



Pradas-Valverde, S.; Falcón, D.; Moreno-Azze, A.; Pradas, F. (2022). Efectos de un entrenamiento pliométrico sobre el rendimiento en la salida de natación en deportistas adolescentes. *Journal of Sport and Health Research*. 14(1): 51-60.

Original

EFFECTOS DE UN ENTRENAMIENTO PLIOMÉTRICO SOBRE EL RENDIMIENTO EN LA SALIDA DE NATACIÓN EN DEPORTISTAS ADOLESCENTES

EFFECTS OF PYLOMETRIC TRAINING ON SWIMMING BLOCK START PERFORMANCE IN YOUNG SWIMMERS

Pradas-Valverde, S.¹; Falcón, D.^{1,2}; Moreno-Azze, A.^{1,2}; Pradas, F.^{1,2}

¹University of Zaragoza

²Research Group Training, Physical Activity and Sports Performance

Correspondence to:
David Falcón Miguel
 University of Zaragoza
 Facultad de Ciencias de la Salud y del Deporte.
 Plaza Universidad s/n
 974238426
dfalcon@unizar.es

*Edited by: D.A.A. Scientific Section
 Martos (Spain)*



editor@journalsshr.com

Received: 26/08/2020

Accepted: 13/02/2021



RESUMEN

En la natación el rendimiento depende de diversos factores atendiendo a la distancia de la prueba. La fuerza explosiva puede resultar un elemento clave en pruebas de distancia corta por su relevancia en la fase de salida. El objetivo de este estudio fue analizar la efectividad que posee un entrenamiento pliométrico sobre la fuerza explosiva del tren inferior y su posible transferencia en el rendimiento de la fase de salida. 16 nadadores adolescentes fueron distribuidos aleatoriamente en dos grupos: control (GC) y experimental (GE). El GC realizó un entrenamiento de fuerza resistencia del tren inferior y el GE de pliometría. Tras 6 semanas se analizaron diferentes variables físicas (CMJ y ABK) y cinemáticas (ángulo de salida, ángulo de entrada al agua, distancia de salto, tiempo de vuelo y tiempo en 5 m). El análisis intragrupo no mostró cambios en el GC mientras que el GE experimentó un incremento en la altura de los saltos CMJ ($p<0,005$) y ABK ($p<0,001$), y en la variable técnica del ángulo de salida ($p<0,03$). En las comparaciones intergrupo el GE aumentó el ángulo de salida ($p<0,05$). El entrenamiento pliométrico mejora la altura de salto vertical pudiendo tener una transferencia positiva sobre el rendimiento de la salida de natación. Se hace necesaria la realización de nuevos estudios en donde se corroboren los resultados obtenidos en esta investigación.

Palabras clave: salto vertical, salto horizontal, entrenamiento, técnica.

ABSTRACT

Depending on the distance of the swimming event multiple factors may influence its performance. Due to the swimming block start, explosive power might be a key factor in short distance swimming races. The aim of this study was to analyze the plyometric training efficiency in lower limb explosive power performance and its possible swimming block start performance transfer. Sixteen youth swimmers were randomly divided in two groups: control group (GC) and experimental group (GE). The GC group performed its strength training program, while the GE group modified the lower limb strength training program, performing a plyometric training. Both groups were assessed in jumping tests (CMJ and ABK) and kinematic tests (swimming block start angle, entrance to the water angle, distance, flight time and 5m time) before and after their 6 weeks strength training programs. Within-group comparison did not show significant results in the GC group, while group GE enhanced significant results in CMJ ($p<0,005$) and ABK ($p<0,03$) jump tests, and swimming block start angle ($p<0,03$). In between groups comparison, group GE performed better results in all analyzed variables, being significant in the swimming block start ($p<0,05$). The lower limb plyometric training enhance vertical jump height and might perform a positive transfer to the swimming block start in youth swimmers More research studies to verify the achieved results should be warranted.

Keywords: vertical jump, horizontal jump, training technique



INTRODUCCIÓN

La fuerza y sus diferentes expresiones se encuentran consideradas como uno de los factores clave para obtener un alto rendimiento físico y deportivo (Newton y Kraemer, 1994). La aplicación máxima de fuerza en el menor tiempo posible es una de las manifestaciones más comunes e importantes en diferentes modalidades deportivas. A este tipo de fuerza se la conoce como fuerza explosiva, e interviene en un gran número de acciones motrices y técnicas deportivas en las que se requiere la aplicación de elevados gradientes de fuerza velocidad (González-Badillo y Ribas, 2002; Ulloa, 2020).

Habitualmente, el rendimiento en natación se vincula exclusivamente a optimizar la ejecución de diferentes técnicas como el viraje, la posición hidrodinámica y la propulsión. Sin embargo, en pruebas de distancia corta, como las de 50 o 100 m, la técnica de ejecución de la fase de salida tiene un papel muy relevante y determinante en el rendimiento final de la prueba (Santos et al., 2011; Tor, Pease y Ball, 2014; Valvassori et al., 2017).

La técnica de salida en natación consiste en reaccionar ante un estímulo auditivo mediante un impulso coordinado de todo el cuerpo desde la plataforma o el agarre del poyete hacia el agua. El objetivo en la fase de salida, que alcanza hasta los 15 m, es la de conseguir iniciar la fase de nado con la máxima velocidad posible (González-Badillo y Ribas, 2002). Aprovechar al máximo la velocidad de despegue permite al nadador viajar más lejos horizontalmente en el aire antes de entrar en el agua (Rebutini et al., 2014). Se ha demostrado que una mejora en el salto inicial se vincula con una reducción del tiempo en las pruebas de velocidad de hasta 0,1 s (Santos et al., 2011; Tor, Pease y Ball, 2015).

El tiempo de reacción y la potencia de salto son dos factores esenciales para obtener un buen rendimiento en la salida (Breed y Young, 2013; Lee et al., 2013; Bishop et al., 2013). El tiempo que transcurre entre la señal de salida y el momento en que el nadador pierde contacto con el poyete es de 0,79 segundos (Lee et al., 2013). Teniendo en consideración el escaso margen temporal que posee un nadador para aplicar fuerza en la fase de salida, parece justificada la necesidad de desarrollar la fuerza explosiva del tren inferior para así optimizar la capacidad de salto.

Diferentes investigaciones apuntan en esta dirección y señalan que para mejorar el rendimiento de la salida se debe realizar un entrenamiento específico de los movimientos básicos del salto (Monu, 2013; Navarro y Oca, 2011, Riewald y Salo, 2010, Thng, Pearson, Rathbone y Keogh, 2019). El incremento de la potencia de salto tiene una transferencia sobre el nadador, ya que podrá alcanzar una mayor velocidad en el despegue del poyete y en consecuencia un mayor desplazamiento horizontal de su cuerpo antes de entrar al agua (Breed y Young, 2003). En este sentido, aunque en la actualidad siguen existiendo ciertas controversias, recientes investigaciones apuntan a que si se produce un aumento de la capacidad de salto en la salida, una de las posibles causas podría ser la ganancia de fuerza explosiva (Arellano, 2010; Suchomel et al., 2018; Thng, Pearson y Keogh, 2019).

Uno de los métodos más utilizados para mejorar la fuerza explosiva del tren inferior es la pliometría. Esta metodología de entrenamiento se caracteriza por la realización de diferentes tipos de saltos con una breve transición del estado excéntrico al concéntrico (Komi, 2003). Se ha demostrado que este tipo de entrenamiento estimula las cualidades neuromusculares, provocando en tiempos breves altos niveles de fuerza a altas velocidades (Bosco, 2000). Numerosos estudios destacan el entrenamiento pliométrico en la natación como el ideal para incrementar los niveles de fuerza, potencia y coordinación, en especial para aplicarla en la fase de salida (Bishop et al. 2009, Davies et al., 2007; Holcomb et al., 1996, Rejman et al., 2017; Thng, Pearson y Keogh, 2019; West et al., 2011).

Considerando la importancia de la fase de salida en la natación, el objetivo de esta investigación es la de analizar en nadadores adolescentes la efectividad que posee un entrenamiento pliométrico sobre la fuerza explosiva del tren inferior y su transferencia en el rendimiento de la fase de salida.

MATERIAL Y MÉTODOS

Muestra

Un total de 16 nadadores, con edades comprendidas entre los 13 y 16 años, y una experiencia mínima de 4 años en competiciones de carácter nacional participaron en esta investigación (Tabla 1). Se estableció como criterio de inclusión de la muestra el



no haber padecido recientemente ningún tipo de lesión y/o enfermedad incapacitante, que impidiera en los últimos dos meses realizar con normalidad el volumen y la intensidad de los entrenamientos diseñados. Como criterio de exclusión se mantuvo la obligatoriedad de asistir y realizar activamente todos los entrenamientos planificados durante todo el periodo de desarrollo de la investigación.

Tabla 1. Características generales de la muestra (M ± DT).

	GE (n=8)	GC (n=8)
Edad (años)	15,2±1,03	15,4±0,9
Masa corporal (kg)	60,7±5,4	59,8±5,1
Altura (cm)	168,5±6,8	168,7±6,1
IMC (kg/m ²)	21,8±3,2	21,02±1,5
Experiencia (años)	5,7±1,7	5,3±1,4

Antes de iniciarse el estudio todos los deportistas y sus padres fueron informados de manera verbal del procedimiento a seguir en esta investigación, tras lo cual dieron su consentimiento por escrito. La investigación se llevó a cabo bajo las directrices éticas de la Declaración de Helsinki, actualizadas en la Asamblea Médica Mundial en Fortaleza (Brasil) en 2013 para la investigación con sujetos humanos. El estudio fue aprobado por el comité de ética del Instituto Aragonés de Ciencias de la Salud.

Procedimiento

Los nadadores que cumplieran con los criterios de inclusión fueron distribuidos de manera aleatoria mediante el método por bloques en uno de los dos grupos establecidos, experimental (GE) y control (GC). Durante el desarrollo de la investigación ambos grupos siguieron un entrenamiento específico en agua (Tabla 2) complementado por uno de fuerza en seco de 6 semanas de duración (Tabla 3). El programa de entrenamiento diseñado se encontraba planificado dentro del periodo preparatorio específico de la temporada, con una frecuencia de entrenamiento de 3 días por semana y un descanso entre sesiones de 48 horas. Las sesiones de entrenamiento tenían una duración de 45 min en seco y de 90 min específicos en agua.

Tabla 2. Planificación del entrenamiento en agua.

	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Aeróbico (%)	60	65	45	40	20	10
Anaeróbico (%)	20	10	30	50	60	70
Técnica (%)	20	25	25	10	20	20

S: semana.

El entrenamiento en seco se encontraba orientado para ambos grupos hacia la fuerza resistencia con una intensidad descendente del 50% al 20% de la carga máxima obtenida en el test de repeticiones máximas (RM).

Tabla 3. Entrenamiento en seco.

	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Series	3	3	3	2	2	2
Repeticiones	6	8	8	12	10	8
Descanso (s)	60	60	60	30	30	60
Intensidad (%RM)	50	45	40	35	30	20
Ejercicios	PB 2T PM ZP	RB PM LBS	2T PM SE	PB SEP AR LBS	2T ZP RE	SE PB AR
Calentamiento	5 ejercicios (elevaciones laterales, tríceps, rotaciones hombro, inclinaciones laterales, tirón polea codos altos) con bandas elásticas de intensidad media realizando 8 repeticiones con cada brazo, 2x8 flexiones de brazos, 2x8 sentadillas y 3x8 saltos descansando 30 s entre series.					
Vuelta a la calma	5 series de planchas ventrales y unilaterales a ambos lados con 30 s de trabajo y descanso entre ejercicios.					

S: semana; PB: press banca; 2T: levantamiento dos tiempos; PM: peso muerto; ZP: zancada con peso; RB: remo en banco; LBS: lanzamiento de balón medicinal contra el suelo; SE: sentadilla; SEP: sentadilla con peso; AR: levantamiento arrancada; RE: remo en máquina.

El GE sustituyó el entrenamiento de fuerza resistencia correspondiente al tren inferior por uno de tipo pliométrico (Bishop et al., 2009), periodizado para seis semanas de duración (Tabla 4). Como consecuencia de las medidas tomadas contra la pandemia por Covid-19 las competiciones fueron suspendidas de manera cautelar por lo que la muestra de nadadores no participó en ninguna competición durante el desarrollo de la investigación.

**Tabla 4.** Entrenamiento pliométrico en seco del GE.

	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Multisaltos sin flexionar rodillas	2x5*	2x5*	3x5*	3x5*	4x5*	4x5*
Multisaltos con rodillas al pecho	2x4*	2x4*	3x4*	3x4*		
Salto con inicio-fin flexión de 90°	1x4	1x4	2x5*	2x5*	3x5*	3x5*
Salto de zancada con pierna alterna	1x4	1x4	2x6*	2x6*		
Salto frontal sobre vallas altas	2x4 ⁺	2x5 ⁺				
Salto frontal sobre conos			2x4*	2x5*		
Salto frontal sobre vallas bajas					2x4*	2x4*
Salto de triple con una pierna	1x4	1x4	2x5*	2x5*	3x5*	3x5*
Salto sobre cajón elevando una pierna					1x4*	1x4*
Salto a cajón y caídas seguidas			1x4	1x4	2x4*	2x4*
Salto de comba con cuerda			1x4	1x4	2x5*	2x5*
Salto de triple con impulso de brazos					2x5 ⁻	2x5 ⁻
Salto profundo horizontal		1x5	2x5 ⁻	2x5 ⁻	3x5 ⁻	3x5 ⁻
Caídas desde cajón y salto vertical		2x1 [^]	3x1 [^]	3x1 [^]	4x1 [^]	4x1 [^]
Caídas desde cajón y salto horizontal			1x1	1x1	2x1 [^]	2x1 [^]
Salto a subir sobre el cajón	1x1	1x1	2x1 [^]	2x1 [^]	3x1 [^]	3x1 [^]
Salto vertical con impulso de brazos	1x1	1x1	2x1 [^]	2x1 [^]	3x1 [^]	3x1 [^]
Salto horizontal con impulso de brazos	1x1	1x1	2x1 [^]	2x1 [^]	3x1 [^]	3x1 [^]
Salto horizontal con impulso de brazos superando vallas					3x1 [^]	4x1 [^]

S: semana; Altura del salto: ⁺ 50 cm, * 60 cm, ⁻ 75 cm, [^] 90 cm.

Los nadadores fueron evaluados a nivel físico y técnico una semana antes del inicio de la investigación (pretest), y la semana posterior a la finalización del periodo de entrenamiento (postest). El rendimiento físico fue analizado utilizando dos saltos, el salto con contramovimiento (CMJ) y el salto de Abalakov (ABK).

La evaluación física se inició con un calentamiento que consistía en realizar una carrera continua de cinco minutos de duración y a continuación diez segundos de saltos cortos a ambos lados sin ayuda de brazos y posteriormente diez segundos de saltos cortos hacia delante con impulsión de brazos. Una vez finalizado el calentamiento se procedió a realizar los test de salto efectuándose en primer lugar el CMJ. Se realizaron tres intentos registrándose el salto de mayor altura. Entre saltos se hacía una pausa de quince segundos de descanso y de preparación para el siguiente salto. Tras una pausa inferior a dos minutos se evaluó el test ABK manteniendo el mismo protocolo que para el test CMJ.

Para evaluar la salida de natación se procedió a filmar la técnica completa de esta fase. Las variables consideradas para analizar el rendimiento de la salida fueron las siguientes (Arellano, 2000; Arellano et al., 2001; Vantorre et al., 2011; West et al., 2011; Ruschel et al., 2007; Seifert et al., 2007; Seifert et al., 2010; Berteic et al., 2012; Blanksby et al., 2002; Nomura et al., 2010; Seifert et al., 2015):

- Ángulo de salida (AS). Definido por el ángulo formado entre la alineación del cuerpo del nadador, cuando se produce la acción del impulso desde el poyete, justo en el instante previo al momento en el que se va a producir el despegue de los pies, y el poyete considerado como la línea horizontal.
- Ángulo de entrada al agua (AE). Definido por el ángulo formado entre la alineación del cuerpo del sujeto con las manos en posición de flecha y la línea horizontal formada por la superficie del agua, justo en el instante en el que las manos tocan el agua.
- Distancia de salto (DIS). Distancia recorrida en metros desde la línea vertical de la pared del vaso de la piscina, hasta el instante en el que se inicia el contacto de la cabeza con el agua.
- Tiempo de vuelo (TV). Tiempo que transcurre desde el inicio del despegue tras la señal acústica, considerado como el instante en el que el nadador pierde el contacto de los pies con el poyete, y la entrada de la cabeza en el agua.
- Tiempo en cinco metros (T5m). Tiempo que transcurre desde que el nadador despega del poyete hasta que la cabeza llega a la zona balizada mediante banderines y que indica la



distancia de cinco metros.

Todas las salidas fueron analizadas por dos observadores con experiencias contrastada y expertos entrenadores de natación. El análisis de la concordancia de los datos intra e interobservador presentó un índice Kappa por encima de 0,80 en todas las variables examinadas, considerándose el grado de acuerdo como muy alto (Altman, 1991).

Instrumentos

La altura de los saltos se evaluó utilizando la aplicación validada My Jump²[®]. La técnica de salida se registró mediante una cámara digital (Canon SX540, Tokio, Japón), situada perpendicularmente al plano de las salidas siguiendo los protocolos estandarizados (Rojano y Betanzos, 2014). Los análisis cinemáticos de los registros en vídeo se realizaron utilizando el software Kinovea[®] (Patreon, Nueva York, Estados Unidos).

Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó utilizando el programa IBM[®] SPSS[®] Statistics versión 21.0 para Windows (Inc, Chicago, Illinois). Se realizó una estadística descriptiva para obtener las medidas de tendencia central: media (M), desviación típica (DT), mínimo y máximo. La normalidad se evaluó mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Al presentar todas las variables analizadas una distribución normal se utilizó la prueba t de Student. Para examinar una posible relación entre las diferentes variables analizadas se utilizó la correlación de Pearson. La significación estadística se estableció en un nivel de probabilidad del 95% ($p \leq 0,05$).

RESULTADOS

No se encontraron diferencias iniciales al comparar las variables objeto de análisis en ambos grupos. El grupo GC no mostró diferencias estadísticamente significativas en ninguna de las variables analizadas entre el pretest y el posttest. El GE mostró mejoras significativas en el rendimiento físico en las variables altura en el salto CMJ ($p < 0,005$) y ABK ($p < 0,001$). En las variables del rendimiento técnico solamente se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el AS, aumentando su valor en 1,2

grados, incrementándose su valor desde los $41,5 \pm 6,8$ a los $42,7 \pm 6,0$ grados (Tabla 5).

Tabla 5. Comparaciones intragrupo (M \pm DT)

	GC (n=8)		GE (n=8)	
	Pre	Post	Pre	Post
CMJ (cm)	28,3 \pm 5,5	28,04 \pm 5,6	28,1 \pm 7,1	29,3 \pm 6,2**
ABK (cm)	51,4 \pm 4,0	52,07 \pm 4,7	53,4 \pm 7,3	54,6 \pm 5,6**
AS (°)	49,2 \pm 6,9	50,05 \pm 5,8	41,5 \pm 6,8	42,7 \pm 6,0*
DIS (m)	2,32 \pm 0,3	2,3 \pm 0,2	2,43 \pm 0,3	2,48 \pm 0,5
TVa (s)	1,13 \pm 0,09	1,14 \pm 0,08	1,13 \pm 0,2	1,11 \pm 0,1
AE (°)	43,5 \pm 7,0	43,7 \pm 6,5	47,1 \pm 9,6	46,9 \pm 7,9
T _{5m} (s)	1,82 \pm 0,2	1,81 \pm 0,2	1,75 \pm 0,2	1,74 \pm 0,2

* $p \leq 0,001$; ** $p \leq 0,005$.

En la comparación intergrupo se hallaron diferencias estadísticamente significativas en la variable AS ($p < 0,03$), observándose un valor inferior en el GE próximo a los 8 grados (Tabla 6).

Tabla 6. Comparación intergrupo posttest (M \pm DT).

	GC (n=8)	GE (n=8)	p
CMJ (cm)	28,04 \pm 5,6	29,3 \pm 6,2	0,40
ABK (cm)	52,07 \pm 4,7	54,6 \pm 5,6	0,39
AS (°)	50,05 \pm 5,8	42,7 \pm 6,0	0,02
DS (m)	2,3 \pm 0,2	2,4 \pm 0,5	0,38
TVa (s)	1,1 \pm 0,08	1,1 \pm 0,1	0,77
AE (°)	43,7 \pm 6,5	46,9 \pm 7,9	0,44
T _{5m} (s)	1,8 \pm 0,2	1,7 \pm 0,2	0,76

DISCUSIÓN

El objetivo de esta investigación fue la de comprobar la efectividad que posee un entrenamiento pliométrico sobre la fuerza explosiva del tren inferior y su posible transferencia en el rendimiento de la fase de salida en natación, a través del análisis de diferentes aspectos cinemáticos.

El programa de entrenamiento pliométrico demostró mejoras en el rendimiento físico, con aumentos en la altura de vuelo de los saltos verticales CMJ y ABK, incrementándose los niveles de fuerza explosiva del tren inferior, tal y como se destaca en estudios de índole similar (Copoví, 2015). Los resultados obtenidos confirmaron que el volumen ideal para la



mejora del salto vertical en un programa de entrenamiento pliométrico se sitúa en una frecuencia de 2-3 días por semana, con una realización de 1-3 ejercicios que impliquen saltos, un total de 3-8 series por ejercicio y una duración de entre 8 y 12 semanas (Vissing et al., 2008).

En esta investigación el GE realizó un entrenamiento de pliometría de 6 semanas de duración, inferior a la recomendada (Vissing et al., 2008). Sin embargo, el programa de entrenamiento planificado fue lo suficientemente intenso como para haber mejorado significativamente la capacidad de salto de los nadadores, por lo que duraciones inferiores podrían desarrollar también mejoras considerables sobre la fuerza explosiva, aunque de carácter submáximo (Bishop et al., 2009).

Los resultados obtenidos ponen de manifiesto mejoras en todas las variables cinemáticas analizadas en la salida, coincidiendo con las descritas en estudios realizados sobre nadadores adolescentes tras 8 semanas de trabajo pliométrico (Bishop et al., 2005).

Resulta delicado poder relacionar exclusivamente al programa de entrenamiento pliométrico los beneficios obtenidos sobre el rendimiento técnico de la salida (Cossor et al., 2000). Aunque los resultados apuntan hacia mejoras de la fuerza explosiva y de la fase de salida, no se puede confirmar la hipótesis de la existencia de una transferencia positiva entre la fuerza explosiva del tren inferior y la salida de natación al realizar entrenamientos de pliometría (Arellano, 2010; Schuomel et al., 2018). Establecer una posible relación causa-efecto entre la mejora en los saltos CMJ o ABK y el rendimiento en la salida de natación es ciertamente complejo. La aplicación de fuerzas y el reclutamiento en cada acción es distinta, ya que en la salida de natación el nadador busca lanzar su cadera de forma horizontal para impulsarse, a diferencia de lo que se produce en los saltos verticales (Arellano et al., 2005).

Las mejoras obtenidas por los nadadores en el ángulo de salida, en la distancia horizontal y en el ángulo de entrada pueden estar relacionadas con el aumento de la altura de salto vertical, debido a su vez, a un aumento en la fuerza explosiva en el tren inferior (Arellano et al. 2007). No obstante, en estudios similares realizados con nadadores adolescentes y con protocolos pliométricos análogos no se

observaron diferencias en los ángulos de salida (Bishop et al., 2009). Estas diferencias podrían explicarse por la mayor edad y experiencia deportiva de los nadadores analizados en esta investigación.

El aumento del ángulo de salida obtenido se podría relacionar con la mejora conseguida sobre la capacidad de salto vertical. Parece ser que el entrenamiento pliométrico realizado ha provocado una tendencia a efectuar una salida más horizontal, influyendo de manera positiva sobre la distancia de vuelo y el ángulo de entrada al agua (Arellano et al., 1996).

Cabe destacar que obtener un ángulo de salida ideal tiene una repercusión directa sobre la fase de entrada al agua, ya que los ángulos de entrada serán más planos respecto a la horizontal (Arellano et al. 1996; Maglischo, 2013), por lo que se podría conseguir un mayor rendimiento en la técnica de salida, como ha sucedido en esta investigación, reforzándose esta teoría al observar las variables cinemáticas analizadas.

CONCLUSIONES

El desarrollo de un programa de entrenamiento pliométrico de seis semanas de duración en nadadores adolescentes podría tener una influencia positiva sobre el aumento de la altura de salto vertical como consecuencia de un incremento sobre la fuerza explosiva del tren inferior.

La pliometría podría ser un método de entrenamiento eficaz para mejorar el rendimiento de algunos de los parámetros cinemáticos implicados en la salida de natación, al producirse un aumento de la distancia de salto horizontal, una mejora de los ángulos de ejecución y una disminución de los tiempos de entrada al agua.

A pesar de los resultados obtenidos siguen existiendo ciertas controversias entre el rendimiento de la salida y el entrenamiento pliométrico. Esta investigación apunta a que podría existir una transferencia positiva de la fuerza explosiva del tren inferior sobre la ejecución de la técnica de la salida de natación.

Se hace necesario la realización de nuevas investigaciones en donde se compruebe el mecanismo de transferencia de un movimiento vertical a otro horizontal.



AGRADECIMIENTOS

A todos los deportistas participantes en el estudio y a los integrantes del Grupo de Investigación S53_17D Entrenamiento, Actividad Física y Rendimiento Deportivo (ENFYRED) de la Universidad de Zaragoza por su colaboración. A la Asociación Deportiva Zoiti 89 de Huesca por el apoyo prestado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Altman, D.G. (1991). *Practical Statistics for Medical Research*. London: Chapman & Hall.
- Arellano, R (2010). *Entrenamiento técnico de natación*. Madrid: Real Federación Española de Natación.
- Arellano, R.; Oña, A.; Martínez, M.; Moreno, F. J.; & Serra, E. (1996). Optimización de los componentes temporales de la salida de atletismo a través del control de la información. *Revista de Psicología del Deporte*, 2(1), 5-15.
- Arellano, R.; Llana, S.; Tella, V.; Morales, E.; & Mercadé, J. (2005). Estudio de la fuerza de impulso en la salida de natación. Congreso Internacional de Técnicos de Natación VII Congreso Ibérico. Madrid. España.
- Arellano, R.; & de la Fuente, B. (2007). Mejora de las salidas de natación en deportistas de alto nivel. Modelo del CAR de Sierra Nevada. En Arellano, R., Sánchez, J.A., Navarro, F., López, G., Morales, E. *Swimming Science I*. Granada: Universidad de Granada.
- Bishop, D. J.; Peeling, P. D.; & Landers, G. (2005). Effect of swimming intensity on subsequent cycling and overall triathlon performance. *British Journal of Sports Medicine*, 39(12), 960-964.
- Bishop, D.; Smith, J.; Smith, M.; & Rigby, H. (2009). Effect of plyometric training on swimming block start performance in adolescents. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(7), 2137-2143.
- Bishop, C.; Cree, J.; Read, P.; Chavda, S.; Edwards, M.; & Turner, A. (2013). Strength and conditioning for sprint swimming. *Strength & Conditioning Journal*, 35(6), 1-6.
- Bosco, C. (2000). *La fuerza muscular: aspectos metodológicos*. Barcelona: Inde.
- Breed, R.V.; & Young, W.B (2013). The effect of a resistance training programme on the grab, track and swing starts in swimming. *Journal of Sports Science*, 21(3), 213-220.
- Copoví, R. (2015). Análisis del volumen de entrenamiento pliométrico para la mejora del salto. *Apunts: Educación Física y Deportes*, 120, 43-51.
- Cossor, J.M.; Elliott, B.; & Bianksby, B.A. (2000). The influence of plyometric training on the Freestyle tumble turn. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 2(2), 106-116.
- Davies, B.A., Murphy, A., Whitty, A., & Watsford, M. (2001). The effects of plyometric training on the swimming block start. *Australian Conference of Science and Medicine in Sport*. Disponible en: <http://www.ausport.gov.au/fulltext/2001/acsms/papers/DAVB.pdf> [Ac-cesed: 1.08.2007]
- González-Badillo, J. J.; & Ribas, J. (2002). *Bases de la programación del entrenamiento de fuerza*. Barcelona: Inde.
- Holcomb, W.R.; Lander, J.E.; Rutland, R.M.; & Wilson, G.D. (1996). The effectiveness of a modified plyometric program on power and the vertical jump. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 10(2), 89-92.
- Komi, P.V. (2003). The nature of stretch-shortening cycle. En Komi, P.V. *Strength and power in sport* (2ª edición). Switzerland: International Olympic Committee.
- Lee, C.; Huang, C.; & Lee, C. W. (2013). Biomechanical analysis of the grab and track swimming starts. *Annual Conference of Biomechanics in Sport*. Disponible en: <https://ojs.ub.unikonstanz.de/cpa/article/view/5337/4908> [Consulta: agosto 2020].
- Maglischo, E.W. (2013). Part II: ¿Is the Breaststroke arm stroke a "Pull" or a "Scull"? *Journal of Swimming Research*, 21(1).
- Monu, J. M. (2013). Sport-specific training for a competitive freestyle sprint swimmer. *Strength & Conditioning Journal*, 35(5), 48-55.



20. Navarro, F.; & Oca, A. (2011). *Entrenamiento Físico de Natación*. Madrid: Real Federación Española de Natación.
21. Newton, R.U.; & Kraemer, W.J. (1994). Developing explosive muscular power: Implications for a mixed method training strategy. *Strength & Conditioning Journal*, 16(5), 20-31.
22. Rejman, M., Bilewski, M., Szczepan, S., Klarowicz, A., Rudnik, D., & Maćkała, K. (2017). Assessing the impact of a targeted plyometric training on changes in selected kinematic parameters of the swimming start. *Acta of Bioengineering and Biomechanics*, 19(2).
23. Riewald, S.A.; & Salo, D., (2010). *Preparación física completa para la natación*. Madrid: Tutor.
24. Rojano, D.; & Betanzos, R. (2014). Análisis cinemático en 2D de las salidas de agarre y de atletismo en natación. *Journal of Sport & Health Research*, 6(2), 151-158.
25. Santos, J.J.; Dias J.; Nogueira, M.D.; & Mansoldo, A.C. (2011). Nado submerso ondulatorio: uma visão sobre o quinto nado. *Revista Brasileira de Ciências Movimento*, 19(1), 100-107.
26. Suchomel, T. J., Nimphius, S., Bellon, C. R., & Stone, M. H. (2018). The importance of muscular strength: training considerations. *Sports medicine*, 48(4), 765-785.
27. Thng, S., Pearson, S., & Keogh, J. W. (2019). Relationships between dry-land resistance training and swim start performance and effects of such training on the swim start: a systematic review. *Sports Medicine*, 1-17.
28. Thng, S., Pearson, S., Rathbone, E., & Keogh, J. W. (2020). The prediction of swim start performance based on squat jump force-time characteristics. *PeerJ*, 8, e9208.
29. Tor, E., Pease, D. L., & Ball, K. A. (2015). Key parameters of the swimming start and their relationship to start performance. *Journal of sports sciences*, 33(13), 1313-1321.
30. Ulloa, P. (2020). The Acute Effect of Different Types of Stretching on The Height of Jump of Gymnasts: Systematic Review. *MHSalud*, 17(2), 117-134.
31. Valvassori, R.; Mezencio, B.; Schultz, De Arruda, A.F.S.; & Soncin, R. (2017). Influence of block time in the final 50 and 100 meter swimming events classification. *Journal of Physical Education and Sport*, 295, 2593-2598.
32. Vissing, K.; Brink, M.; Lonbro, S.; Sorensen, H.; Overgaard, K.; Danborg, K.; Mortensen, J.; Elstrom, O.; Rosenhoj, N.; Ringgaard, S.; & Aagaard, P. (2008). Muscle adaptations to plyometric vs. resistance training in untrained young men. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(6), 1799-1810.

