



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

“Efectos de un entrenamiento pliométrico sobre el rendimiento en la salida de natación”

“Effects of plyometric training on performance in swimming block start”

Autora

SILVIA PRADAS VALVERDE

Director

PROF. DAVID FALCÓN MIGUEL

Facultad de Ciencias de la Salud y del Deporte

Curso académico 2019-2020

ÍNDICE

1. Introducción	5
2. Marco teórico	7
2.1 Modalidades de la natación.....	7
2.2 Fases de una prueba.....	8
2.3 La salida de natación.....	10
2.3.1 Importancia en el rendimiento.....	10
2.3.2 Tipos de salida.....	13
2.3.3 Fases de la salida.....	15
2.3.4 Principios biomecánicos.....	18
2.3.5 Capacidades coordinativas	19
2.3.6 Cualidades físicas.....	20
2.3.6.1 La velocidad.....	21
2.3.6.2 La flexibilidad.....	22
2.3.6.3 La fuerza.....	23
2.3.6.3.1 La fuerza explosiva en la salida.....	24
2.4 Entrenamiento físico para la salida de natación	25
2.4.1 Metodología de entrenamiento con bandas elásticas.....	27
2.4.2 Metodología de entrenamiento con ejercicios olímpicos	27
2.4.3 Metodología de entrenamiento pliométrico	28
3. Objetivos	30
4. Metodología	31
5. Resultados	37

Trabajo Fin de Grado

6. Discusión.....	40
7. Conclusiones	43
8. Limitaciones del estudio.....	43
9. Perspectivas de futuro	44
10. Bibliografía	45
10. Anexos.....	48

RESUMEN

El método pliométrico es un tipo de entrenamiento muy utilizado para mejorar la fuerza explosiva y la altura de salto vertical, sin embargo, no hay evidencias claras respecto a una transferencia positiva sobre el rendimiento en la salida de natación. 16 nadadores adolescentes fueron separados en dos grupos: en el grupo control (GC) los nadadores realizaban sus entrenamientos físicos habituales, y en el grupo experimental (GE) los nadadores sustituyeron el entrenamiento físico habitual por el desarrollo de un entrenamiento de pliometría. El objetivo del estudio consistió en averiguar si el método pliométrico producía mejoras en la salida de natación analizando variables cinemáticas y cinéticas de la salida mediante su filmación. Ambos grupos se sometieron a 6 semanas de entrenamiento, con una frecuencia de 3 sesiones por semana. Se realizó un pretest y un posttest en el que se determinó la fuerza explosiva del tren inferior a través de los saltos CMJ y Abalakov, y una filmación y análisis de la técnica de salida de natación. El grupo GE ha obtenido mejoras significativas en la altura de salto CMJ ($p < 0,005$), Abalakov ($p < 0,001$) y en el ángulo de salida ($p < 0,03$). También se ha obtenido una correlación positiva entre la distancia horizontal y los saltos CMJ y Abalakov. El entrenamiento pliométrico parece producir un efecto positivo sobre la mejora del rendimiento en la salida de natación.

PALABRAS CLAVE: fuerza, salto vertical, pliometría, técnica, natación.

ABSTRACT

The plyometric method is a useful type of training used to improve the explosive strength and vertical jump height, however, there is no clear evidence regarding a positive transfer on performance in the swimming block start. 16 adolescents swimmers were separated into two groups: in the control group (GC) swimmers performed their usual physical training, and in the experimental group (GE) swimmers replaced the usual physical training with the development of plyometric training. The aim of the study was to find out if plyometric method produced improvements in the swimming block start by analyzing kinematic and kinetic variables of the swimming start with it filming. Both groups were subjected to a 6 weeks of training with a frequency of 3 sessions per week. A pretest and posttest were carried out in which the explosive strength of the lower body was determinate through the CMJ and Abalakov jumps, and a filming and analysis of the swimming block start technique. The GE group has obtained significant improvements in the CMJ jump height ($p < 0,005$), Abalakov ($0 < 0,001$) and in the output angle ($p < 0, 03$). A positive correlation has also been obtained between the horizontal distance and the CMJ and Abalakov jumps. Plyometric training appears to have a positive effect on improving the swimming block starts performance.

KEY WORDS: strength, vertical jump, plyometric, technique, swimming

1. INTRODUCCIÓN

La fuerza se la puede considerar, de manera general, como una de las capacidades físicas más importantes en nuestra vida, ya que cualquier actividad que se realice requiere de ciertos niveles de fuerza en cualquiera de sus posibles manifestaciones. En el ámbito deportivo, en particular, la fuerza se encuentra muy presente, siendo una cualidad determinante y necesaria para realizar acciones como esprintar, saltar o lanzar. La capacidad de aplicar la máxima fuerza en el menor tiempo posible es conocida como fuerza explosiva. Este tipo de fuerza se encuentra considerada como uno de los factores clave para optimizar el rendimiento en diferentes modalidades deportivas (Newton y Kraemer, 1994).

En una gran mayoría de deportes resulta imprescindible que los deportistas sean capaces de aplicar ciertos niveles de fuerza en un espacio de tiempo muy corto, como puede ser en cualquier disciplina en donde se efectúen golpes con implemento sobre un móvil, como ocurre en los deportes de raqueta.

En el caso de la natación, existen diferentes pruebas como la de 50 o 100 m libres y distintas técnicas como la salida y el viraje, en donde resulta fundamental la aplicación de fuerza explosiva para mejorar el rendimiento, aumentando su importancia conforme se incrementa el nivel competitivo.

Habitualmente cuando se menciona en dónde recae el interés en una prueba de natación para alcanzar un adecuado rendimiento se destaca exclusivamente la técnica del nado. Sin embargo, en las pruebas de distancia corta (50 o 100m) la fase de salida tiene un papel muy relevante para el rendimiento del nadador, ya que la ejecución de esta técnica es el impulso y la velocidad con la que el sujeto empieza la fase de nado (González-Badillo y Ribas, 2002)

Sin lugar a dudas, el trabajo de fuerza juega un papel fundamental en la natación, ya que el objetivo de todo nadador es llegar a ser lo más potente posible para así poder generar y mantener unos niveles de fuerza muy altos durante toda la prueba, con la intención de terminarla antes que sus competidores (Heusner, 1980).

Una de las expresiones de la fuerza explosiva es la capacidad de salto (González-Badillo y Ribas, 2002). Para aumentar la altura del salto es preciso aplicar más fuerza en menos tiempo o realizar la fase de impulso a mayor velocidad, por lo tanto, se podría afirmar que si se produce un aumento de la capacidad de salto una de las posibles causas podría ser como consecuencia de una ganancia de fuerza explosiva. (Arellano, 2010).

Un método muy utilizado para mejorar la fuerza explosiva es la pliometría, metodología de entrenamiento diseñada por el investigador Verkhoshansky en los años setenta (Faccioni, 2001). El entrenamiento pliométrico se caracteriza por la realización de saltos, con una breve transición del estado excéntrico al concéntrico (Komi, 2003).

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 (Adams, J. O'Shea, K. O'Shea, & Climstein, 1992; Baker, 1996; Holcomb, Lander, Rutland, & Wilson, 1996), ya que este tipo de entrenamiento estimula las cualidades neuromusculares, provocando, en tiempos breves, altos niveles de fuerza a altas velocidades (Bosco, 2000).

Considerando todo lo expuesto hasta el momento, podría mencionar que resulta de gran relevancia optimizar el entrenamiento de la fuerza explosiva, para así desarrollar la máxima aplicación de la misma en un tiempo muy reducido, tal y como

sucede en la salida de natación, técnica que juega un papel trascendental en este deporte en especial en las pruebas de distancia corta (50 y 100 m).

2. MARCO TEÓRICO

2.1 MODALIDADES DE LA NATACIÓN

El objetivo principal de la natación de competición es cubrir una distancia de prueba en el menor tiempo posible (Willems et al. 2014; Barbosa et al. 2014). Las modalidades competitivas en el medio acuático son muy variadas y los deportistas pueden elegir según sus preferencias y posibilidades las pruebas que desean nadar.

En el deporte de la natación se pueden diferenciar cuatro modalidades o estilos: crol o estilo libre, espalda, mariposa y braza o estilo pecho (Federación Internacional de Natación, 1952). La diferencia entre ellos es la ejecución específica del nado para desplazarse en el agua.

Atendiendo la normativa específica, dentro de cada modalidad existe la posibilidad de competir en diferentes distancias: 50, 100, 200, 400, 800 o 1500 m, siendo todas ellas reglamentarias tanto en la competición en piscina corta como en larga (Federación Internacional de Natación, 1952).

Las distancias se nadan con estilos diferentes. Las pruebas de 800 y 1500 m solo se aplican a estilo libre, mientras que las pruebas de espalda, mariposa y braza se dividen individualmente hasta los 200m. Cabe destacar la prueba global de estilos, cuyas distancias son 100 (únicamente en piscina de 25 m), 200 y 400 m (Federación Internacional de Natación, 2003).

Cada competición de natación puede realizarse en dos tipos de piscinas, en piscina corta o de 25m, y larga o de 50m, ya que es el tipo de piscina donde se desarrollan los Juegos Olímpicos. La diferencia no solo reside en el largo de la piscina, sino también en la preparación de los nadadores y en su rendimiento, ya que la piscina corta demanda una mayor cantidad de virajes.

2.2 FASES DE UNA PRUEBA

Dentro de una prueba de natación se pueden diferenciar cuatro fases (Morales y Calvo, 2011): fase de salida, fase de nado, fase de viraje y fase de llegada.

La primera fase o denominada como de salida es la parte de la prueba en la que el nadador debe reaccionar ante un estímulo auditivo para impulsarse lo más rápido posible desde la plataforma de salida hacia el agua. El objetivo de esta fase es conseguir la máxima velocidad posible antes de empezar la fase de nado. Esta fase finaliza a los 15 m, siendo la máxima distancia estipulada por la Federación Internacional de Natación para realizar el nado subacuático (Real Federación Española de Natación, 2011)

Se debe diferenciar la salida de las pruebas de espalda de las de estilo libre, braza y mariposa. Para la salida de espalda, el nadador deberá introducirse en el agua durante el primer silbido largo que realice el Juez Árbitro. Al segundo silbido, el nadador se colocará en la posición de salida, con las piernas flexionadas y los brazos extendidos. Finalmente, cuando todos los nadadores se hayan colocado en posición de salida, se dará la orden de “preparados” y seguidamente el Juez dará la señal de salida (Real Federación Española de Natación, 2011).

Las salidas para las pruebas de estilos, braza, mariposa y libres, se efectuarán mediante un salto desde el poyete situado en el exterior del vaso. Cuando el juez árbitro realice el silbido largo, los nadadores deberán subirse a la plataforma de salidas y permanecer quietos. A continuación, el Juez Árbitro dará la señal de “preparados”, durante la cual los nadadores deberán colocarse en posición de salida con un pie en la parte delantera de la plataforma. La posición de las manos es irrelevante. Cuando todos los nadadores estén quietos, finalmente se dará la señal de salida. Cualquier nadador que salga antes de que la señal haya sido dada será automáticamente descalificado. (Real Federación Española de Natación, 2011).

La siguiente fase es la de nado, donde el deportista debe avanzar lo más rápidamente posible mediante un movimiento coordinado de ambas extremidades, denominado estilo (Morales y Calvo, 2011). Se pueden diferenciar cuatro estilos: mariposa, espalda, braza o estilo pecho y crol o estilo libre.

Tras la fase de nado aparece la de viraje. En esta fase el nadador debe efectuar una técnica específica que consiste en realizar media voltereta e impulsarse de la pared para cambiar el sentido del nado. Esta fase ocurre cada vez que el nadador llega a la pared de la piscina. Según el estilo (que se desarrolle), se realizará un tipo de viraje específico.

La última fase que se realiza es la de llegada. En esta fase el nadador está a punto de acabar la prueba y tiene que calcular las brazadas que le quedan para llegar a tocar la pared, estirando bien el brazo para no perder tiempo. Generalmente es muy relevante en todas las pruebas y modalidades (Arellano, 2005).

En definitiva, cuando se hace referencia a una prueba de natación la importancia no solo recae en el nado, ya que la salida tiene mucha relevancia principalmente en las

pruebas de distancia (corta). Es por ello que aunque sea muy breve, su influencia en el rendimiento del nadador es fundamental.

2.3 LA SALIDA DE NATACIÓN

2.3.1 IMPORTANCIA EN EL RENDIMIENTO

Para las pruebas de distancia corta (50 y 100 m), se debe tener presente, además de la importancia con la que el nadador se desplaza por el agua, la manera en que inicia su puesta en acción, es decir, la salida (Ramírez, 2005).

La salida se realiza desde fuera del agua para las modalidades de estilo libre o crol, braza, mariposa y estilos utilizando un poyete situado al borde de la piscina con una altura de entre 50-75 cm sobre el nivel del agua (Real Federación Española de Natación, 2011). La técnica de salida se encuentra considerada como el aspecto de más relevancia para obtener un adecuado rendimiento en las pruebas de velocidad, ya que si se mejora el salto inicial, el nadador podrá incrementar su rendimiento, reduciendo el tiempo de la prueba hasta 0,1 s (Santos, 2011).

En la técnica de salida resulta de especial relevancia el tiempo de reacción y la potencia de salto. Estos dos factores son esenciales para obtener un buen rendimiento en la prueba (Breed y Young, 2013; Lee, Huang y Lee, 2013; Bishop, Read, Chavda, Edwards y Turner, 2013). Además de estas dos variables, se debe también considerar la patada ondulatoria subacuática hasta los primeros 15 m como factor de rendimiento.

La realización de una correcta salida es fundamental para mejorar diferentes aspectos relacionados con la mejora del rendimiento como son aumentar la distancia de salto, incrementar la velocidad de inicio de nado y mantener una óptima posición

hidrodinámica del cuerpo al entrar al agua. La posición de entrada debe ser lo más limpia posible para generar el menor rozamiento al avance. Estos pequeños detalles pueden suponer para los demás nadadores una distancia imposible de recortar (Arellano et al. 2005).

La importancia de la salida disminuye conforme aumenta la distancia de la prueba, pero como se ha destacado anteriormente, es un factor clave del éxito en las pruebas de distancia corta. Se puede destacar a modo de ejemplo que en la prueba de 50 m la fuerza empleada en la fase de la salida representa hasta el 30% del tiempo total empleado (Vantorre, Chollet y Seifert, 2014).

En la siguiente tabla pueden observarse los récords mundiales de las diferentes distancias en natación, y de esta manera puede observarse también como la importancia de la salida va disminuyendo conforme aumenta la distancia de la prueba, ya que esta solo dura alrededor de dos segundos.

Tabla 1: Récords mundiales de las diferentes distancias en natación (Federación Internacional de Natación, 2015)

DISTANCIA (m)	TIEMPO (min:seg)
50	20,91
100	46,91
200	1:42,00

400	3:40,07
800	7:32,12
1500	14:31,02

La técnica específica del salto en la salida es decisiva para el rendimiento en la prueba (Cancela y Ramírez, 2010), en especial en distancias cortas, en donde alcanzar elevados niveles de potencia resulta fundamental para iniciar la prueba (West et al. 2011). Para mejorar la técnica de salida no se debe olvidar que también resulta necesario desarrollar una perfecta cadena cinética, en donde a nivel articular se extiendan adecuadamente tobillos, rodillas y cadera, técnica conocida como triple extensión (Monu, 2013).

Si el nadador consigue optimizar la técnica de salida, podrá realizar un mayor desplazamiento horizontal antes de que su cuerpo entre al agua, siendo mayor cuanto más incremente su velocidad de despegue (Breed y Young, 2003).

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, Huang y Lee, 2013). Este escaso margen exige que el nadador sea capaz de ejercer la máxima fuerza posible en un breve espacio de tiempo, lo que justifica la necesidad del entrenamiento de la fuerza explosiva del tren inferior para mejorar el rendimiento en la salida.

2.3.2 TIPOS DE SALIDA

En la natación de competición pueden diferenciarse dos tipos de salidas, en función del estilo de natación. En el crol, mariposa o braza, la salida se realiza desde un poyete situado fuera de la piscina. Sin embargo, para las pruebas de espalda, la salida se realiza desde dentro del agua., con las manos colocadas en los agarres de los poyetes, las piernas flexionadas y los pies encima del rebosadero, pudiendo sacar estos y los dedos por encima de la superficie del agua (Figura 1).



Figura 1: Salida de espalda

Existen dos tipos de salidas desde fuera del agua atendiendo a la posición de los pies, la salida de agarre (Hanuer, 1967) y la de atletismo.

A) LA SALIDA DE AGARRE

Este tipo de salida se caracteriza por realizarse mediante un salto en el que las piernas y los pies se encuentran juntos. Esta salida fue muy popular en los años 70, aunque en la actualidad ha perdido importancia, no obstante sigue siendo algo frecuente sobre todo en salidas de relevos (Hanuer, 1967).

Para realizar correctamente su ejecución, antes de la señal de salida se inclina el cuerpo hacia delante con ambos pies y piernas pegados en el poyete de salida. Se flexionan las rodillas para que el nadador pueda agarrarse con los dedos de las manos al poyete. El peso recae sobre las plantas de los pies. A continuación, cuando se produce la señal de salida, se flexionan los codos hasta colocar los brazos delante de la cabeza, se inclina el peso hacia delante y se desplaza el cuerpo lo más rápido posible hasta realizar una curva ascendente. En la Figura 2 puede observarse el salto técnico a pies juntos de este tipo de salida.

Seguidamente las piernas quedan alineadas con el cuerpo, el nadador se coloca en posición de flecha y las manos son las primeras que entran al agua, marcando así un orificio imaginario por el cual tendrá que entrar todo el cuerpo.

Aunque la salida de agarre fue muy popular, se dejó de utilizar porque se fundamentó que la de atletismo permitía al nadador generar un impulso horizontal mayor (LaRue, 1985).

B) LA SALIDA DE ATLETISMO

Este tipo de salida se caracteriza por la posición de las piernas en el poyete. A diferencia de saltar con las piernas juntas, la posición de las piernas se basa en colocar una delante y otra situada más atrás, como las salidas de atletismo.

Este tipo de técnica facilita la salida a los nadadores y, además, ayuda a optimizar el rendimiento ya que permite ganar tiempo de respuesta durante la salida (Fidalgo y Salgero, 2016).

Durante el año 2009 entraron en vigor los nuevos poyetes, caracterizados por llevar un taco de seguridad en la parte trasera del trampolín, de esta manera, los

nadadores pueden apoyar la pierna trasera e impulsarse mejor. El incremento de fuerza en comparación con el poyete llano aumenta un 10%, y puede destacarse que a más fuerza, más longitud de salto se alcanza (Arellano, 2009; Fidalgo y Salgero, 2016).

El cambio del poyete plano al nuevo trampolín ha sido la razón principal por la cual los nadadores se han visto obligados a cambiar el tipo de salida, además de la mejora de la aplicación de fuerza para la salida.

2.3.3 FASES DE LA SALIDA

En la salida de atletismo podemos diferenciar 5 fases: posición preparatoria, tirón e impulso, despegue, vuelo y entrada. (Maglischo, 1992). Cada una de las fases contribuye al rendimiento total de la salida en diferentes porcentajes, estos son: 11%, 5%, 56% y 28% respectivamente (Tor et al., 2014).

1. LA POSICIÓN PREPARATORIA: el nadador debe colocarse encima del poyete con los pies separados y con un pie más retrasado que el otro. El pie que se encuentra en la parte trasera estará apoyado en el taco con el talón al aire. La cadera debe estar lo más alta posible en relación con los hombros. Los brazos deben estar fuertemente agarrados al poyete y con una ligera flexión de codos (Figura 3).



Figura 3: Posición preparatoria

2. TIRÓN E IMPULSO: es el momento en el cual se produce el impulso desde la plataforma de salida, tanto con las extremidades inferiores como con las superiores, ya que los brazos ayudan en el momento del impulso (Figura 4).



Figura 4: Fase de tirón

3. EL DESPEGUE: el objetivo de esta fase es extender las caderas, rodillas, y tobillos, de esta manera el nadador podrá lanzar el cuerpo en una línea ascendente. Al mismo tiempo, se deben empezar a extender los brazos (Figura 5).

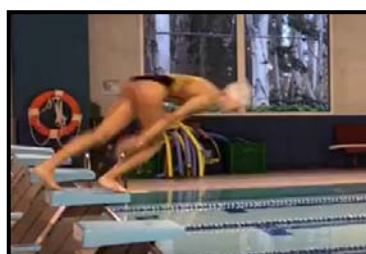


Figura 5: Fase de despegue

4. EL VUELO: esta fase va a depender del impulso cogido durante el despegue. La trayectoria del salto debe tener forma de arco, y el nadador debe flexionar la cadera en el momento en que pase por el punto más elevado de la trayectoria. Además, debe colocarse en posición de flecha y con piernas y brazos alineados para proceder a la entrada al agua (Figura 6).



Figura 6: Fase de vuelo

5. ENTRADA: es importante que las manos ingresen en el agua una encima de la otra. El punto por el que entren las manos será por el que deberá entrar también el resto del cuerpo, como si fuera un agujero. La colocación del cuerpo debe ser lo más alineado posible para prevalecer la velocidad de salida el mayor tiempo posible, y empezar el nado con la máxima velocidad (Figura 7)



Figura 7: Colocación del cuerpo durante la entrada al agua

Una vez se ha realizado la entrada al agua y para no perder la velocidad alcanzada en la salida, se realiza una fase de buceo subacuático. En esta fase el nadador debe realizar pequeñas patadas de mariposa manteniendo la posición de flecha y el cuerpo alineado. Se puede desplazar sumergido en esta posición un máximo de 15m según la normativa de la Federación Internacional de Natación (Real Federación Española de Natación, 2011).

Durante la fase de entrada al agua, la posición hidrodinámica, la ondulación de las caderas con la patada de mariposa y la capacidad pulmonar para mantener la respiración son aspectos fundamentales (Fernández, 2011).

Tras finalizar el impulso del buceo subacuático el nadador inicia la fase de nado de la prueba por la superficie del agua.

2.3.4 PRINCIPIOS BIOMECÁNICOS

Según Maglischo (1992) se pueden diferenciar cuatro objetivos en la salida de natación:

1. Una rápida reacción ante el estímulo.
2. Una fuerza de impulso elevada para obtener distancia y velocidad en el salto.
3. Ofrecer una resistencia mínima durante la entrada al agua.
4. Mantener una posición hidrodinámica una vez el nadador esté en el agua, para preservar la velocidad generada por la salida.

Estos cuatro objetivos se pueden reducir en lograr una distancia horizontal mayor en el menor tiempo posible, además de iniciar el nado con una posición hidrodinámica idónea.

A continuación se presenta un análisis biomecánico general de la salida de natación, en donde se pueden considerar diferentes fases temporales y cinéticas:

1. Tiempo en 5m (s) → tiempo que tarda el nadador en despegarse del poyete desde la señal de salida hasta que la cabeza contacte con los 5m señalizados (Arellano, 2000).

2. Tiempo en 10m (s) → tiempo que tarda el nadador en despegarse del poyete desde la señal de salida hasta que la cabeza contacte con los 10m (Arellano et al. 2000)
3. Tiempo en los 15m (s) → tiempo que tarda el nadador en despegarse del poyete desde la señal de salida hasta que la cabeza contacte con los 15m (Issurin & Verbitsky, 2002; Ozeki et al. 2012; Ruschel et al. 2007; Seifert et al. 2010; Vantorre et al. 2011; Vantorre et al. 2010; Vantorre et al. 2010; West et al. 2011)
4. Ángulo de despegue → ángulo creado por el cuerpo y la horizontal (Vantorre et al. 2010)
5. Tiempo de vuelo (s) → tiempo que tarda el nadador desde el inicio del despegue hasta que la cabeza contacta con el agua (Ruschel et al. 2007; Seifert et al. 2007)
6. Distancia de vuelo (m) → distancia recorrida desde el despegue hasta que las manos contactan con el agua (Beretic et al. 2012; Blanksby et al. 2002; Galbraith et al. 2008; Nomura et al. 2010; Ozeki et al. 2012; Seifert et al. 2010)
7. Ángulo de entrada (°) → ángulo creado por el tronco y la horizontal (Vantorre et al. 2010).

2.3.5 CAPACIDADES COORDINATIVAS

La salida es el momento inicial de la prueba. En esta fase los nadadores deben coordinar diferentes acciones técnicas y físicas, debiendo reaccionar rápidamente ante un estímulo sonoro, realizar un salto muy potente y ajustar el un ángulo ideal para entrar de forma limpia al agua, manteniendo una posición hidrodinámica del cuerpo.

Sin embargo, no solo es necesario tener en cuenta el estímulo, la potencia de salto y el ángulo, el deportista también debe tener una correcta coordinación y equilibrio para realizar lo mejor posible esta fase. La salida se encuentra considerada como un movimiento de coordinación dinámica general, siendo fundamental la forma con la que el nadador abandona el poyete, ya que puede influir en el desarrollo posterior de las siguientes fases (Mason et al. 2007).

Es importante trabajar específicamente la coordinación del movimiento de las piernas, flexión de rodillas y posición de cadera, ya que es clave para ayudar al nadador a obtener una excelente percepción para iniciar a realizar el nado subacuático (Arroyo, 2018).

La salida es una cadena cinética perfectamente coordinada, en la que intervienen tanto extremidades inferiores como superiores y la coordinación de ambas es un aspecto clave en el rendimiento técnico de la salida y de la prueba.

2.3.6 CUALIDADES FÍSICAS

La salida de natación es una fase que se desarrolla en menos de dos segundos, siendo un movimiento explosivo en donde se intenta aplicar la mayor cantidad de fuerza en el menor tiempo posible (Santos, 2011).

Se considera fundamental para la salida entrar lo antes posible al agua, y para ello son aspectos clave el tiempo de reacción a la señal de salida, la potencia generada por el salto y la resistencia ofrecida durante el deslizamiento (Maglischo, 1993).

Según Arroyo (2011) las cualidades físicas que influyen principalmente en la salida de natación son la flexibilidad, velocidad y fuerza.

2.3.6.1 LA VELOCIDAD

La velocidad es la capacidad física que posee un sujeto para realizar una acción motriz eficaz en un mínimo de tiempo (García-Manso et al, 1996).

Pueden diferenciarse en función de su manifestación distintos tipos de velocidades, las puras y las complejas (Grosser, 1992).

En las manifestaciones puras se pueden diferenciar tres tipos (Grosser, 1992):

- Velocidad de desplazamiento → es la capacidad que tiene un sujeto de recorrer una distancia en el menor tiempo posible, por ejemplo la distancia de 100 m libres.
- Velocidad gestual → es la capacidad de realizar un gesto o movimiento concreto en el menor tiempo posible, por ejemplo la ejecución de un viraje.
- Velocidad de reacción → es la capacidad que tiene un sujeto de responder a un estímulo, ya sea auditivo, visual o táctil, en el menor tiempo posible.

Dentro de este último tipo de velocidad se puede clasificar la fase de la salida de natación, ya que su objetivo es efectuar una respuesta física, un salto, lo más rápidamente posible a la señal de salida. La óptima reacción ante el estímulo auditivo de salida resulta fundamental (Arroyo, 2011).

Por otro lado, lo que produce que los tiempos de reacción de los nadadores ante el estímulo auditivo sean mejores, es la concentración en el disparo de salida, en vez de en la técnica de salto. El resultado de la diferencia puede variar de 0.03 a 0.06 segundos (Maglischo, 1986).

Teniendo en consideración estas características, la cualidad física de la velocidad resulta una de las de mayor importancia en el rendimiento de la salida.

2.3.6.2 LA FLEXIBILIDAD

La flexibilidad es la capacidad formada por la movilidad articular y el estiramiento del músculo. En conjunto produce que los músculos puedan elongarse y producir mayores rangos de movimiento (Pareja, 1995).

La importancia de la flexibilidad recae sobre todo en la movilidad articular, ya que mediante ella los nadadores pueden ofrecer una menor resistencia al avance, además de mejorar los ángulos de aplicación de fuerzas y aumentar las superficies de apoyo en el salto y en la patada subacuática. La amplitud de movimiento también permite mejorar la posición hidrodinámica en la salida (Torrejón, 2017).

Su importancia es menor que la cualidad anterior, pero es muy importante para mantener una adecuada alineación de todas las articulaciones implicadas y disminuir el riesgo de lesión (Arroyo, 2018).

2.3.6.3 LA FUERZA

El concepto de fuerza hace referencia a la capacidad que tiene un sujeto de vencer una resistencia (Mora, 1989).

La realización de un programa de fuerza para los nadadores resulta de gran trascendencia para obtener un adecuado rendimiento. Resulta muy habitual oír hablar sobre la importancia de llevar a cabo una preparación física complementaria al trabajo realizado en el agua. Este tipo de entrenamiento es conocido popularmente como “entrenamiento en seco”, aunque realmente no tiene porque ser siempre efectuado en

seco, sino que también puede combinarse con un trabajo de fuerza planificado para ser realizado en la misma piscina.

Diferentes estudios en natación han focalizado su atención en analizar la relación que proporciona un entrenamiento en seco de fuerza y potencia con el rendimiento en el agua. Los resultados indican que hay una alta relación entre el entrenamiento en seco de fuerza y potencia, la velocidad de nado en distancias cortas y la potencia generada en la salida (Sharp et al., 1982; Hawley & Williams, 1991; Hawley, Williams, Vickovic, & Handcock, 1992; Bradshaw & Hoyle, 1993; Gola, Urbanik, Iwanska, & Madej, 2014; Peters, Berry, & Koley, 2014; Loturco et al., 2016).

Según Hernández (2017), podemos diferenciar distintos tipos de fuerza:

- a) **FUERZA MÁXIMA:** este tipo de fuerza hace referencia a la mayor resistencia que puede desplazarse en un movimiento específico, por ejemplo, los kilos que pueden desplazarse al realizar un ejercicio de press de banca.
- b) **FUERZA RESISTENCIA:** se caracteriza por ser la capacidad de resistir la fatiga producida por esfuerzos más largos o prolongados.
- c) **FUERZA EXPLOSIVA:** es la capacidad de generar la máxima cantidad de fuerza en el menor espacio de tiempo. Tiene una relación directa con la potencia y la velocidad.

2.3.6.3.1. LA FUERZA EXPLOSIVA EN LA SALIDA

La fase de la salida de natación puede clasificarse como un movimiento explosivo debido a su brevedad. Además, en las distancias de 50 y 100 m se ha podido comprobar que la influencia de la salida es muy elevada para la clasificación de los nadadores en la prueba (Valvassori et al, 2017).

Los nadadores que tienen mejores resultados en test de fuerza y potencia en seco tienen también una fase de impulso más potente durante la fase de salida (Breed y Young, 2003; Benjanuvatra et al., 2007; West et al., 2011).

En este sentido, un desarrollo de la fuerza explosiva o potencia, es decir, una relación entre el tiempo y la fuerza a aplicar, es clave para el rendimiento en la salida (González-Badillo y Gorostiaga, 1995). El desarrollo de la potencia necesaria para la acción de salida se realizará a través de los movimientos básicos del salto (extensión de tobillo, rodillas y cadera), los cuales son clave para el rendimiento en la salida (Monu, 2013). Como consecuencia, el nadador podrá alcanzar la mayor velocidad en el despegue del poyete y finalmente podrá conseguir un mayor desplazamiento horizontal de su cuerpo antes de entrar al agua (Breed Y Young, 2003).

En definitiva, el objetivo principal de entrenamiento para la mejora de la salida de natación se basa en la fuerza explosiva, es decir, en la aplicación de la máxima potencia en el menor tiempo de ejecución posible (Salo y Riewald, 2011). Para la mejora del rendimiento en la salida de natación se debe trabajar la fuerza explosiva en especial sobre las extremidades inferiores, las cuales intervienen en mayor medida en la acción de salida (Oca y Navarro, 2011).

En los últimos años se ha comprobado que puede resultar de interés identificar algún tipo de ejercicio para trabajar la fuerza explosiva pero basado en la potenciación

asimétrica (por la colocación de las piernas de forma asimétrica en la salida) y que pueda proporcionar al nadador una mejor estimulación (Cuenca-Fernández, López-Contreras y Arellano, 2015).

En resumen, es importante destacar para la fase de salida la combinación del conocimiento del gesto técnico y la importancia que tiene la potencia generada por las extremidades inferiores (West et al., 2011).

2.4 ENTRENAMIENTO FÍSICO PARA LA SALIDA DE NATACIÓN

La fase de la salida de natación consiste en un movimiento explosivo y coordinado, ya que solo dura un par de segundos e intervienen tanto las extremidades superiores como las inferiores. Mediante la realización de un buen salto se pretende recorrer una distancia mayor, aumentar la velocidad de inicio de nado y entrar de la forma más hidrodinámica posible al agua, ofreciendo el menor rozamiento.

La consecuencia de una buena salida supone una distancia difícil de recortar para los demás nadadores, sobre todo en las pruebas de distancia corta como son los 50 o 100 metros, ya que la importancia de esta disminuye conforme aumenta la distancia de la prueba (Valvassori et al, 2017).

La cualidad física fundamental para mejorar el rendimiento de la salida es la fuerza, y específicamente la más importante para la salida es el desarrollo de la fuerza explosiva, ya que este movimiento se caracteriza por aplicar la mayor fuerza en el menor tiempo posible (González-Badillo y Gorostiaga, 1995).

El aumento de la potencia generada- en la salida es,- el objetivo esencial para que un nadador pueda realizar una adecuada salida (Riewald y Salo, 2010). La importancia de la fuerza explosiva en la salida recae principalmente en las extremidades

inferiores, ya que es donde se genera la mayor parte de la potencia, aunque las extremidades superiores también intervienen en la ejecución del gesto técnico (Navarro y Oca, 2011).

El entrenamiento de fuerza explosiva para la salida puede desarrollarse según distintas metodologías, según Navarro y Oca (2011), sus características básicas son:

1. Objetivo: producir una fuerza mayor en la unidad de tiempo y condiciones específicas de la competición.
2. Resistencia: cualquier tipo.
3. Repeticiones / series: entre 1 y 6.
4. Carácter de esfuerzo: se parte de cinco repeticiones ante una resistencia mínima hasta llegar a una repetición contra una resistencia máxima.
5. Recuperación: entre 3 y 5 minutos. Es importante que el nadador pueda alcanzar la máxima producción de fuerza en el tiempo específico en cada serie.
6. Velocidad de ejecución: realización de todos los ejercicios a la máxima velocidad posible.

Navarro y Oca (2011) recomiendan para el trabajo de la fuerza explosiva en las salidas la realización de ejercicios como:

- ½ sentadilla
- Salto vertical sin carga
- Salto vertical con carga
- Poleas e isocinéticos

2.4.1 METODOLOGÍA DE ENTRENAMIENTO CON BANDAS ELÁSTICAS

Una de las metodologías más utilizadas se basa en el uso de bandas o gomas elásticas, mediante las cuales el nadador puede entrenar la fuerza para mejorar específicamente el gesto técnico.

Estos ejercicios pueden realizarse por repeticiones o por intervalos de tiempo, siempre reproduciendo la técnica del gesto específico de la salida (Morente, 2012). Además, para la mejora específica de la fuerza explosiva en la salida se ha confirmado que el uso de resistencias ligeras y altas es más efectivo que el uso de un solo tipo (Navarro y Oca, 2011).

Otra de las ventajas de la metodología de entrenamiento de las bandas elásticas se basa en la capacidad del trabajo de flexibilidad y equilibrio, ya que se utilizan más grupos musculares para estabilizar el cuerpo, algo fundamental en la salida (Mari, 2013).

2.4.2 METODOLOGÍA DE ENTRENAMIENTO CON EJERCICIOS OLÍMPICOS

El levantamiento olímpico es otra metodología utilizada para la mejora de la fuerza explosiva en la salida de natación es el levantamiento olímpico de pesas. Esta metodología se basa en el desarrollo de ejercicios empleados en competiciones de halterofilia, como las arrancadas y el dos tiempos (Riewald y Salo, 2010)

Este tipo de ejercicios multiarticulares se utilizan debido al gran desarrollo de potencia que producen en todo el cuerpo. Además, los ejercicios olímpicos se basan en la triple extensión de cadera, rodillas y tobillos. En estos ejercicios además del desarrollo de la fuerza y la potencia también se trabaja la coordinación de las

extremidades, lo cual tiene mucha importancia y transferencia a la acción de la salida, puesto que es un movimiento coordinado que también requiere la triple extensión y la máxima aplicación de potencia (Riewald y Salo, 2010).

2.4.3 METODOLOGÍA DE ENTRENAMIENTO PLIOMÉTRICO

Los ejercicios pliométricos se fundamentan principalmente en el desarrollo de la potencia o fuerza explosiva en los deportistas. La pliometría se basa en dos propiedades del músculo para mejorar su explosividad, como son la elasticidad y la elongación.

Cuando el músculo se alarga durante una contracción excéntrica acumula energía. Esta energía acumulada puede ser devuelta cuando se acorta el músculo, y de esta manera, producir una mayor cantidad de fuerza que la que el mismo músculo podría producir de forma habitual (Riewald y Salo, 2010).

Es importante tener en cuenta que para la realización de ejercicios pliométricos la velocidad de ejecución es fundamental, deben realizarse los ejercicios lo más rápido posible, reduciendo de esta manera el tiempo entre alargamiento y contracción muscular, ya que si se produce una demora la energía almacenada puede perderse y disiparse en forma de calor (Riewald y Salo, 2010).

Pueden diferenciarse muchos niveles de intensidad para los ejercicios pliométricos, Debe tenerse en cuenta su progresión desde una intensidad y nivel bajo a una intensidad más elevada.

A continuación se enumeran algunos ejercicios pliométricos de intensidad creciente para la mejora de la salida de natación (Riewald y Salo, 2010):

1. Skipping.
2. Salto de longitud a pies juntos.

3. Salto aerodinámico.
4. Elevaciones pliométricas de piernas.
5. Lanzamiento explosivo de balón medicinal con giro.
6. Lanzamiento de balón medicinal por encima de la cabeza

En definitiva, la pliometría es una metodología de entrenamiento que puede utilizarse para el desarrollo de la potencia en la salida, ya que produce una mejora en el rendimiento debido al aumento de potencia explosiva significativa durante el tiempo de salida (Bishop et al. 2009).

3. OBJETIVOS

El objetivo principal de este trabajo es el de analizar en nadadores la efectividad de un entrenamiento pliométrico sobre el rendimiento de la técnica de la salida.

Los objetivos secundarios de este estudio se relacionan a continuación:

- Comprobar si un entrenamiento de pliometría mejora la fuerza explosiva del tren inferior en nadadores
- Analizar si existe una transferencia positiva de la fuerza explosiva sobre la ejecución de la salida

4. METODOLOGÍA

Participantes

Participaron en el estudio de forma voluntaria 16 nadadores, (4 varones y 12 mujeres), con edades comprendidas entre los 13 y 16 años y una experiencia competitiva mínima de 4 años (Tabla 2). Todos cumplían los criterios de inclusión establecidos que consistían en asistir a un mínimo de 3 días de entrenamiento físico a la semana y 5 días de entrenamiento específico en el agua, además de no haber sufrido ningún tipo de lesión y/o enfermedad recientemente (Tabla 2).

Tabla2. Estadísticos descriptivos de los nadadores

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación
Peso	16	49,5	70,08	60,76	5,48
Altura	16	156	182,2	168,5	6,85
Edad	16	13,1	16,88	15,35	1,09
Experiencia	16	4	7	5,68	1,57

Antes de iniciarse el estudio se realizó una reunión informativa con los nadadores y sus padres, al ser menores de edad, explicándoles el trabajo a realizar y los riesgos que podía tener participar en el estudio, tras lo cual se firmó un consentimiento informado (Anexo 1).

Diseño del estudio

Los nadadores incluidos en el estudio fueron sometidos a un pretest inicial que consistía en la realización de dos tipos de saltos verticales, el test de Bosco con

Contramovimiento (CMJ) y el test de Abalakov (ABK). Atendiendo a los resultados obtenidos los participantes fueron distribuidos aleatoriamente en uno de los grupos establecidos, experimental (GE) y control (GC) mediante un diseño de distribución A-B-B-A. En la Tabla 3 se presenta la distribución definitiva de los dos grupos de estudio tras la realización del pretest.

Tabla 3. Características iniciales de cada grupo (media \pm DE)

	Edad (años)	Altura (cm)	Peso (kg)	Experiencia competitiva (años)
GE	14,75 \pm 1,03	68,56 \pm 7,90	61,69 \pm 6,03	5,75 \pm 1,77
GT	14,87 \pm 0,99	168,72 \pm 6,14	59,82 \pm 5,10	5,37 \pm 1,46

DE: desviación estándar

Procedimiento

Protocolo de entrenamiento

El entrenamiento planificado tuvo una duración total de 6 semanas, con una frecuencia de entrenamiento de 3 días por semana, una duración de 45 minutos cada una de ellas y un descanso entre sesiones de 48 horas. Además, todos los sujetos mantuvieron durante el desarrollo de la investigación sus entrenamientos semanales específicos en el agua y sus pautas nutricionales habituales.

El GC realizaba su entrenamiento físico habitual en seco y específico en agua, mientras que el GE sustituyó sus entrenamientos físicos habituales para desarrollar un

entrenamiento específico de pliometría, además de desarrollar los entrenamientos específicos en agua.

Durante el periodo de entrenamiento, todos los sujetos recibieron indicaciones de cómo realizar los diferentes ejercicios correctamente, siendo todas las sesiones supervisadas por el mismo investigador.

Previo a la ejecución del entrenamiento se desarrollaba un calentamiento estandarizado de 10 minutos, en el que se trabajaba, por un lado la movilidad articular y por otro lado 10-15 repeticiones de diferentes ejercicios (sentadillas sin peso, saltos a baja intensidad y burpee).

El entrenamiento del grupo GE se basaba en la realización de diferentes ejercicios pliométricos. La intensidad y el volumen de entrenamiento se mantenía similar durante los 3 días de la misma semana y se iban aumentando progresivamente cada semana. El entrenamiento del GE (Anexo 2), consistía en la ejecución de saltos verticales y horizontales, multisaltos, multisaltos con obstáculos y saltos a cajones.

El entrenamiento del GC consistía en realizar sus rutinas de ejercicios planificados para la temporada. Los entrenamientos se basaban en ejercicios calisténicos con bandas elásticas, aeróbicos, con sobrecargas bajas y de movilidad articular. Se realizaban 2-3 series con 10 repeticiones para cada ejercicio con un descanso de 2' entre series. Las series se complementaban con entre 5 y 8 planchas de 30 segundos de trabajo y 3' segundos de descanso.

Al acabar el entrenamiento en seco, ambos grupos se incorporaban de manera inmediata a los entrenamientos específicos de agua.

Test de saltos

El rendimiento físico final fue evaluado utilizando las mismas pruebas físicas (CMJ y ABK), y en idénticas condiciones que en el pretest. Previo a la realización de cada test de salto, les recordaba a todos los sujetos el protocolo de ejecución, indicándoles la importancia de esforzarse al máximo. Se realizaron 3 intentos de cada tipo de salto, seleccionándose la máxima altura conseguida.

A continuación se describen los protocolos de realización de cada prueba:

- El test de salto CMJ: comienza desde una posición erguida y con las manos en las caderas. A continuación, el sujeto debe flexionar las rodillas hasta los 90° y sin parar, extender lo más rápido posible las rodillas, manteniendo las manos en las caderas durante todo el salto. Durante la fase de vuelo, el sujeto debe evitar flexionar las rodillas. Se considera que el salto es válido si se cumplen estos parámetros.
- Test de salto ABK: se realiza partiendo desde una posición erguida. El sujeto debe realizar una flexión seguida lo más rápido posible de una extensión de las piernas, con libre influencia de los brazos. El salto se considerará válido si se cumplen estos parámetros.

Filmación de la salida de natación

Se realizó una grabación de la fase de salto de la técnica de la salida en ambos grupos.

La filmación se desarrolló con una cámara (Canon PowerShot SX540 HS, Tokio, Japón) y un trípode (K&F Concept TM2324, Tokio, Japón). La cámara se

colocó de forma lateral a una distancia de 10 metros para tomar una vista de la técnica de la salida desde el plano sagital.

Las grabaciones fueron realizadas la semana anterior al inicio de las rutinas de entrenamiento (pretest) y la semana posterior al finalizarlas (posttest). Los registros en vídeo obtenidos fueron analizados mediante el software [®]Kinovea[®] (Patreon, Nueva York, Estados Unidos)..

Los parámetros cinéticos y cinemáticos analizados en la técnica de salida fueron las siguientes:

1. Ángulo de salida (°) → ángulo formado entre el poyete y el sujeto en el despegue.
2. Ángulo de entrada al agua (°) → ángulo formado entre el sujeto y la horizontal (agua).
3. Distancia de salto (m) → metros recorridos desde la pared hasta el contacto con la cabeza.
4. Tiempo de salto (s) → tiempo que transcurre entre el despegue y el contacto con la cabeza en el agua.
5. Tiempo en 5m (s) → tiempo que tarda el sujeto desde que realiza el salto hasta que llega a las banderas.

Instrumentos

Para evaluar los parámetros antropométricos se utilizó una báscula digital con altímetro (Ano Sayol SL, Barcelona, España).

La medición de la altura de salto de los test CMJ y Abalakov se realizó utilizando la aplicación [®]My Jump 2[®] (Pegi, Estados Unidos), instalada en un Smartphone de última generación (iPhone 7 plus). Esta aplicación se encuentra

científicamente validada para medir el rendimiento en saltos verticales (Morin, 017) y ofrece una valoración- precisa, válida y fiable de manera similar a las plataformas de fuerza (Balsobre, 2017).

Análisis estadístico

La normalidad de la muestra fue analizada mediante el test Saphiro-Wilk. Al seguir las variables una distribución normal se utilizó una prueba T para muestras independientes. Para examinar la correlación entre las diferentes variables se utilizó la correlación de Pearson, fijando la significación estadística en el nivel de probabilidad del 95% ($p = 0,05$).

5. RESULTADOS

En la Tabla 4 se muestran los resultados obtenidos al realizar la comparación intragrupo tras el periodo de entrenamiento.

Tabla 4. Comparación intragrupo (media \pm DE)

Variable	Grupo control			Grupo experimental		
	Pre-test	Post-test	<i>p</i>	Pre-test	Post-test	<i>p</i>
CMJ (cm)	28,35 \pm 5,58	28,04 \pm 5,60	0,147	28,14 \pm 7,12	29,37 \pm 6,21	0,005
ABK (cm)	51,48 \pm 4,00	52,07 \pm 4,76	0,84	53,44 \pm 7,35	54,61 \pm 5,64	0,001
Ángulo de salida (°)	49,25 \pm 6,90	50,05 \pm 5,86	0,123	41,55 \pm 6,86	42,71 \pm 6,03	0,058
Distancia contacto cabeza (m)	2,32 \pm 0,30	2,3 \pm 0,27	0,305	2,43 \pm 0,34	2,48 \pm 0,50	0,644
Tiempo contacto cabeza (s)	1,13 \pm 0,09	1,14 \pm 0,08	0,85	1,13 \pm 0,20	1,11 \pm 0,19	0,51
Ángulo de entrada (°)	43,5 \pm 7,01	43,7 \pm 6,51	0,913	47,13 \pm 9,64	46,91 \pm 7,91	0,288
Tiempo en 5m (s)	1,82 \pm 0,27	1,81 \pm 0,28	0,502	1,75 \pm 0,21	1,74 \pm 0,24	0,521

El grupo GC no muestra diferencias estadísticamente significativas en ninguna de las variables analizadas entre el pretest y el posttest.

El análisis del GE muestra mejoras significativas para las variables altura de salto CMJ ($p < 0,005$), altura de salto Abalakov ($p < 0,001$), apreciándose también una

tendencia a la significación estadística en el ángulo de salida aumentando su valor desde los 41,55 a los 42,71 grados.

En la Tabla 5 se presentan los resultados obtenidos al realizar la comparación intergrupos.

Tabla 5. Resultados comparación GC versus GE (media \pm DE)

Variable	Grupo control	Grupo experimental	<i>p</i>
CMJ (cm)	28,04 \pm 5,60	29,37 \pm 6,21	0,409
ABK (cm)	52,07 \pm 4,76	54,61 \pm 5,64	0,395
Ángulo de salida (°)	50,05 \pm 5,86	42,71 \pm 6,03	0,027
Distancia contacto cabeza (m)	2,3 \pm 0,27	2,48 \pm 0,50	0,389
Tiempo contacto cabeza (s)	1,14 \pm 0,08	1,11 \pm 0,19	0,771
Ángulo de entrada (°)	43,7 \pm 6,51	46,91 \pm 7,91	0,447
Tiempo en 5m (s)	1,81 \pm 0,28	1,74 \pm 0,24	0,762

La comparación intragrupo muestra diferencias estadísticamente significativas para la variable ángulo de salida ($p < 0,03$), observándose una reducción próxima a los 8 grados.

En la tabla 6 se presenta un análisis correlacional de las variables objeto de estudio. Se puede observar una muy buena correlación significativa entre la distancia horizontal y los saltos CMJ y Abalakov.

Asimismo, también se aprecia una buena correlación significativa entre el tiempo que tarda el nadador en recorrer 5m con el salto CMJ, el salto ABK y la distancia de salto horizontal.

Tabla 6. Análisis correlaciones variables GC y GE

	CMJ	ABK	Ángulo salida	Distancia salto	Tiempo contacto cabeza	Angulo entrada	Tiempo 5m
CMJ	1	1	-0,092	,816**	-0,002	-0,115	-,767**
			0,735	0	0,994	0,67	0,001
ABK	,967**	,967**	-0,031	,817**	0,031	-0,127	-,780**
	0	0	0,908	0	0,91	0,64	0
Angulo salida	-0,092	-0,092	1	0,03	0,404	0,134	-0,01
	0,735	0,735		0,911	0,121	0,622	0,971
Distancia salto	,816**	,816**	0,03	1	0,082	-0,111	-,705**
	0	0	0,911		0,761	0,683	0,002
Tiempo contacto cabeza	-0,002	-0,002	0,404	0,082	1	0,11	0,105
	0,994	0,994	0,121	0,761		0,685	0,699
Angulo entrada	-0,115	-0,115	0,134	-0,111	0,11	1	-0,011
	0,67	0,67	0,622	0,683	0,685		0,967
Tiempo 5m	-,767**	-,767**	-0,01	-,705**	0,105	-0,011	1
	0,001	0,001	0,971	0,002	0,699	0,967	

** Valor en que la correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

6. DISCUSIÓN

El estudio relacionó los efectos obtenidos tras un programa de entrenamiento pliométrico sobre distintos aspectos cinéticos y cinemáticos relacionados con la técnica de la salida de natación, como por ejemplo, la distancia horizontal, los ángulos de entrada y salida y el tiempo que tardan los sujetos en sumergir la cabeza dentro del agua.

Tras el periodo de entrenamiento, se comprobó que no existen diferencias significativas en los valores de salto vertical entre los sujetos del mismo grupo de entrenamiento y tampoco entre ambos grupos. Sin embargo, sí que se observa una mejora en el salto vertical del GE que, podría deberse al volumen de entrenamiento pliométrico (Copiví, 2013).

El programa de entrenamiento pliométrico mejoró la altura de salto vertical como se ha demostrado en estudios de índole similar (Copoví, 2015). Los resultados 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, una realización de 1-3 ejercicios con un total de 3-8 series por ejercicio y una duración de entre 8 y 12 semanas como señalan diferentes autores (Vissing et al. 2008).

Esta afirmación pudo ser determinante para haber obtenido mayores mejoras en el GE, en donde a pesar de haberse obtenido mejoras en la altura de salto en los diferentes test aplicados, no fueron significativas, posiblemente ocasionadas por la duración del programa de entrenamiento, siendo menor a lo recomendado (Bishop, Russell, Smith y Rigby, 2009).

Atendiendo a los resultados obtenidos en los parámetros cinéticos y cinemáticos que tienen influencia sobre el rendimiento en la salida de natación, se han producido

mejoras a las obtenidas por Bishop et al. (2011), a pesar de no ser significativas, en las variables relacionadas con la disminución del tiempo hasta el contacto de la cabeza con el agua y del tiempo recorrido en 5m. También se ha encontrado un efecto positivo sobre la distancia horizontal y tiempo de entrada de manera similar a las descritas por Bishop et al. (2005), tras 8 semanas de entrenamiento de pliometría en nadadores adolescentes.

Sin embargo, no se pueden relacionar los beneficios obtenidos tras un programa de entrenamiento pliométrico sobre los nadadores adolescentes para la mejora de la salida de natación (tiempo de entrada y salto horizontal) por su posible falta de control (Cossor et al. 2000).

La ausencia de una mejora evidente en el rendimiento en la salida, en relación con un entrenamiento pliométrico, han sido descritas por diferentes autores, que señalan una cierta contradicción en la relación entre el salto vertical y la salida de natación (Arellano et al. 2005). Los resultados obtenidos en esta investigación se encuentran en este sentido, mostrando que resulta complejo relacionar la mejora en los saltos CMJ o SJ con el rendimiento en la salida de natación, puesto que 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).

Los resultados obtenidos en este estudio ponen de manifiesto una mejora del salto vertical mediante el test de CMJ y ABK, así como un mejor rendimiento en la salida de natación obtenido al medir la distancia horizontal de salto en la salida, incidiendo aún más en la controversia de una posible transferencia que puede estar

debida a la ganancia de fuerza explosiva en el tren inferior al realizar entrenamientos de pliometría (Sánchez, 2018; Ramírez, 2011).

Las mejoras obtenidas 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). Sin embargo, en estudios realizados con nadadores adolescentes y con protocolos pliométricos similares no se observaron diferencias en los ángulos de salida (Bishop, Russell, Smith y Rigby, 2009).

El aumento del ángulo de salida podría estar debido a que la base del entrenamiento pliométrico son los saltos verticales, lo cual puede haber provocado una tendencia a saltar más verticalmente y en consecuencia influir de manera positiva sobre un aumento significativo del ángulo de salida, más próximo al ángulo ideal de entre 40 y 45° (Arellano et al. 1996), produciéndose una mayor distancia de vuelo.

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) y en consecuencia se podría obtener un mayor rendimiento en la técnica de salida, como ha sucedido en los resultados hallados en esta investigación reforzando esta teoría al observar que las variables cinemáticas y cinéticas analizadas han mejorado al ser la salida un movimiento coordinado (Arellano et al. 2007).

7. CONCLUSIONES

El método de entrenamiento pliométrico parece ser efectivo para mejorar el rendimiento de los parámetros cinéticos y cinemáticos de la salida de natación en nadadores adolescentes, al producirse un aumento de la distancia de salto horizontal, una mejora de los ángulos de salida y una disminución de los tiempos de entrada al agua.

El entrenamiento de pliometría mejora la fuerza explosiva del tren inferior en nadadores, lo que se traduce en un aumento de la altura de salto vertical.

A pesar de que existen ciertas controversias entre el rendimiento de la salida y el entrenamiento pliométrico esta investigación apunta a que pueda existir una transferencia positiva de la fuerza explosiva del tren inferior sobre la ejecución de la técnica de la salida de natación.

8. LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Una de las limitaciones principales del estudio estuvo debida a la escasa muestra de sujetos, además de no diferenciar el sexo de los nadadores durante el desarrollo de los entrenamientos.

Debido al Covid-19 se interrumpió la duración del programa de entrenamiento previsto. La realización de todas las sesiones hubiera permitido aumentar el volumen de entrenamiento pliométrico hasta alcanzar los niveles que permiten obtener mayores beneficios (Copoví, 2015; Vissing et al. 2008; Bishop, Russell, Smith y Rigby, 2009).

9. PERSPECTIVAS DE FUTURO

Se plantea la realización de grabaciones cenitales de la salida de natación para conocer si se produce una desviación durante el salto y entrada al agua en la salida, ya que si el nadador se desvía, el tiempo de vuelo aumenta y consecuentemente también lo hace el tiempo de salida.

También podría ser relevante investigar el tiempo de reacción de cada nadador al realizar la salida de natación, utilizando una plataforma colocada en el trampolín. De esta manera se podrá averiguar si mediante el entrenamiento de pliometría se produce una disminución del tiempo de reacción en la fase de salida.

Por otro lado, parece interesante analizar el ángulo de salida ideal para cada sujeto y la influencia que tiene el entrenamiento de pliometría. También se podría relacionar el ángulo ideal con la antropometría del nadador.

10. BIBLIOGRAFÍA

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*.

Bishop, D., Smith, J., Smith, M & Rigby H. (2009). Effect of plyometric training on swimming block start performance in adolescents. *Journal of Strength and Conditioning Association*, 23 (7).

Breed, R & Young, W. (2003). The effect of a resistance training programme on the grab, track and swing starts in swimming. *Journal of Sport Science*, 21 (213-220).

Bottino, V., Copa, P., Fita, M., Nardi, F & Zanardi, C. (2015). Mejora de la velocidad de reacción en natación. *Revista electrónica para entrenadores y preparadores físicos*, 7 (24).

Copoví, R (2015). Análisis del volumen de entrenamiento pliométrico para la mejora del salto. *Apunts. Educación Física y Deportes*, 120 (2), 43-51.

Fidalgo, P & Salguero, A. (2016). Análisis cinemático de la salida en natación: comparación entre plataforma tradicional y Omega OSB11. *EF Deportes*, 20 (2013).

García-Ramos, A., Stirn, I., Arguelles-Cienfuegos, J., De La Fuente, B., Strumbelj, B., Padial, P., Strojnik, V., Tomazin, K., Bonitch-Góngora, J., Calderon, C & Feriche, B. (2014). Relación entre diferentes variables derivadas de la fase de impulso y el rendimiento en la salida de natación. *Consejo Superior de Deportes*.

González, J.M., Judez, J.L., Casla, I.J & Arroyo, J.J. (2012). *Investigaciones en fuerza y potencia en natación*. Sevilla, España. Wanceulen Editorial Deportiva, S. L.

Heather, S. (2004). Programa de entrenamiento funcional en el gimnasio para nadadores. *Revista de Alto Rendimiento*, 16 (19-23).

Hernández, A. (2003). Análisis biomecánico de la salida con agarre del taco en el estilo libre de natación. *Escuela de Educación Física*, 17.

Ramírez, E. (2015). Determinating variabel analysis of performance in the trials of 50 meters free in the competitive swimming. *EFDeportes, Revista Digital*, 20 (205).

Ramírez, E & Cancela, J.M. (2002). La planificación del entrenamiento: la fuerza en natación. *Ef Depores, Revista Digital*, 8 (52).

Tarek, M. (2016). Effect of TRX suspension training as a prevention program to avoid the shoulder pain for swimmers. *Science movement and health*, 16 (2).

Markovic, G & Mikulic, P. (2010). Neuro-Musculoskeletal and performance adaptations to lower-extremity plyometric training. *Sports Medicine* 40, (10).

Navarro, F & Oca, A. (2011). *Entrenamiento Físico de Natación*. Sevilla, España. Cultivalibros, Real Federación Española de Natación.

Oviedo, M.A., Bueno, J & Munguía, D. (2015). Bioenergética, biomecánica y antropometría como determinantes del rendimiento en natación: Revisión. *Revista Movimiento Humano*, 7 (11-23).

Ramírez, E & Cancela, J.M. (2002). La planificación del entrenamiento: la fuerza en natación. *Deportes y Educación Física*, 8, 52.

Ramírez, E. (2015). Análisis de las variables determinantes del rendimiento en la prueba de 50 metros libres en la natación competitiva. *Educación Física y Deportes*, 20, 205.

Salo, D & Riewald, S.A. (2008). *Complete Conditioning for Swimming*. United States of America. Human Kinetics.

Taladriz, S., de la Fuente, B & Arellano, R. (2017). Ventral swimming starts, changes and recent evolution: A systematic review. *Revista Retos*, 32 (2).

Valvassori, R., Mezenico, B., Schultz, A & 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.

Yustres, I., González, J.M., Barragán, R., Calvo, B & Abellá, C. (2015). Variaciones del rendimiento en la salida de natación mediante la respuesta aguda a diferentes protocolos de entrenamiento (tradicional o máquina isoinercial). *Revista española de educación física y deportes* (411).

10. ANEXOS

Anexo 1. Consentimiento Informado

D./ Dña.
con DNI
Con domicilio en calle:
en calidad de padre - madre o tutor legal del / de la menor:
.....

Se le informa que su hijo va a formar parte de una investigación para estudiar los efectos de diferentes entrenamientos de fuerza con el objetivo de ahondar en el conocimiento del deporte y poder facilitar una evaluación mas precisa sobre su progreso en el entrenamiento. Los test no conllevan ningún riesgo para la salud del deportista adicionales a la propia práctica del deporte, ni una variación sustancial en sus rutinas de entrenamiento. Únicamente consisten en la realización de saltos verticales y salidas de natación, su registro y medición (grabación con una aplicación móvil, medición de la altura y longitud de salto...)

Por parte del equipo de investigación se garantiza que hay un compromiso de guardar la confidencialidad de los datos, así como que el proceso de investigación no va a interferir en el proceso de aprendizaje, formación y entrenamiento en el que los deportistas están inmersos.

AUTORIZA:

Que Silvia Pradas Valverde, alumna de la Universidad de Zaragoza, utilice los resultados de los test de forma anónima y con fines de investigación.

Firma el presente documento de autorización

Anexo 2. Tabla de entrenamiento del grupo experimental

	Week one	Week two	Week three	Week four	Week five	Week six
Exercise (height of barrier or hurdle in cm)	Sets x reps (recovery in s)	Sets x reps (recovery in s)	Sets x reps (recovery in s)	Sets x reps (recovery in s)	Sets x reps (recovery in s)	Sets x reps (recovery in s)
Two-foot ankle hop	2x5 (60)	2x5 (60)	3x5 (60)	3x5 (60)	4x5 (60)	4x5 (60)
Tuck jump with knees up	2x4 (60)	2x4 (60)	3x4 (60)	3x4 (60)		
Squat jump	1x4	1x4	2x5 (60)	2x5 (60)	3x5 (60)	3x5 (60)
Split squat jump	1x4	1x4	2x6 (60)	2x6 (60)		
Standing jump over barrier (54)	2x4(60)	2x5(60)				
Front cone hops (54)						
Hurdle hops(65-79)			2x4 (60)	2x5 (60)	2x40 (60)	2x40 (60)
Single leg bounding	1x4	1x4	2x5 (60)	2x5 (60)	3x5 (60)	3x5 (60)
Single leg push-off (21.6-46.2)					1x4 (60)	1x4 (60)
Multiple box-to-box jump (21.6-43.2)			1x4	1x4	2x4 (60)	2x4 (60)
Box skip (21.6-43.2)			1x4	1x4	2x5 (60)	2x5 (60)
Alternate bounding with double arm action					2x5 (75)	2x5 (75)
Double leg hops		1x5	2x5 (75)	2x5 (75)	3x5 (75)	3x5 (75)
Depth jump (43.2-64.3)		2x1 (90)	3x1 (90)	3x1 (90)	4x1(90)	4x1(90)
Depth jump to standing long jump (43.2-64.3)			1x1	1x1	2x1 (90)	2x1 (90)
Jump to box (21.6-43.2)	1x1	1x1	2x1 (90)	2x1 (90)	3x1 (90)	3x1 (90)
Standing jump and reach	1x1	1x1	2x1 (90)	2x1 (90)	3x1 (90)	3x1 (90)
Standing long jump	1x1	1x1	2x1 (90)	2x1 (90)	3x1 (90)	3x1 (90)
Standing long jump with hurdle hop					3x1 (90)	3x1 (90)