmetries and lower physical performance are indicators of increased injury incidence in youth team-sport athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*. doi: 10.1519/JSC.0000000000003828
- García-López, D., Maroto-Izquierdo, S., Zarzuela, R., Martín-Santana, E., Antón, S., & Sedano, S. (2020). The effects of unknown additional eccentric loading on bench-press kinematics and muscle activation in professional handball and rugby players. *European Journal of Sport Science*, 20(8), 1042-1050. <https://doi.org/10.1080/17461391.2019.1694587>
- Graja, A., Kacem, M., Hammouda, O., Borji, R., Bouzid, M.A., Souissi, N., & Rebai, H. (2020). Physical, Biochemical, and Neuromuscular Responses to Repeated Sprint Exercise in Eumenorrhic Female Handball Players: Effect of Menstrual Cycle Phases. *J Strength Cond Res*. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000003556>
- Gutiérrez, A. J., Fernández, J. A. D. P., & Laín, S. A. (2003). Aspectos metodológicos del entrenamiento de la fuerza en el campo de la salud. *Revista Digital Buenos Aires*, 9, 61.
- Hedges, L.V. (1981). Distribution theory for Glass's estimator of effect size and related estimators. *J Educ Stat*, 6(2), 107-128.
- Hermassi, R., van den Tillaar, R., Khlifa, R., Chelly, M.S., & Chamari C. (2015). Comparison of in-season-specific resistance vs. a regular throwing training program on throwing velocity, anthropometry, and power performance in elite handball players. *Strength and Condition*, 18(1), 59-62. doi: 10.1519/JSC.0000000000000855

- Hermassi, S., Chelly M.S., Bragazzi N.L., Shephard R.J., & Schwesing R. (2019). In-Season Weightlifting Training Exercise in Healthy Male Handball Players: Effects on Body composition, Muscle Volumen, Maximal Strength, and Ball-Throwing Velocity. *Int J. Environ Res Public Health*, 16,(22):4520. <https://doi.org/10.3390/ijerph16224520>
- Hopkins W.G. (2014). A scale of magnitudes for effect statistics. Available at: <http://sportssci.org/resource/stats/effectmag.html>
- Jaque-Gallardo, C., Véliz-Campillay, P., & Cancino-López, J. (2019). Efecto de un entrenamiento con ejercicios de autocarga a alta velocidad en el equilibrio dinámico y estático en mujeres adultas mayores. *Revista médica de Chile*, 147(9), 1136-1143. <http://dx.doi.org/10.4067/s0034-98872019000901136>
- Jiménez Gutiérrez, A., & Alvar, B. A. (2000). *Mujer y Entrenamiento de Fuerza*. Madrid: G-SE.
- Klika, B., & Jordan, C. (2013). High-intensity circuit training using body weight: Maximum results with minimal investment. *ACSM's Health & Fitness Journal*, 17(3), 8-13. <http://dx.doi.org/10.1249/FIT.0b013e31828cb1e8>
- Komi, P. V., & Bosco, C. (1978). Utilization of stored elastic energy in leg extensor muscles by men and women. *Medicine and science in sports*, 10(4), 261-265.
- Lauersen, J. B., Bertelsen, D. M., & Andersen, L. B. (2014). The effectiveness of exercise interventions to prevent sports injuries: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *British journal of sports medicine*, 48(11), 871-877. <http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2013-092538>
- Lemmer, J. T., Hurlbut, D. E., Martel, G. F., Tracy, B. L., Ivey, F. M., Metter, E. J., ... & Hurley, B. F. (2000). Age and gender responses to strength training and detraining. *Medicine and science in sports and exercise*, 32(8), 1505-1512. <http://dx.doi.org/10.1097/00005768-200008000-00021>
- Manchado, C., Tortosa-Martínez, J., Vila, H., Ferragut, C., & Platen, P. (2013). Performance factors in women's team handball physical and physiological aspects: A review. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(6), 1708-1719. <http://dx.doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182891535>
- Martínez, E. J. (2002). *Pruebas de aptitud física*. Barcelona: Paidotribo.
- Martínez, I. (2001). La planificación del periodo de competición en deportes colectivos. *El entrenamiento integrado en deportes de equipo*, 113-127.
- Martínez, I. (2003). *Estudio de la influencia de los factores de rendimiento del balonmano en distintos métodos del trabajo de la fuerza*. Tesis Doctoral. Universidad de León. León.
- Martínez, I., Cuadrado, G., & de Paz, J. (2002). *El entrenamiento de fuerza mediante autocargas*. Recuperado de apuntes Congreso de INEF de Madrid.
- Morris, S.B (2008). Estimating effect sizes from pretest-posttest-control group designs. *Organizational research methods* 11(2):364-86.
- Parajón, M., & Aranda, M. A. (2009). La diferencia entre hombres y mujeres entrenados a una carga de fuerza dinámica. *Lecturas: Educación Física y Deportes*, 14(132).
- Pereira, F.F., Monteiro, N., de Souza Vale, R. G., Gomes, A. L. M., da Silva Novaes, J., de Faria Júnior, A. G., & Dantas, E. H. M. (2007). Efecto del entrenamiento de fuerza sobre la autonomía funcional en mujeres mayores sanas. *Revista Española de Geriátría y Gerontología*, 42(6), 342-347. [https://doi.org/10.1016/S0211-139X\(07\)73573-4](https://doi.org/10.1016/S0211-139X(07)73573-4)
- Rivilla-García, J., Martín, I. M., Valdivielso, F. N., & Molinuevo, J. S. (2011). Diferencias en la distancia de lanzamiento y velocidad de balón según el puesto específico en jugadores de balonmano sub-18. *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 22, 14-23.
- Rivilla-García, J., Valdivielso, F. N., Rodríguez, I. G., & Molinuevo, J. S. (2012). Capacidad de lanzamiento en balonmano en función del puesto específico. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*, 12(48), 699-714.
- Román Suárez, I. (2005). *Fuerza total*. La Habana: Cuba.
- Sánchez-Sixto, A., & Floría, P. (2017). Efecto del entrenamiento combinado de fuerza y pliometría en variables biomecánicas del salto vertical en jugadoras de baloncesto. *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, (31), 114-117. <http://dx.doi.org/10.47197/retos.v0i31.53340>
- Stojanović, E., Ristić, V., McMaster, D. T., & Milanović, Z. (2017). Effect of plyometric training on vertical jump performance in female athletes: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 47(5), 975-986. <http://dx.doi.org/10.1007/s40279-016-0634-6>
- Suchomel, T.J., Nimphius, S., & Stone, M. H. (2016). The importance of muscular strength in athletic performance. *Sports Medicine*, 46(10), 1419-1449. <http://dx.doi.org/10.1007/s40279-016-0634-6>
- Winett, R. A., & Carpinelli, R. N. (2001). Potential health-related benefits of resistance training. *Preventive Medicine*, 33(5), 503-513. <https://doi.org/10.1006/pmed.2001.0909>
-