

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNANDEZ DE ELCHE

TRABAJO FINAL DE GRADO

Entrenamientos de la fuerza y mejora de la velocidad de lanzamiento y el rendimiento en balonmano

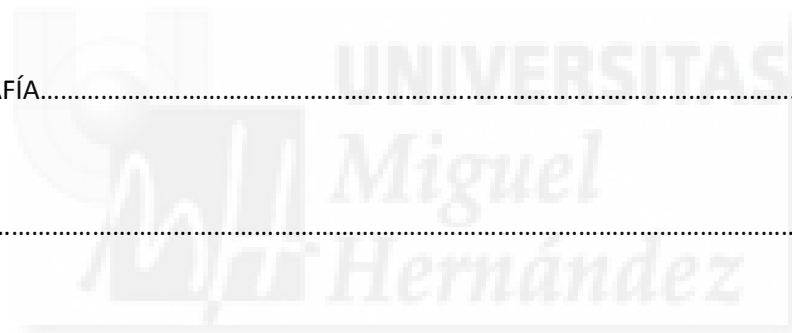
Alumno: Alejandro López Bejerano, Tutor Académico: Jose Luís Hernández Davó

Curso Académico 2016-2017



ÍNDICE

1. CONTEXTUALIZACIÓN.....	1
2. PROCEDIMIENTO DE REVISIÓN.....	1
3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
4. DISCUSIÓN.....	6
5. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN.....	7
6. BIBLIOGRAFÍA.....	8
7. ANEXOS.....	9



1. CONTEXTUALIZACIÓN.

El balonmano es uno de los deportes más practicados a nivel mundial, contando con más de 18 millones de practicantes y más de 150 federaciones (Reader, Fernandez-Fernandez, y Ferrauti, 2015). Más allá del punto de vista técnico y táctico, el balonmano es un deporte que requiere esfuerzos relativamente cortos, pero de alta intensidad, encontrando comúnmente acciones de saltos, sprints o lanzamientos, seguidas de cortos periodos de descanso o acciones de baja intensidad (Reader et al., 2015). Diversos autores han demostrado que la capacidad de los deportistas de generar altos niveles de potencia muscular están relacionados con el rendimiento deportivo. Así, son numerosos los artículos que han mostrado como un incremento en el pico de potencia generada ha conllevado un incremento en el rendimiento de acciones como los saltos, los sprints o los test de agilidad (Cormie, McCaulley, Triplett, y McBride, 2007)

Dentro de un equipo de balonmano, podemos encontrar diferentes morfologías de jugador en función de la posición en la que juegan. Así, los extremos suelen ser más rápidos, con una alta potencia en el tren inferior mientras que los laterales suelen ser deportistas corpulentos, altos y con una capacidad alta para generar mucha fuerza durante el lanzamiento. El central puede ser algo más pequeño que los laterales, pero también debe tener esa capacidad de lanzamiento. Por último, el pivote suele ser el más corpulento y fuerte de todos. Sin embargo, y pese a las diferencias en función del rol que desempeñen en el campo, todos los jugadores de balonmano requieren de la producción de altos niveles de fuerza aplicados en cortos periodos de tiempo (fuerza explosiva), combinados con una buena capacidad aeróbica, permitiendo una rápida recuperación durante los momentos de descanso o de baja intensidad (Reader et al., 2015). Por lo tanto, aparece una necesidad de investigar cuales podrían ser las metodologías de entrenamiento de la fuerza más efectivos para optimizar el rendimiento en jugadores de balonmano.

Debido a estas necesidades en la producción de fuerza explosiva que encontramos en el balonmano, son numerosos los estudios que han tratado de buscar la mejor metodología de entrenamiento de la fuerza, con el objetivo de incrementar el rendimiento en las acciones determinantes del juego (como pueden ser la capacidad de salto o la velocidad de lanzamiento). Sin embargo, en la bibliografía se puede encontrar un amplio abanico de métodos tales como pliometría (Chelly, Hermassi, Aouadi, y Shephard, 2014), potencia (Sabido, Hernández-Davó, Botella, y Moya, 2016), etc. existiendo cierta controversia sobre qué tipo de entrenamiento sería el que permitiría optimizar más las adaptaciones en las acciones clave del balonmano.

Por tanto, el objetivo de este artículo es realizar una revisión bibliográfica sobre los métodos de entrenamiento de la fuerza utilizados para mejorar la velocidad de lanzamiento y/o la capacidad de salto en jugadores de balonmano.

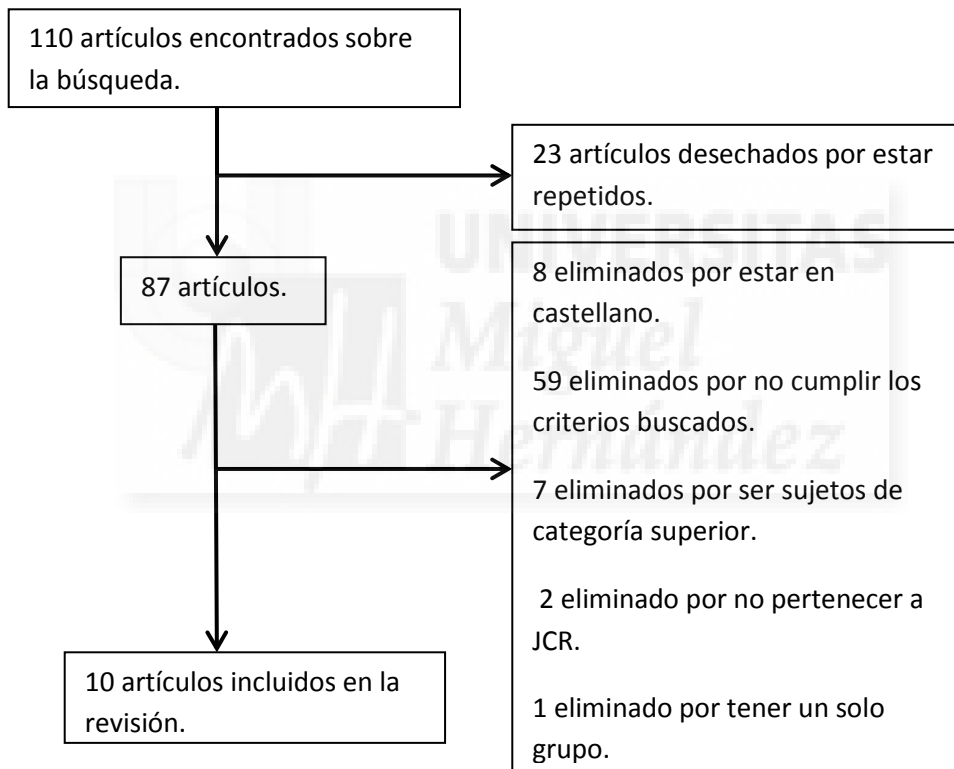
2. PROCEDIMIENTO DE REVISIÓN.

La búsqueda de artículos fue realizada en las bases de datos de PubMed, Dialnet y Google Académico 2006-2016 (fecha de corte 31 de Diciembre de 2016). Las palabras utilizadas para la búsqueda fueron “power” con el conector OR, “throwing velocity” y el conector AND más la palabra “handball”.

La selección de artículos se realizó tras una primera lectura de los abstract, excluyendo cartas al editor, estudios de caso, comentarios y revisiones, estudios con participantes de categoría superior a juvenil. Para ser incluidos en la revisión, los artículos debían estar publicados en inglés, en revistas indexadas en JCR, y en los cuales se llevase a cabo una intervención con entrenamiento de fuerza, apareciendo por lo menos dos grupos (experimental-control o experimental-experimental). Además, era necesario que apareciesen datos de velocidad de lanzamiento y/o capacidad de salto pre y post intervención.

Tras la búsqueda en estas tres bases de datos, se encontraron un total de 110 artículos, de los cuales 23 fueron eliminados debido a que estaban repetidos al menos una vez en alguna de las páginas. De los 87 artículos restantes, 8 fueron eliminados ya que no estaban en inglés, y 59 por no cumplir alguno de los criterios de búsqueda mencionados anteriormente, 7 eliminados por tratarse de sujetos de categoría superior, 2 eliminados por no pertenecer a revistas incluidas en JCR y uno eliminado por tener un solo grupo de intervención (Figura 1).

Figura 1. Proceso de selección de artículos.



3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

Como se observa en la Figura 1. los artículos elegidos para este Trabajo de Fin de Grado han sido 10 tras el proceso de eliminación de artículos. Los artículos seleccionados se recogen en la Tabla 1. donde encontramos artículos, tanto de entrenamiento para mejorar la velocidad de lanzamiento como para mejorar la altura de salto.

Tabla 1. Desarrollo del método y los resultados obtenidos de cada uno de los artículos escogidos para este TFG. Ordenados según el año de publicación.

AUTOR	MUESTRA	PROTOCOLO	VARIABLES EVALUADAS	RESULTADOS
Saeterbakken et al. (2010)	N= 24 (Sling Exercise Training n= 14, Control n=10) Fem (16).	2 veces/semana. 6 semanas. 3-4 niveles cada ejercicio. (Anexo 1).	Velocidad de lanzamiento con fotocélulas (desde parado).	↑ Velocidad de lanzamiento (5%).
van den Tillaar et al. (2011)	N= 20 (Control Group n=6, Strength Training n=7, Variable Training n=7) Fem (17-19).	3 veces/semana, 8 semanas. - CG: 84 lanzamientos con balón de 0.36kg. - VT: 36 lanzamientos con balón de 0.432kg y 50 con balón de 0.288kg. - ST: 3 x 6 rep en polea al 85%.	Velocidad de lanzamiento y movimiento de los segmentos con un sistema 3D motion, colocando puntos reflectantes en cadera, hombro, codo, muñeca y en el balón.	= velocidad de lanzamiento en todos los grupos. ↑ Velocidad de movimiento del brazo (4%).
Ignjatovic et al. (2012)	N= 21 (Experimental Group n=11, Control Group n=10) Fem (16-17).	2 veces/semana, 12 semanas. 3 series de 10-15 repeticiones con balones medicinales de 1 o 3kg, delos ejercicios anexos. (Anexo 2).	Potencia medida con el dinamómetro Fitrodyne en los ejercicios anteriores al 30 y 50% del RM. La distancia de lanzamiento igual que en el protocolo.	↑ En la distancia de lanzamiento en todos los lanzamientos (hasta un 26%).
Chelly et al. (2014)	N= 23 (Experimental Group n=12, Control Group n=11) Masc (17).	2 veces/semana, 8 semanas. Dynamic Push-up 3-4 series; 10-12 reps. Salto de vallas 4-10x10, y salto en caída 4x10. (Anexo 3).	CMJ y SJ. Force-velocity test. 3 lanzamientos (parado, en carrera y en salto). Medido con cámara 30m sprint.	↑ Lanzamiento en salto, 3 pasos y de parado (Aproximadamente un 22%). ↑ Altura en CMJ (9%) y SJ (12%). ↑ Velocidad máxima de carrera (11%).

Sarapardeh et al. (2014)	N= 30 (jump ESCO n=10, jump Zig-Zag n=10, jump CMJ n=10) Mixto (16).	8 semanas. Entre 4 y 6 series de entre 15 y 30 saltos. Un total de entre 90 y 180 saltos por semana.	Sargent test. RAST test	↑ Mejoras significativas entre grupos en la potencia explosiva (10%).
Hermassi et al. (2015)	N= 34 (CG10, Regular Throwing Training Group n=12, Medicine Ball Training Group n=12) Masc (18)	3 veces/semana, 8 semanas. - RTG: 2-4 x 75-85 lanzamientos con una bola regular. - MBTG: 2-4 x 10-20 lanzamientos con balón medicinal de 3 kg.	Velocidad de lanzamiento, desde parado, tras tres pasos y tras tres pasos y salto (Video cámara).	↑ Lanzamiento desde parado (24%) y en carrera (22%), sólo MBTG. Y en salto, ambos grupos MBTG 22% y RTTG 16%.
Reader et al. (2015)	N= 28 (Medicine Ball Training n=15, Control Group n=13) Fem (17-20).	3 veces/semana. 6 semanas. -Balón medicinal (1-2 kg) 6 ej., 2-3 series; 6-12 reps. -Balón regular 5 ej., 1 serie; 8-12 reps. (Anexo 4).	Velocidad de lanzamiento con radar. Máquina isocinética.	↑ Velocidad Lanzamiento (14%). ↑ Rot. Interna Brazo Dom. Conc. (14%) y No Dom. Exc. A 180° (8%)
Karadenizli (2016)	N= 26 (Experimental Group n=14, Control Group n=12) Fem (15).	2 veces/semana, 10 semanas. 2-4 series de 3-15 repeticiones de los ejercicios anexos. (Anexo 5).	30m sprint test. CMJ. HJ.	↑ Altura de salto CMJ (10%), ↑ Distancia HJ (7%) Mejora el tiempo en el 30m sprint test (9%)
Mascarin et al. (2016)	N= 39 (Experimental Group n=21, Control Group n=18) Fem (15).	3 veces/semana, 6 semanas. 3 series de entre 10 y 20 rep de acción de lanzamiento (2" concéntrico, 1" excéntrico). 4 niveles de dureza de las bandas elásticas. E incrementando la distancia hasta la pared (0,70-2m). Tanto con el hombro en abducción como en aducción.	Se midió la fuerza con una máquina isocinética en la posición normal de lanzamiento. 5 x 60 y 240°/s para la acción concéntrica; y 5 x 240°/s para la excéntrica. velocidad de lanzamiento desde parado y en salto.	↑ potencia en la acción concéntrica a 240°/s, con respecto al pretest y al CG (9%). ↑ Velocidad de lanzamiento en ambos lanzamientos: Salto (8%) y en parado (6%).

Sabido et al. (2016)	N= 28 (Known Loads n=12, Unknown Loads n=11, Control Group n=5) Mixto (17).	2 veces/semana, 4 semanas. 4 series de 6 repeticiones en press de banca lanzado (30, 50 y 70% RM). Carga cambia en cada repetición. - KL: sabe es su carga - UL: No sabe es su carga.	Potencia en press de banca, T-Force. Velocidad de lanzamiento con radar. Desde parado y tras un salto.	↑ Pico de potencia y la media de potencia, ambos grupos en 30%RM, con respecto a pretest: UL (12%) y KL (14%). ↑ Media de potencia al 50%RM sólo UL (8%). ↑ Velocidad de lanzamiento UL, ambos lanzamientos (5%).
-----------------------------	---	--	---	---

CMJ: Counter Movement Jump; **HJ:** Horizontal Jump; **RAST:** Running-based Anaerobic Sprint Test; **SJ:** Squat Jump.



4. DISCUSIÓN.

Como se puede observar, con diferentes entrenamientos de pliometría, incluyendo saltos a vallas, saltos en caída (drop-jumps), skipping, etc. se pueden conseguir mejoras en la altura de salto tanto en los tests CMJ como en SJ, como nos muestran los estudios de Chelly et al. (2014) y Karadenizli (2016).

En cuanto a la velocidad de lanzamiento, observamos un aumento significativo en la misma, con entrenamientos muy diversos. Con entrenamientos de potencia, como el press de banca lanzado, Sabido et al. (2016) encontró aumentos significativos en la velocidad de lanzamiento de 9 m en salto y 7 m parado, sin embargo, se observó poco aumento en la velocidad de lanzamiento en el grupo que estrenó con cargas conocidas. Por otro lado, el entrenamiento con ejercicios de fuerza con gomas (que son ejercicios más específicos) como los utilizados en el estudio de Mascarin et al. (2016) o con ejercicios aún más específicos como puede ser entrenamientos con balones medicinales de diferentes, también aumentó la distancia y velocidad de lanzamiento, posiblemente explicadas por incrementos en la fuerza de la musculatura rotadora del tronco o del hombro (Ignjatovic et al., 2012, Hermassi et al., 2015, Reader et al., 2015). Además el entrenamiento del core de forma dinámica, a través del fortalecimiento de los músculos implicados en los movimientos de cadena cinética larga (como es el lanzamiento de balonmano) también se ha mostrado efectivo para el incremento de la velocidad de lanzamiento (Saeterbakken et al., 2010). Por último, Chelly et al. (2014) encontró mejoras en la velocidad de lanzamiento con el entrenamiento que incluía flexiones pliométricas del tren superior.

Aunque no se midió explícitamente la velocidad de lanzamiento, varios estudios encontraron incrementos significativos en la velocidad de movimiento del brazo tras un período de intervención con diferentes metodologías. En el estudio de Reader et al. (2015) se observaron incrementos en la fuerza del brazo a diferentes velocidades (medido en dinamómetro isocinético), aunque solo se observó un aumento de la fuerza de la rotación interna a $180^{\circ}/s$ en la acción concéntrica del brazo dominante y excéntrica del brazo no dominante. También se puede observar un aumento significativo en la fuerza del brazo, tras un periodo de entrenamiento con balones medicinales (Reader et al., 2015) o entrenamientos con bandas elásticas, aunque los incrementos sólo fueron significativos a $240^{\circ}/s$ (Mascarin et al., 2016). Dichos incrementos en la fuerza a velocidades altas ($180-240^{\circ}/s$) podrían conllevar un incremento en la velocidad de lanzamiento, aunque es sólo una hipótesis ya que los estudios no analizaron esta variable.

Con los entrenamientos de pliometría del tren inferior que proponen Karadenizli (2016), Chelly et al. (2014) y Sarapardeh et al. (2014), podemos observar un aumento en la velocidad de sprint en tests como el de 30 metros o el test RAST. Por otro lado, podemos mejorar la potencia del tren superior a la vez que mejoramos la velocidad de lanzamiento con entrenamientos de potencia en press de banca lanzado (Sabido et al., 2016) o incluso con balones medicinales (Ignjatovic et al., 2012).

En contraste, se ha puesto en conocimiento en uno de los estudios, que realizando una gran cantidad de lanzamientos con balones de diferentes pesos, tanto por encima como por debajo del peso de un balón reglamentario juvenil femenino (0,36kg), no se consiguen mejoras en la velocidad de lanzamiento (medido con videocámaras); aunque si se encuentran mejoras en la velocidad de movimiento del brazo (van den Tillaar et al., 2011). Además, como se menciona anteriormente, con entrenamientos de potencia como el de Sabido et al. (2016), uno de los grupos (KL) tampoco muestra mejoras significativas en la velocidad de lanzamiento, ni desde parado ni en salto

5. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN.

Como se expone en la introducción, el balonmano es un deporte explosivo y de alta intensidad, donde priman los movimientos donde se concentra una gran fuerza en el menor tiempo posible, dichos movimientos pueden ser saltos, sprints, lanzamientos, etc. (Hermassi et al., 2015). Dada la importancia de la fuerza explosiva, de los lanzamientos y los saltos en este deporte, se ha puesto como obligación la búsqueda de diferentes entrenamientos con el fin de mejorar dichas cualidades físicas (van den Tillaar y Marques, 2011).

Tras un análisis exhaustivo de la literatura, se han encontrado diferentes entrenamientos para la mejora, tanto del salto como de la velocidad de lanzamiento. Por un lado, los entrenamientos con balones medicinales son los métodos más utilizados por la literatura para mejorar la velocidad de lanzamiento. Aunque también podemos encontrar entrenamientos donde se trabaja la potencia de los miembros superiores, o, en bastante menor medida, entrenamientos como podría ser el trabajo del core, o el trabajo con bandas elásticas. Por otro lado, para la mejora de la altura de salto, los entrenamientos que más popularidad tienen son el trabajo pliométrico, realizando una gran cantidad de saltos por entrenamiento.

Después de analizar los datos obtenidos de los estudios, podríamos decir que el tipo de trabajo más efectivo para la mejora de la velocidad de lanzamiento sería el entrenamiento pliométrico de tren superior, con un 22% de mejora, aunque harían falta más estudios para poder afirmar esto con seguridad, ya que sólo hay un estudio con este tipo de trabajo. Sin embargo, desde el punto de vista de la especificidad, sería conveniente trabajar mediante el uso de balones medicinales de entre 1 y 3kg, ya que se consigue un aumento similar de la velocidad de lanzamiento, entre un 14 y un 24%; y además estamos trabajando de una forma un poco más específica, desde el punto de vista de la transferencia al deporte.

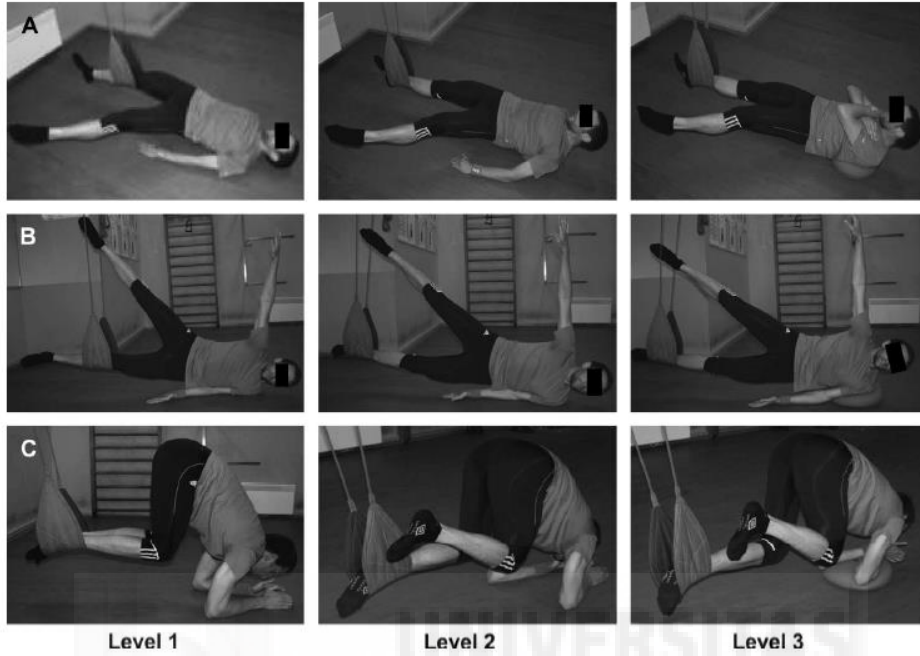
Por último, el trabajo más efectivo para el aumento de la altura de salto serían los saltos pliométricos de diferentes tipos, desde saltos de vayas hasta saltos en zig-zag. Con este tipo de entrenamientos se pueden conseguir mejoras de hasta un 12% en la altura e incluso descendería el tiempo de carrera en tests de sprint como el de 30 metros, hasta un 11%.

6. BIBLIOGRAFÍA.

- Chelly, M. S., Hermassi, S., Aouadi, R., y Shephard, R. J. (2014). Effects of 8-week in-season plyometric training on upper and lower limb performance of elite adolescent handball players. *The journal of strength and conditioning research*, 28(5), 1401-1410
- Cormie, P., McCaulley, G. O., Triplett, T., y McBride, J. M. (2007). Optimal loading for maximal power output during lower-body resistance exercise. *Med Sci Sport Exerc*; 39(2): 340-349.
- Hermassi, S., van den Tillaar, R., Khlif, R., Chelly, M. S., y Chamari, K. (2015). Comparison of in-season-specific resistance vs. a regular throwing training program on throwing velocity, anthropometry, and power performance in elite handball players. *The journal of strength and conditioning research*, 29(8), 2105-2114.
- Ignjatovic, A. M., Markovic, Z. M., y Radovanovic, D. S. (2012). Effects of 12-week medicine ball training on muscle strength and power in young female handball players. *The journal of strength and conditioning research*, 26(8), 2166-2173.
- Karadenizli, Z. I. (2016). The effect of plyometric training on balance, anaerobic power and physical fitness parameters in handball. *Anthropologist*, 24(3), 751-761.
- Mascarin, N. C., Barbosa-de Lira, C. A., Vancini, R. L., de Castro-Pochini, A., da Silva, A. C., y dos Santos-Andrade, M. (2016). Strength training using elastic band improves muscle power and throwing performance in young female handball players. *Journal of sport rehabilitation*, 1-25.
- Reader, C., Fernandez-Fernandez, J., y Ferrauti, A. (2015). Effects of six weeks of medicine ball training on throwing velocity, throwing precision, and isokinetic strength of shoulder rotator in female handball players. *The journal of strength and conditioning research*, 29(7), 1904-1914.
- Sabido, R., Hernández-Davó, J. L., Botella, J., y Moya, M. (2016). Effects of 4-week training intervention with load son power output performance and throwing velocity in junior team handball players. *PLOS one*, 11(6), e0157648. doi: 10.1371/journal.pone.0157648
- Saeterbakken, A. H., van den Tillaar, R., y Seiler, S. (2010). Effect of core stability training on throwing velocity in female handball players. *The journal of strength and conditioning research*, 24(X), 000-000.
- Sarapardeh, A. H., Gholami, M., y Ebrahim, K. (2014). The effect of plyometric training on lower-limb explosive and anaerobic power in adolescent handball players. *International journal of basic sciences & applied research*, 3(4), 241-244.
- van den Tillaar, R., y Marques, M., (2011). Effect of training on ball release velocity and kinematics in overarm throwing among experienced female handball players. *Kinesiologia slovenica*, 17(2), 38-46.

7. ANEXOS.

Anexo 1. Ejercicios realizados para el aumento de la fuerza en el core en jugadores de balonmano.



Anexo 2. Entrenamiento con balones medicinales propuesto por Ignatovic et al. (2012).

TABLE 1. Detailed description of the medicine ball training program.*

Weeks	1–4		5–8		9–12	
Training days	Monday/Tuesday	Wednesday/Thursday	Monday/Tuesday	Wednesday/Thursday	Monday/Tuesday	Wednesday/Thursday
Duration (min)	15		20		25	
Sets/repetitions (n)	3/10		3/12		3/15	
Rest (s)	10/30		10/30		10/30	
Exercises (n)	10		12		14	
Exercises (load)	SSP (1 kg) SSP RH (1 kg) SSP LH (1 kg) JSP (1 kg) JSP RH (1 kg) JSP LH (1 kg) SOT (1 kg) StO (1 kg) LOT (1 kg) ST (1 kg)	SSP (1 kg) JSP (1 kg) SOT (1 kg) StSP (1 kg) StSP RH (1 kg) StSp LH (1 kg) StO (1 kg) LOT (1 kg) LBT (1 kg) ST (1 kg)	SSP RH (1 kg) SSP LH (1 kg) SSP (3 kg) JSP RH (1 kg) JSP LH (1 kg) JSP (3 kg) StO (1 kg) StO (3 kg) SOT (1 kg) SOT (3 kg) ST (1 kg) ST (3 kg)	SSP (1 kg) SSP (3 kg) JSP (1 kg) JSP (3 kg) StSP RH (1 kg) StSP LH (1 kg) StSP (3 kg) StO (3 kg) LOT (1 kg) LBT (1 kg) ST (1 kg) ST (3 kg)	SSP (1 kg) SSP (3 kg) SSP RH (3 kg) SSP LH (3 kg) JSP (3 kg) JSP RH (3 kg) JSP LH (3 kg) SOT (1 kg) SOT (3 kg) StO (3 kg) LOT (1 kg) LOT (3 kg) ST (1 kg) ST (3 kg)	SSP (1 kg) SSP (3 kg) JSP (1 kg) JSP (3 kg) StSP RH (3 kg) StSP LH (3 kg) StSP (3 kg) StO (3 kg) LOT (1 kg) LOT (3 kg) LBT (1 kg) LBT (3 kg) ST (1 kg) ST (3 kg)

*SSP= standing shot put throw with both hands; SSP RH= standing shot put throw with right hand; SSP LH= standing shot put throw with left hand; JSP= jumping shot put throw; JSP RH= jumping shot put throw with right hand; JSP LH= jumping shot put throw with left hand; StSP= sitting shot put throw with both hands; StSP RH= sitting shot put throw with right hand; StSP LH= sitting shot put throw with left hand; SOT= standing overhead throw; JOT= jumping overhead throw; StO= sitting overhead throw; LOT= lying on the stomach overhead throw; LBT= lying on the back throw; ST= side throw.

Anexo 3. Entrenamiento pliométrico propuesto por Chelly et al. (2014).

TABLE 1. Details of plyometric training program for upper and lower limbs performed by the experimental group over the 8-week trial.*

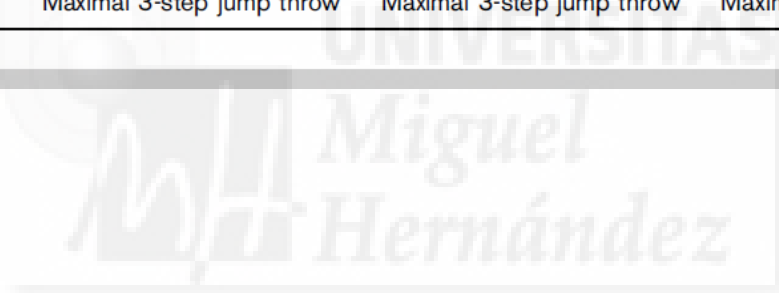
Week	Lower limbs	Upper limbs
	Exercise × sets × reps	Exercise × sets × reps
1	0.4-m hurdle jump × 5 × 10	Dynamic push-up × 3 × 10
2	0.4-m hurdle jump × 7 × 10	Dynamic push-up × 3 × 10
3	0.4-m hurdle jump × 10 × 10	Dynamic push-up × 3 × 11
4	0.6-m hurdle jump × 5 × 10	Dynamic push-up × 3 × 12
5	0.4-m drop jumps × 4 × 10	Dynamic push-up × 4 × 10
6	0.4-m drop jumps × 4 × 10	Dynamic push-up × 4 × 11
7	0.4-m drop jumps × 4 × 10	Dynamic push-up × 4 × 10
8	0.4-m drop jumps × 4 × 10	Dynamic push-up × 4 × 12

*reps = repetition.

Anexo 4. Entrenamiento con balones medicinales propuesto por Reader et al. (2015).

TABLE 1. Schematic representation of the training protocols.

Weeks	1-2	3-4	5-6
Sets × repetitions × load (kg)	3 × 6 × 2 2 × 8 × 1	3 × 8 × 2 2 × 10 × 1	3 × 10 × 2 2 × 12 × 1
Rest (s)	60 between sets 5-10 between repetitions	75 between sets 5-10 between repetitions	90 between sets 5-10 between repetitions
Medicine ball throws	Two-arm overhead throw Two-arm overhead backward throw Two-arm diagonal overhead throw Two-arm rotational side throw Vertical squat chest throw Single-arm shot put throw	Two-arm overhead throw Two-arm overhead backward throw Two-arm diagonal overhead throw Two-arm rotational side throw Vertical squat chest throw Single-arm shot put throw	Two-arm overhead throw Two-arm overhead backward throw Two-arm diagonal overhead throw Two-arm rotational side throw Vertical squat chest throw Single-arm shot put throw
Sets × repetitions	1 × 8	1 × 10	1 × 12
Rest (s)	5 between repetitions	5 between repetitions	5 between repetitions
Regular handball throws	Submaximal straight throw Maximal straight throw Maximal straight throw after passing Maximal side throw Maximal 3-step jump throw	Submaximal straight throw Maximal straight throw Maximal straight throw after passing Maximal side throw Maximal 3-step jump throw	Submaximal straight throw Maximal straight throw Maximal straight throw after passing Maximal side throw Maximal 3-step jump throw



Anexo 5. Entrenamiento pliométrico propuesto por Karadenizli (2016).

Table 1: Plyometric training program protocol

<i>Week</i>	<i>Foot/hand contact</i>	<i>Plyometric drills</i>	<i>Sets-Reps</i>	<i>Training intensity</i>
1, 2	120	Forward-skiping over cone	2x10	Low
		Side to side skiping over cone	2x10	Low
		Side to side ankle hops	2x10	Low
		Forward-skiping over cone with medicine ball*	2x10	Low
		Side-skiping over cone with medicine ball*	2x10	Low
3	120-130	Slalom running and sprint**	2x10	Low
		Side to side ankle hops	2x15	Low
		Double leg front jump over hurdle***	3x6	Low
		Over head passing with medicine ball* and sprint**	2x10	Low
		Forward-skiping over 15 cones with medicine ball*	2x15	Low
4	120-130	Side-skiping over cone with medicine ball*	2x15	Low
		Side to side skipping and sprint**	3x10	Average
		Standing vertical-jump and reach	3x10	Average
		Sit-up with medicine ball* and sprint**	3x10	Average
		Double leg forward-jump over hurdle***	3x5	Average
5	130	Over head passing with handball weighted ball-800gm and sprint**	2x10	Average
		Horizontal jump and sprint**	2x4	Average
		Double leg forward-jump over hurdle with medicine ball*	3x7	Average
		Forward skiping over 15 cones with change of direction sprint**	3x10	Average
		Double leg lateral-jump over hurdle***	3x15	Average
6	130	Over head passing with handball weighted ball-800gm and sprint**	2x10	Average
		Double leg forward-jump over hurdle with medicine ball*	3x6	Average
		Sit-up with medicine ball* and sprint**	3x10	Average
		Double leg lateral-jump over hurdle*** and sprint**	3x15	Average
		Over head throwing with handball ball-325gm and sprint**	2x10	Average
7	140	Standing vertical-jump	3x6	Average
		Horizontal jump and diagonal sprint**	3x4	Average
		Double leg forward-jump over hurdle***	4x8	Average
		Double leg lateral-jump over hurdle***	4x8	Average
		Single leg forward-jump over hurdle*** and sprint**	4x8	Average
8	140	Single leg lateral-jump over hurdle*** and sprint**	4x8	Average
		Double leg forward-jump over hurdle***	4x8	High
		Double leg lateral-jump over hurdle***	4x8	High
		Single leg forward-jump over hurdle*** and sprint**	4x8	High
		Single leg lateral-jump over hurdle*** and sprint**	4x8	High
9,10	140	Standing vertical-jump and sprint**	3x4	High
		Forward hoping over 15 cones and change of direction sprint**	4x8	High
		Slalom running and sprint**	4x3	High
		Single leg forward-jump over hurdle***	4x8	High
		Single leg lateral-jump over hurdle***	4x8	High
		Single leg diagonal-jump	4x8	High

*3kg., **5m., ***40cm.