

Efectos del entrenamiento de tracción frente al entrenamiento de empuje en el rendimiento del nadador adolescente

Effects of Traction Training vs. Push Training on Adolescent Swimmer Performance

Pablo Fernández Ríos

Doble Grado en Fisioterapia y Ciencias de la actividad física y del deporte

Manuel Jesús Jiménez Roldán

Doctor en Ciencias de la Salud por la Universidad de Sevilla. Profesor titular de la Escuela

Universitaria de Osuna. Universidad de Sevilla

orcid.org/0000-0002-8617-1067

RESUMEN

El entrenamiento de fuerza es, desde hace unos años, una parte fundamental de la preparación física de la natación. Dentro de este, en la literatura científica existe una diferenciación entre ejercicios de empuje y ejercicios de tracción, aunque se desconoce cuál debe tener más peso a la hora de planificar el entrenamiento. El objetivo de este estudio, por tanto, es comparar el efecto producido por ejercicios de tracción frente a ejercicios de empuje en el rendimiento físico del nadador adolescente, observado a través de las variables de fuerza de agarre, potencia de tren inferior y velocidad del nado. Para ellos, se seleccionaron 4 nadadores adolescentes (14 años) y se asignaron a dos grupos: el grupo de empuje (GE), y el grupo de tracción (GT). El primero realizó una intervención de 8 semanas basadas en el ejercicio de *press* de banca, mientras que el GT realizó un entrenamiento de la misma duración basado en el remo horizontal con barra. Los resultados, pese a no ser estadísticamente significativos, sugieren una mejora en ambos grupos en todas las variables, especialmente en el GT, cuyo progreso fue mayor en todas las variables a excepción de la potencia de tren inferior. En conclusión, este artículo podría sugerir que la manera óptima de plantear el entrenamiento de fuerza en nadadores adolescentes es a través de una planificación basada en el entrenamiento de tracción, con un menor porcentaje dedicado al entrenamiento de empuje. Sin embargo, estos hallazgos están limitados por el tamaño de la muestra y la ausencia de grupo control.

PALABRAS CLAVE: Adolescencia; entrenamiento de fuerza; entrenamiento en seco; natación.

ABSTRACT:

Strength training has become in the past few years a fundamental part of physical training in swimming. Scientific literature now considers a strong division regarding this aspect: pull exercises and push exercises, even though it is still unknown which one of them has a higher impact. Therefore, the main goal of this paper is to find the differences between the effect of push-based training and pull-based training in the physical performance of the adolescent swimmer through 3 different variables: grip strength, lower body power and swimming velocity. 4 swimmers (14 years old) were selected and conducted into 2 different groups: the pull group (GT) and the push group (GE). The first of them performed an 8-week training based in horizontal barbell row; whereas the GE's training was based in bench press. The main results of this study could suggest an improvement in both groups, especially in GT, whose findings were better in every variable except lower body power. In conclusion, this article could suggest that the optimal way of setting out dry-land training is through a pull-based planification with a small percentage dedicated for push-based exercises. However, this findings may be limited by the small size of the sample and the lack of control group.

KEY WORDS: Adolescent; dry-land training; strength training; swimming

1. INTRODUCCIÓN

La natación es una disciplina deportiva o recreativa que requiere de la coordinación de diferentes patrones motores y capacidades físicas. Dentro de ellas, la fuerza ha demostrado ser esencial, pues se sabe que varios ejercicios de fuerza diferentes están fuertemente relacionados con el rendimiento en la competición de natación (Morouço et al., 2011; Keiner et al., 2021; McGill et al., 2016).

El entrenamiento de fuerza, cuenta con ejercicios de empuje y tracción. Los primeros se basan en el acercamiento de la carga al cuerpo, y estimulan principalmente los músculos extensores. Algunos ejemplos de estos ejercicios son: dominadas, jalón al pecho o remo. Frente a estos, los ejercicios de empuje consisten en alejar una determinada carga del cuerpo, y trabajan los grupos musculares que se encargan de la flexión. Dentro de este grupo se encuentran el press de banca, press militar o sentadilla.

Por otro lado, desde hace unos años surge una metodología innovadora de entrenamiento de fuerza que permite la cuantificación de las cargas en tiempo real. El entrenamiento de fuerza (VBT, por sus siglas en inglés: *Velocity Based Training*) consiste en la medición de la velocidad de ejecución para conocer el nivel de intensidad de forma instantánea, lo cual plantea numerosas ventajas

frente a la clásica estimación de la repetición máxima (1 RM) (Włodarczyk et al., 2021; Jovanović y Flanagan, 2014; Gonzáles-Badillo y Sánchez-Medina, 2010).

En las competiciones juveniles, el estilo libre es el más practicado. En él se da una fase propulsiva subacuática que combina parámetros de empuje y tracción, lo cual sugiere que un desarrollo equilibrado de ambos grupos es fundamental. Sin embargo, la literatura científica presenta lagunas en cuanto a cuál de los dos patrones debe tener más peso en el rendimiento del nadador adolescente, o cuál de ellos debe estar presente en el entrenamiento de fuerza en mayor intensidad o volumen. Por tanto, el objetivo del estudio busca comparar ejercicios de fuerza de empuje y tracción (cuantificados mediante el VBT) para ver cómo se relacionan ambas variables con el rendimiento físico del estilo libre en nadadores adolescentes.

2. JUSTIFICACIÓN

La necesidad de optimizar el entrenamiento de fuerza en la población específica de nadadores adolescentes viene dada tanto por la propia exigencia competitiva del deporte, como de la búsqueda de la mejora de la condición física de los competidores. Aunque es común introducir ejercicios de fuerza de empuje y tracción en el entrenamiento, y la literatura los contempla de forma aislada, se desconocen cómo deben combinarse e integrarse dichos ejercicios. Aspectos como cuál de ellos debe tener más peso o cuál debe tener más volumen o intensidad son desconocidos por la literatura científica. Ese desconocimiento puede llevar a una prescripción poco eficiente del entrenamiento en seco, especialmente en contextos donde el tiempo de entrenamiento en seco disponible es limitado.

Por otro lado, el VBT ofrece una manera objetiva y sensible de asegurar las adaptaciones neuromusculares del atleta, permitiendo ajustar las cargas de forma individualizada en tiempo real. No obstante, de nuevo existen lagunas en la literatura científica en cuanto a artículos que busquen adaptar a la población de nadadores este método de entrenamiento. No se conocen aspectos fundamentales, como perfiles fuerza-velocidad estandarizados por edades, o el porcentaje de pérdida de velocidad óptimo para asegurar la mejora del rendimiento en el agua.

En definitiva, este artículo busca llenar ese vacío, proporcionando una base sobre la cual construir un cuerpo de literatura científica completo y fiable. Evaluar comparativamente ambos entrenamientos puede aportar evidencia directamente aplicable al ámbito del entrenamiento deportivo, mejorando la

toma de decisiones de entrenadores y asegurando el desarrollo del rendimiento en etapas formativas clave.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo principal

El objetivo principal de este estudio fue comparar el efecto producido por ejercicios de tracción frente a ejercicios de empuje en el rendimiento físico del nadador adolescente. A partir del mismo, se obtuvieron tres objetivos específicos.

3.1.1. Objetivos secundarios

El primero de ellos busca comparar el efecto producido por ejercicios de tracción y empuje en la potencia de tren inferior, medida mediante la prueba de *countermovement jump* (CMJ). El segundo, de nuevo busca comparar el efecto producido por el ejercicio de fuerza en seco de tracción y empuje, en este caso en la variable de fuerza de agarre. El último objetivo específico compara el efecto producido en la velocidad de la prueba de 50m libres en los dos grupos de la intervención.

- Comparar el efecto producido por ejercicios de tracción frente a ejercicios de empuje en la potencia de tren inferior.
- Comparar el efecto producido por ejercicios de tracción frente a ejercicios de empuje en la fuerza de agarre.
- Comparar el efecto producido por ejercicios de tracción frente a ejercicios de empuje en el rendimiento de la prueba de 50 metros a estilo libre.

4. PLANTEAMIENTO TEÓRICO

4.1. Conceptos generales de la natación

La natación es una actividad física o una disciplina deportiva basada en el desplazamiento en el medio acuático mediante movimientos coordinados de brazos, piernas y respiración. El término *natación* se define como "Acción y efecto de nadar" (Real Academia Española, s.f., definición 2); siendo la definición de *nadar* la siguiente: "Dicho de una persona o de un animal: trasladarse en el agua, ayudándose de los movimientos necesarios, y sin tocar el suelo ni otro apoyo" (Real Academia Española, intr., definición 1). Según Saavedra et al., podemos definir la natación como "la habilidad que permite al ser humano despla-

zarse en un medio líquido, normalmente el agua, gracias a las fuerzas propulsivas que genera con los movimientos de los miembros superiores, inferiores y cuerpo, que le permiten vencer las resistencias que se oponen al avance"(2003, p. 1).

La preparación física del nadador ha experimentado una evolución sustancial desde mediados del siglo XX hasta la actualidad. En primer lugar, el entrenamiento clásico, hasta la década de 1970, en natación consistía en sesiones de alto volumen e intensidad constante, sin diferenciación específica entre estilos. El pensamiento general era que el entrenamiento de fuerza afectaba a la flotabilidad, pero no al rendimiento deportivo.

Desde 1970 hasta 1990 empiezan a aparecer una intención de periodización del entrenamiento, teniendo en cuenta además del volumen variables como la intensidad. También se le presta más atención al enfoque biomecánico, haciendo un análisis más exhaustivo de la técnica de los cuatro estilos y su correcto entrenamiento (Hay, J.G., 1986). En cuanto entrenamiento de fuerza, se le empieza a dar importancia al entrenamiento en seco, analizándolo desde el punto de vista fisiológico (Heusner, 1988).

Desde la década de los 2000 hasta la actualidad se da una revolución en el entrenamiento de natación debido a las innovaciones tecnológicas que permiten un análisis exhaustivo de factores como la biomecánica y el rendimiento. La planificación del entrenamiento empieza a ser variada, introduciendo el entrenamiento interválico de alta intensidad (Nugent et al., 2017). También se introduce el entrenamiento acuático con resistencia (en inglés, *tethered swimming*, cuya traducción literal es "nadar atado"), que consiste en el uso de dispositivos que aumentan flotabilidad del nadador y, por tanto, la resistencia a la que se enfrentan en el nado. Para cuantificar este método se usan perfiles fuerza-velocidad, representados en los ejes cartesianos, de manera que el eje x corresponde a la carga (en este caso, la resistencia aplicada al nadador mediante los dispositivos previamente mencionados) y el eje y corresponde a la velocidad expresada en m/s. (Amaro et al., 2014). Este método está ampliamente estudiado, y se sabe que para conseguir un aumento del rendimiento del nadador, la pérdida de velocidad en las tareas de nado no debe ser superior al 20% (Cuenca-Fernández et al., 2020).

Otro de los métodos de entrenamiento que más auge ha experimentado en los últimos años ha sido el entrenamiento de fuerza en seco (*dry-land training* en inglés). Numerosas son las revisiones sistemáticas que apoyan esta metodología en multitud de poblaciones, desde adolescentes hasta adultos, pasando por

atletas de alto rendimiento y por nadadores amateur. De hecho, se sabe que el desarrollo de este entrenamiento mejora variables como el rendimiento del viraje (Hermosilla et al., 2021), el rendimiento de los parámetros biomecánicos del estilo de crol (Yu Wok et al., 2021) o que los ejercicios polimétricos mejoran el rendimiento en deportes acuáticos (Ramírez Campillo et al., 2022). Es por eso que, en la situación actual del rendimiento de la natación, no se contempla una planificación del entrenamiento sin introducir entrenamiento de fuerza.

4.2. Entrenamiento de fuerza

La fuerza es una de las capacidades físicas básicas del ser humano (Rivera, 2009). En el contexto del entrenamiento, se puede definir la fuerza como capacidad del sistema neuromusculoesquelético de vencer una resistencia lo más rápido posible. Por tanto, se puede concluir que esta es una capacidad fundamental en el tanto en el rendimiento deportivo como en la prevención de lesiones.

En el entrenamiento de fuerza existen tres conceptos clave que lo rigen: volumen, carga e intensidad. El primero de ellos hace referencia a la cantidad de trabajo realizado en un periodo de tiempo, ya sea una sesión o un microciclo, y se suele medir en número de series y repeticiones, aunque también hay casos en los que el volumen se ve reflejado en el tiempo de trabajo. La carga, en cambio, es la resistencia que tiene que vencer el atleta, siendo normalmente en el entrenamiento de fuerza un peso medido en kg. Por su parte, la intensidad expresa el nivel de esfuerzo en función a la capacidad del individuo. Tradicionalmente, esta variable se ha medido respecto al valor de la repetición máxima (1RM), ya sea estimada de forma directa o indirecta, o respecto al número de repeticiones por series ya que existe un número aproximado de repeticiones máximas (RM) por serie que se puede realizar con cada porcentaje de la 1RM según el tipo de ejercicio y el nivel de entrenamiento del sujeto (González-Badillo y Ribas, 2002).

Por otro lado, existen diferentes clasificaciones de fuerza según en función a qué atiende dicha clasificación. En primer lugar, en función a la contracción muscular podemos encontrar fuerza estática, en la que no hay movimiento y la contracción es isométrica, y fuerza dinámica, en la que existe una contracción isotónica (concéntrica o excéntrica). Por otro lado, y más en relación con respecto a lo que este trabajo incumbe, según la movilización de resistencias, la fuerza se divide en fuerza máxima, fuerza explosiva y fuerza resistencia (Piqueras, 2018). La fuerza máxima es la mayor expresión de esta capacidad que el sistema neuromusculoesquelético puede aplicar a una resistencia dada. La fuerza explosiva, también llamada fuerza-velocidad o potencia, consiste en generar la mayor fuerza en el menor tiempo posible. La fuerza resistencia, en cambio, hace alusión

a la capacidad de soportar la fatiga que conlleva la realización de esfuerzos musculares mantenidos en el tiempo.

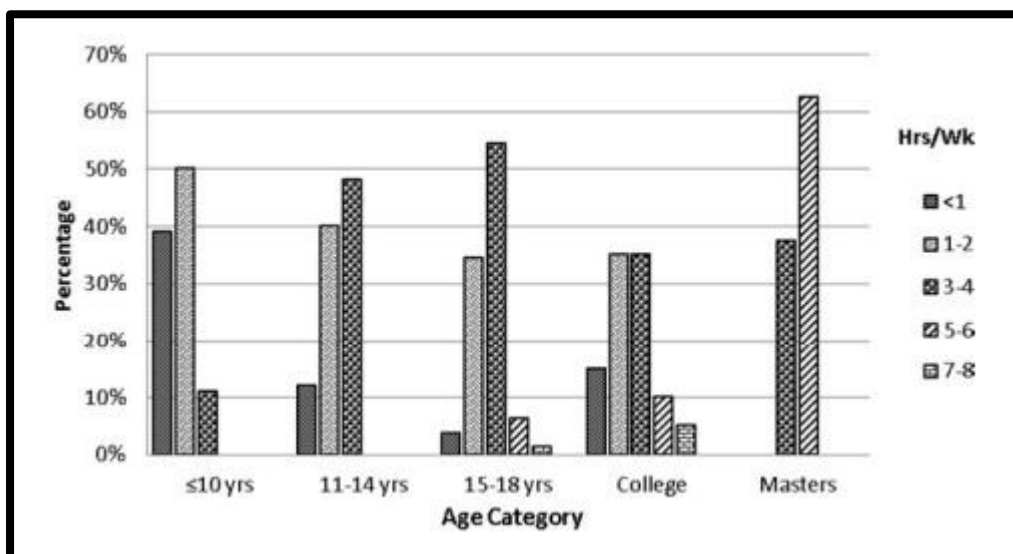
4.2.1. Entrenamiento de fuerza en natación.

Como se mencionó anteriormente, el número de artículos que tratan el entrenamiento en seco de natación ha experimentado un auge considerable. En este sentido, hay todo un cuerpo de literatura científica que apoya esta metodología.

En primer lugar, en el epígrafe anterior se mencionó que la mayoría de fuerzas propulsivas de los cuatro estilos se producen con los miembros superiores, mientras que las fuerzas de la salida las producen los miembros inferiores. Por tanto, es coherente pensar que un mayor desarrollo de sus diferentes grupos musculares conllevará a un aumento en el rendimiento. Lopes et al. (2021) concluyeron que el entrenamiento acuático complementado con el entrenamiento de fuerza parece significativo para mejorar la fuerza de miembros superiores y, por tanto, el rendimiento de las competiciones de 50 y 100 metros. Por su parte, los resultados de Aspenes et al. (2009) mostraron que el entrenamiento de fuerza máxima combinado con el entrenamiento interválico de alta intensidad podría mejorar la fuerza específica y el rendimiento. Estos ensayos se suman a revisiones sistemáticas como la de Crowley et al. (2017), que determinaron que los entrenamientos de resistencia óptimos para mejorar el rendimiento en natación son aquellos con bajo volumen y alta velocidad/fuerza, ya que mejoran la longitud y frecuencia de brazada. En cuanto a la transferencia del entrenamiento de fuerza al agua, Monzón-García et al. (2017) concluyeron que esta puede ser efectiva, sobre todo cuando el entrenamiento desarrollado es específico y orientado a la natación.

Por otro lado, el entrenamiento en seco también se usa normalmente en la población de adolescentes. Prueba de esto son estudio como el de Krabak et al. (2013), que a partir de encuestas a 97 entrenadores de diferentes clubes de Estados Unidos, concluyeron que el 83% de los nadadores de 11 a 14 años y el 93% de 15 a 18 realizan entrenamientos en seco, siendo los más comunes los ejercicios de core, seguidos de los de pierna y hombro, respectivamente. En el contexto deportivo de España no hay ningún estudio similar, pero también es común que los clubes introduzcan entrenamiento de fuerza.

Figura 1. Horas de entrenamiento en seco a la semana en función a grupos de edad



Nota. Adaptado de "Comparison of dry-land training programs between age groups of swimmers" (p. 305), por B. Krabak et al., 2013, *The journal of injury, function, and rehabilitation*, 5(4).

Sabiendo, por tanto, que es común usar el entrenamiento en seco en natación, es razonable cuestionarse sobre si la literatura científica ampara esta metodología en la población concreta de adolescentes. En este sentido, se sabe que el entrenamiento en seco (en el que se pueden incluir tanto entrenamiento de fuerza como entrenamiento concurrente) optimiza el rendimiento de los nadadores jóvenes de distancias cortas, gracias a la mejora de fuerza de tren superior e inferior, frecuencia e inicio de carrera (Zazo Sánchez-Mateo y Castaño-Moreno, 2023). A este artículo se puede sumar el de Garrido et al., (2010), que aunque tiene ciertas limitaciones metodológicas, también concluye que el rendimiento mejora tras combinar el entrenamiento aeróbico con el entrenamiento de fuerza en seco. Además de estos, Sadowski et al., (2012) también defendieron que el entrenamiento de potencia, definida como "la capacidad de realizar movimientos a alta velocidad o la posibilidad de ejercer una gran fuerza en un corto período de tiempo", también parece mejorar el rendimiento de los nadadores adolescentes.

No obstante, pese a la literatura mencionada, hay ciertos aspectos en los que la natación en esta población no se ha visto desarrollada todo lo que debería. El ejemplo más claro de esto es que la innovación en el entrenamiento de fuerza pasa por el uso del entrenamiento de fuerza basado en la velocidad (VBT, por sus siglas en inglés: *velocity based training*), aspecto del que apenas hay artículos publicados. Entrenamiento VBT

El entrenamiento VBT es un enfoque innovador que, mediante la medición de la velocidad de ejecución de los diferentes ejercicios, permite ajustar la carga e intensidad en tiempo real. Dicha medición se lleva a cabo mediante diferentes dispositivos, siendo los más comunes *encoders* lineares, acelerómetros o incluso *smartphones*. En este método, se considera intensidad relativa (lo equivalente a cualquier porcentaje concreto de la 1RM) la cantidad de fuerza aplicada a una determinada carga, es decir, la velocidad a la que se mueve dicha carga. Por otro lado, con esta metodología también podemos cuantificar el volumen del entrenamiento de una forma más válida, sobre todo al usar perfiles fuerza-velocidad individualizados (Sánchez-Moreno et al., 2021). Dicha variable se define como la pérdida de velocidad en una serie respecto a la primera repetición, la cual debería ser la más rápida.

La situación del entrenamiento VBT está tan estudiada que se relacionan las diferentes velocidades de ejecución con los porcentajes de la 1RM. Así, cómo se observa en la figura 2, cada porcentaje de la 1RM tiene su velocidad de ejecución concreta, siendo estable entre adultos con diferentes niveles de rendimiento.

En cuanto a la pérdida de velocidad, gracias a estudios en los que se comprueba el estado muscular (ya sea mediante biopsia muscular o resonancia magnética) se sabe que a mayor pérdida de velocidad, se genera una adaptación de hipertrofia en el deportista, aunque también se producirá un cambio en el fenotipo muscular que hará más lenta la cadena de miosina (González-Badillo et al., 2017).

Frente al entrenamiento clásico basado en un porcentaje de la repetición máxima (1RM), el VBT presenta ciertas ventajas según Włodarczyk et al., (2021). En primer lugar, para usar el método basado en porcentaje se necesita realizar una medición temprana del 1RM, lo cual implica la puesta en marcha de un protocolo concreto que, a su vez, conlleva una serie de riesgos si no se realiza de una manera correcta y segura (Jovanović y Flanagan, 2014). Por otro lado, el valor de la 1RM no es único e invariable, sino todo lo contrario; se sabe que varía de un día a otro en función a multitud de variables como el estilo de vida, la fatiga acumulada, la calidad y cantidad de sueño o el estrés, entre otras (González-Badillo y Sánchez-Medina, 2010). En tercer lugar, existen estudios que afirman que el entrenamiento clásico de fuerza basado en la 1RM, no son reproducibles en la práctica, (Heredia-Elvar, 2022).

Por tanto, la literatura científica propone el método VBT como uno más fiable y preciso para realizar entrenamiento de fuerza, en el que es más fácil cuan-

tificar la fatiga a través de la pérdida de velocidad y que soluciona muchos de los problemas del método basado en la 1RM

Figura 2. Relación entre la velocidad de ejecución y el 1RM

VBT Velocity Based Training Entrenamiento basado en velocidad		VELOCIDAD MEDIA (m x s ⁻¹) PARA CADA % DE 1RM												
		1RM	95 %	90 %	85 %	80 %	75 %	70 %	65 %	60 %	55 %	50 %	45%	40 %
Remo con barra		0,62	-	0,74	-	0,90	-	0,99	-	1,12	-	1,17	-	1,27
Sentadilla		0,33	0,39	0,46	0,52	0,59	0,66	0,72	0,79	0,85	0,92	0,99	1,05	1,12
Peso muerto		0,25	0,32	0,39	0,46	0,53	0,60	0,66	0,72	0,79	0,86	0,93	1,00	1,06
Hip Thrust		0,24	0,30	0,36	0,42	0,48	0,54	0,60	0,66	0,72	0,79	0,84	0,90	0,96
Dominada		0,22	0,31	0,39	0,50	0,57	0,65	0,74	0,83	0,91	1,00	1,09	-	-
Prensa piernas		0,19	0,28	0,37	0,45	0,54	0,63	0,71	0,79	0,89	0,97	1,06	1,15	1,23
Press militar		0,19	0,26	0,33	0,40	0,47	0,53	0,60	0,66	0,72	0,78	0,84	0,89	0,95
Press banca		0,19	0,24	0,30	0,36	0,42	0,49	0,56	0,64	0,72	0,80	0,89	0,98	1,08

Nota. Esta imagen surge del resumen de varios estudios cuyos objetivos eran relacionar el entrenamiento clásico basado en el porcentaje de la 1RM frente a la velocidad de ejecución de la metodología VBT. Sin autor concreto

Entrenamiento VBT en natación. Sabiendo que el entrenamiento de fuerza en natación está directamente relacionado con el rendimiento del nadador a través de diferentes variables, es coherente pensar que la metodología VBT es ampliamente usada en el entrenamiento en seco en natación. Sin embargo, existe un espacio vacío en la literatura científica en cuanto a artículos que traten este tema. Se desconocen aspectos concretos que son de vital importancia a la hora de llevar a cabo entrenamientos de fuerza, como la pérdida de velocidad óptima del nadador para mejorar el rendimiento, o qué volumen genera más mejoras en las variables biomecánicas del nado. Por otro lado, sabiendo que el VBT puede ser una buena herramienta para la mejora del rendimiento en natación, siguen existiendo dudas sobre los ejercicios seleccionados para su entrenamiento.

4.3. Ejercicios de empuje y tracción en natación

Teniendo en cuenta la importancia del entrenamiento de fuerza en la natación, tiene sentido cuestionar qué ejercicios son los más apropiados para llevar

a cabo los entrenamientos en seco. En este sentido, son numerosos los estudios que introducen ejercicios de empuje y ejercicios de tracción a sus intervenciones. Primeramente, se puede definir ejercicios de empuje como aquellos que alejan una carga del cuerpo. Según Bompa y Buzzichelli, estos ejercicios “trabajan músculos responsables de la extensión articular, incluyendo principalmente los pectorales, deltoides anteriores, tríceps, cuádriceps y glúteos” (2019). Ejemplos clásicos incluyen el press de banca, el press militar, las sentadillas y las flexiones de brazos. Según Zatsiorsky y Kraemer (2006), los ejercicios de empuje son esenciales para el desarrollo de la potencia y la estabilidad en movimientos deportivos.

Por otro lado, los ejercicios de tracción se basan en movimientos en los que la carga se acerca al cuerpo del deportista, o lo que es lo mismo, se flexiona una articulación contra una resistencia. Este tipo de ejercicios trabajan principalmente los músculos de la cadena posterior, incluyendo el dorsal ancho, el trapecio, los romboides, el bíceps femoral y el bíceps braquial (Contreras & Schoeneld, 2021). Algunos ejemplos clásicos entre estos ejercicios son el remo con barra, las dominadas, el peso muerto y jalón al pecho. Según McGill (2016), los ejercicios de tracción son fundamentales para la estabilidad de la columna y la prevención de desequilibrios musculares.

En el campo de la natación, existe evidencia sobre el rol de los ejercicios de tracción, ya que se sabe que el ejercicio de jalón al pecho (*lat pull down*) es el ejercicio de fuerza en seco más relacionado con el rendimiento de los nadadores (Morouço et al., 2011). También, se sabe que las dominadas tienen un papel importante en la natación, llegando a ser predictoras del rendimiento de las distancias cortas (Pérez-Olea et al., 2018).

En cuanto a los ejercicios de empuje. Según Morouço et al., también existe una relación entre el press de banca con la natación, siendo este ejercicio un medio para mejorar la producción de fuerza de los brazos en el agua (2011). Además, hay ensayos que defienden que se deberían incluir sesiones de fuerza máxima de este ejercicio ya que este ejercicio está “fuertemente relacionado con el rendimiento del sprint en natación” (Keiner et al., 2021).

Por tanto, cómo se ha observado, la literatura científica ampara ambos ejercicios en el entrenamiento físico de la natación; la combinación adecuada de ejercicios de empuje y tracción en un programa de entrenamiento permite desarrollar un equilibrio muscular y mejorar el rendimiento funcional. Aun así, se desconoce qué tipo de movimiento puede conllevar una mayor transferencia en el nado.

5. METODOLOGÍA

5.1. Muestra del estudio

Este estudio contó con 7 nadadores y nadadoras de entre 13 y 17 años, con al menos 1 año de experiencia en la competición de natación. Los participantes fueron asignados de forma no aleatoria a uno de los siguientes grupos experimentales: el grupo de tracción (**GT**), cuya intervención consistió en el entrenamiento de remo horizontal con barra, y el grupo de empuje (**GE**), que entrenó el ejercicio de *press* de banca.

5.2. Variables e instrumentos de medida

En este artículo, se manejó una variable independiente, el entrenamiento de fuerza en seco, y 3 variables dependientes: potencia de tren inferior, rendimiento en la prueba de 50 metros a estilo libre (dividido en dos parciales de 25m) y fuerza de agarre. La primera de ella se midió usando el dispositivo *Opto-jump* (Microgate, Bolzano, Italia), un sistema óptico formado por dos células fotoeléctricas paralelas que recopilan los datos mediante el conteo de las interrupciones de la luz emitida por los diodos situados en ellas. Esta herramienta está bajo el amparo de la literatura científica, ya que fue validado por Glatthor et al. (2011).

La fuerza de agarre fue medida con un dinamómetro manual TKK-5401 (Taipei, Nigata, Japón). Esta es una herramienta fiable respecto a modelos más económicos (Castillo- Lozano y Carrasco, 2024), que además ha demostrado una alta fiabilidad intra-instrumento (Bohannon, 2016).

Para la cuantificación de la velocidad de ejecución, se usaron dos instrumentos de cuantificación. El primero, usado para la cuantificación del ejercicio de *press* de banca, es el encoder lineal *Speed4Lifts* (actualmente conocido como *Vitruve*), que mide la velocidad de ejecución mediante un cable. Esta herramienta es altamente fiable (Martínez-Canva et al., 2020), además de que en el ejercicio de *press* de banca presenta una correlación casi perfecta (Pérez-Castilla et al., 2019). Otros aspectos positivos de él son que no requiere cableado o su interfaz móvil (Albala-Gómez, 2017). El otro método de cuantificación es la aplicación *My Lift*, (My Jump Lab, Madrid, España), es decir, un programa de software disponible para Smartphone (iOS y Android) que usa la cámara del dispositivo para medir cuánto dura una repetición, obteniendo así la velocidad de ejecución. Este sistema ha demostrado ser válido y fiable para la medición de la 1RM (Balsalobre-Fernández et al., 2021) y para la ejecución de diferentes ejercicios de fuerza (García-Ramos et al., 2021).

Por último, el rendimiento en la prueba de 50 metros a estilo libre se midió en dos parciales de 25 metros cada uno usando un cronómetro de entrenamiento.

5.3. Diseño del estudio

El presente estudio consiste en una investigación cuasi-experimental con dos grupos experimentales paralelos, en los que se comparó el impacto de dos métodos de entrenamiento de fuerza (ejercicios de empuje y tracción) en la condición física y el rendimiento de los nadadores adolescentes.

5.4. Procedimiento de medición

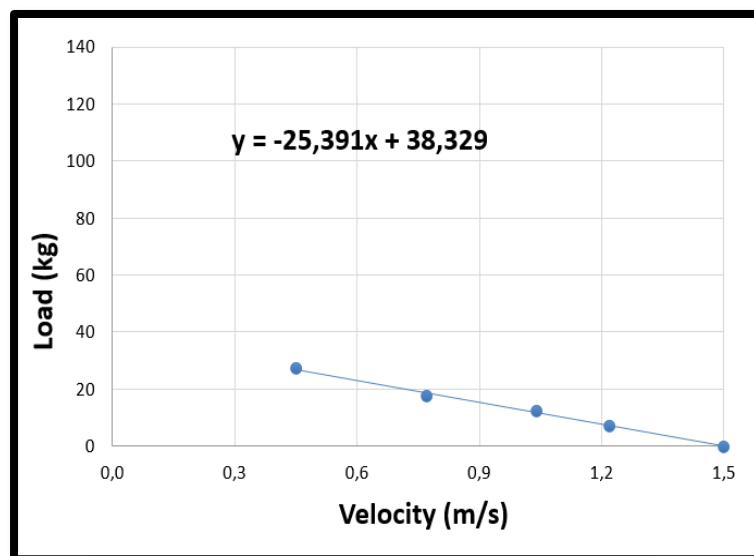
5.4.1. Valoración inicial.

Previo al comienzo de la intervención, se realizaron las mediciones de las diferentes variables en una única sesión. En primer lugar, se medía la altura y datos antropométricos de los nadadores. Una vez medidos, se pasó a realizar el calentamiento de la intervención (explicado posteriormente) para después medir la potencia de tren inferior mediante el CMJ. Cada nadador realizó tres saltos de calentamiento para familiarizarse con la técnica, y posteriormente ejecutó otros tres ya en la plataforma fotoeléctrica. Se descartaron los dos peores resultados, guardando únicamente el mejor.

Una vez medida la potencia de tren inferior, se pasó a medir la fuerza de agarre de ambos miembros superiores. Cada individuo tenía dos intentos por brazo, siendo uno de ellos de familiarización.

Por otro lado, como no existe evidencia científica sobre las velocidades de ejecución del nadador adolescente para mejorar el rendimiento del nado, ese mismo día se realizó un perfil fuerza-velocidad individualizado de cada deportista. Para ello, se llevaron a cabo 5 series de las máximas repeticiones posibles de press de banca para el GE; y de remo horizontal con barra para el GT, siendo la última serie cercana a la intensidad máxima subjetiva de cada nadador (es decir, lo que clásicamente se considera 1RM). A posteriori, se representaron los datos obtenidos en el eje cartesiano, representando el eje X la velocidad de ejecución, y el eje Y la carga, y obteniendo una ecuación (ver Figura 3). Después, se calculó el coeficiente de correlación, para corroborar que las mediciones guardan una relación inversa (es decir, cercana a -1). Con estos datos, fue posible predecir las velocidades a las que se correspondía cada porcentaje de RM (ver Tabla 1).

Figura 3. Ejemplo del perfil fuerza-velocidad calculado para uno de los sujetos del estudio



Nota. El gráfico representa la ecuación de la recta del perfil fuerza-velocidad del nadador/a. Cabe destacar que el coeficiente de correlación del mismo es de -0.99.

Tabla 1. Ejemplo de predicción de la velocidad a la que se asocia la carga relativa

Carga relativa	Velocidad de ejecución asociada
20%1RM	1,31
25%1RM	1,24
30%1RM	1,17
35%1RM	1,10
40%1RM	1,03
45%1RM	0,96
50%1RM	0,89
55%1RM	0,82
60%1RM	0,75
65%1RM	0,68
70%1RM	0,61
75%1RM	0,54
80%1RM	0,47
85%1RM	0,40
90%1RM	0,33
95%1RM	0,26
100%1RM	0,19

Nota. La tabla representa la predicción calculada de velocidad de ejecución para el nadador/a de la Figura 1

5.4.2. Programa de entrenamiento.

El entrenamiento de fuerza de ambos grupos fue desarrollado siguiendo una planificación lineal, de manera que la intensidad relativa, representada por la velocidad de ejecución, se iba incrementando progresivamente. La intensidad inicial eran las velocidades equivalentes al 50% de la RM, con una pérdida de velocidad de, como máximo, un 20%.

Cada dos semanas, la intensidad relativa aumentaba en un 5%, hasta un máximo del 60% de la 1RM en las semanas 7 y 8.

Las sesiones se dividieron en calentamiento y parte principal. El calentamiento, a su vez, tuvo una fase común para ambos grupos: trabajo aeróbico suave en cicloergómetro (5 minutos), seguido de una parte de movilidad articular estática, y después dinámica.

El calentamiento específico varió en cada grupo. El del GT consistió en dos series de 10 repeticiones de tracciones con goma, seguido de dos series de 10 repeticiones de remo horizontal con barra sin peso. Por otro lado, el del GE realizó dos series de 10 flexiones (a los nadadores que presentaban dificultad en la ejecución de este ejercicio se les indicaba que apoyaran las rodillas) y dos series de 10 repeticiones de *press* de banca sin peso.

El entrenamiento de ambos grupos consistió en 3 series efectivas de *press* de banca y remo horizontal con barra para el GE y el GT respectivamente. La carga no era fija, sino que variaba según la velocidad a la que el nadador tendría que ejecutar la serie. El número de repeticiones tampoco era único e invariable; se indicaba a cada nadador que realizara repeticiones hasta que tuviera una pérdida de velocidad de un 20% respecto a la establecida, momento en el que acababa la serie. El descanso entre series fue de dos minutos y medio.

La frecuencia del entrenamiento en seco de ambos grupos fue de dos veces a la semana durante 8 semanas (16 sesiones). También, ambos grupos mantuvieron la frecuencia habitual del entrenamiento en medio acuático (4 sesiones por semana), incluidos los días en los que se desarrollaba la intervención de este estudio (al terminar el entrenamiento de fuerza, los nadadores tenían entrenamiento en agua).

5.4.3. Análisis estadístico.

En este estudio, el análisis estadístico se realizó mediante el programa Jasp (versión 0.18.2); (Ámsterdam, Países Bajos). Con él, se realizó en primer lugar un análisis descriptivo de los datos antropométricos, para posteriormente hacer

un T-test paramétrico para comparar, por un lado, los datos dentro de un mismo grupo, y por otro, los datos de los dos grupos entre ellos.

También, para comparar los resultados entre un mismo grupo y entre los dos grupos, se calculó el porcentaje de cambio (Δ), usando la siguiente fórmula:

$$\Delta = \frac{\text{Medición inicial} - \text{Medición final}}{\text{Medición inicial}} \times 100$$

Se estableció un nivel de significación estadística de $p < .05$ en todas las pruebas realizadas. Finalmente, los resultados se reportaron junto con sus respectivos intervalos de confianza al 95%

6. RESULTADOS

6.1. Análisis antropométrico de la muestra

Las mediciones antropométricas de los nadadores dieron como resultado una masa corporal media de 62,42 kg (DE=5,95); así como un porcentaje de grasa corporal del 27,95%, con una desviación estándar del 5,92% (ver Tabla 1). La altura media fue de 164,5 cm, con una desviación estándar de 10,34 cm.

Tabla 2. Resultados de la medición antropométrica

	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Edad (años)	14,00	0	14	141
Altura (cm)	164,50	10,34	153	78
Peso (kg)	62,42	5,95	56,3	70,3
Grasa corporal (%)	27,95	5,92	19,6	33

6.2. Análisis descriptivo del programa de entrenamiento

Durante todas las sesiones del programa de entrenamiento, se contabilizó el número de repeticiones y la velocidad de ejecución de cada una de ellas (ver Tabla 4). Cabe destacar que el grupo de empuje realizó un total de 707 repeticiones totales a lo largo de la intervención, siendo en ambos nadadores más numerosas las repeticiones en las primeras semanas (en la primera, 91 y 115 respectivamente; ver Tabla 3). Por su parte, el grupo de tracción llevó a cabo un total de 416 repeticiones.

La velocidad de ejecución en ambos grupos osciló los valores establecidos al principio de la intervención. En todos los sujetos del estudio, la primera repetición no se alejó en más de 0,03 m/s de su valor de referencia (es decir, del establecido en la valoración inicial por el investigador), a excepción de en la primera

semana, en la que la diferencia superó este umbral en los nadadores 1, 3 y 4, llegando a un máximo de 0,05 m/s en los nadadores 1 y 4 (ver Tabla 3).

Tabla 3. Análisis descriptivo del programa de entrenamiento

Grupo	Nadador/a	Periodo de entrenamiento	RM planificado (%)	Repes realizadas	Velocidad programada (m/s)	Velocidad 1º repe (m/s)
Empuje	Nadador/a 1	1	50	91	1.06	1.01
		2	55	83	0.98	0.99
		3	60	71	0.9	0.87
		4	65	63	0.83	0.81
	Nadador/a 2	1	50	115	1.23	1.26
		2	55	110	1.11	1.09
		3	60	90	0.99	0.95
		4	65	84	0.87	0.89
Total			707			
Tracción	Nadador/a 3	1	50	71	1.39	1.35
		2	55	64	1.31	1.28
		3	60	44	1.23	1.20
		4	65	36	1.15	1.14
	Nadador/a 4	1	50	77	0.97	1.02
		2	55	68	0.91	0.93
		3	60	59	0.86	0.88
		4	65	41	0.81	0.82
Total			416			

Nota. Repes realizadas hace referencia al número de repeticiones realizadas; Velocidad 1º Repe hace referencia a la velocidad media de la primera repetición de cada serie.

6.3. Resultados de la intervención

6.3.1. Fuerza de agarre del brazo dominante

En el GE, no se dio una mejora estadísticamente significativa en la variable de la fuerza de agarre del brazo dominante, siendo la puntuación de la medición inicial (M=37,6; DE=12,44) menor que en el post test (M=40,55; DE=13,93), $p=0.21$. Sin embargo, sí que hubo una mejora en los resultados de su medición, con un porcentaje de cambio (Δ) de 7,61%.

En cuanto al GT se encontraron resultados similares, ya que no se hallaron diferencias estadísticamente significativas ($p=0.17$); aunque la puntuación de la valoración inicial (M=21,8; DE=2,4) fue menor que en el post test (M=24; DE=1,55; con un porcentaje de cambio de 11.20%.

Comparando ambos grupos, ninguno de los dos mostró diferencias estadísticamente significativas en la fuerza de agarre del brazo dominante respecto al otro ($p=0.23$).

6.3.2. Fuerza de agarre del brazo no dominante

En cuanto a la fuerza de agarre del brazo no dominante, en el grupo de empuje no se vio una mejora estadísticamente significativa después del entrenamiento, pese a que la puntuación inicial ($M=35,5$; $DE=13,29$) fue inferior a la del post test ($M=35,5$; $DE=10,06$), ($p=1$). No obstante, cómo reflejan los datos, sí se dio una mejora, aunque no fuera estadísticamente significativa, pues el porcentaje de cambio (Δ) resultó de 5,84%.

Siguiendo esta línea, en el grupo de tracción tampoco se dio una mejora estadísticamente significativa, aunque las mediciones iniciales ($M=20,15$; $DE=0,071$) fueron menores que en las finales ($M=24,05$; $DE=1,20$); ($p=0,27$; $\Delta=19,36\%$).

Al comparar los resultados de ambos grupos, se obtuvo que ninguno de los dos grupos obtuvo un resultado significativo respecto al otro ($p=0,269$).

6.3.3. Potencia de tren inferior

En el grupo de empuje, la medición inicial de la potencia de tren inferior ($M=30,95$; $DE=9,26$) fue inferior a la medición del post test ($M=33,20$; $DE=13,01$). Por tanto, aunque, de nuevo, los datos mejoraron de una medición a otra, esta variable no experimentó una mejora estadísticamente significativa ($p=0,55$; $\Delta=22,15$).

En el grupo de tracción, por otro lado, tampoco se dio una mejora significativa, si bien la medición del post test ($M=23,25$; $DE=6,85$) fue un 5,85% (valor de Δ) mayor que la medición inicial ($M=22,15$; $DE=7,56$); $p=0.27$.

Al igual que en las variables anteriores, la comparación de ambos grupos no da una mejora significativa de uno respecto al otro ($p=0,44$).

6.3.4. Primer parcial de la velocidad de nado

En el grupo de empuje, no se dio una mejora estadísticamente significativa en esta variable, con una puntuación de la medición inicial ($M=14,84$; $DE=2,11$) mayor que en el post test ($M=14,30$; $DE=1,75$); ($p=0.27$; $\Delta=3,53$).

El caso del grupo de tracción fue similar: no se hallaron diferencias estadísticamente significativas, aunque la puntuación de la valoración inicial ($M=17,31$; $DE=1,14$) fue mayor que en el post test ($M=14,67$; $DE=0,75$), ($p=0.29$; $\Delta=9,21$).

Comparando ambos grupos, esta variable sigue la línea establecida por las anteriores. Ninguno de ellos mostró diferencias estadísticamente significativas en el tiempo del primer parcial de la prueba de 50m libres ($p=0.81$).

6.3.5. Segundo parcial de la velocidad de nado

Por último, en esta variable ocurre algo similar a las anteriores. En el grupo de empuje no se vio una mejora estadísticamente significativa después del entrenamiento, pese a que la puntuación inicial ($M=15,96$; $DE=2,01$) fue mayor a la del post test ($M=15,07$; $DE=3,16$); ($p=0.5$; $\Delta= 18.89$).

En cuanto al grupo de tracción tampoco se dio una mejora estadísticamente significativa, aunque las mediciones iniciales ($M=18,19$; $DE=1$) fueron también mayores que en las finales ($M=17,12$; $DE=0,03$); ($p=0,27$; $\Delta= 19,36\%$).

De nuevo, al comparar los resultados de ambos grupos, se obtuvo que ninguno de los dos grupos obtuvo un resultado significativo respecto al otro ($p=0,56$).

Tabla 4. Ejemplo de la cuantificación de una sesión

Sesión 1	%RM Asoc.	Carga (kg)	VMP Progr	Velocidades de ejecución										Total Repes	Pérdida de velocidad (%)	Velocidad de ejecución mínima (m/s)
Serie	50	17	1.06	1,02	1	0,94	0,96	0,85	0,81					6	20	0.848
Serie	50	17	1.06	1,05	1,06	0,99	0,96	0,91	0,95	0,81				7	20	0.848
Serie	50	17	1.06	0,99	0,89	0,94	0,92	0,86	0,89	0,9	0,84	0,81		9	20	0.848

Nota. La tabla muestra la hoja de sesión de uno de los nadadores/as del estudio. VMP Progr hace referencia a la velocidad de ejecución programada; Total Repes hace referencia al número de repeticiones totales en una serie

Tabla 5. Resultados de la intervención

Grupo de empuje								Grupo de tracción								p entre grupos	
Variable	Medición Pre-Medición Post						P	Δ	Medición Pre-Medición Post						P		Δ
Fuerza de agarre en brazo dominante (kg)	37.6	±	12.44	40.55	±	13.93	0.21	7.61	21.8	±	2.4	24	±	1.55	0.17	11.28	0.23
Fuerza de agarre en brazo no dominante (kg)	35.5	±	13.29	35.5	±	10.6	1	5.84	20.15	±	0.071	24.05	±	1.20	0.14	19.36	0.26
Potencia de tren inferior (cm)	30.95	±	9.26	33.20	±	13.01	0.55	10.1	22.15	±	7.56	23.25	±	6.85	0.27	5.85	0.44
Primer parcial de velocidad de nado (s)	14.84	±	2.11	14.30	±	1.75	0.27	3.53	17.31	±	1.14	14.67	±	0.75	0.29	9.21	0.81
Segundo parcial de velocidad de nado (s)	15.96	±	2.01	15.07	±	3.16	0.50	5.48	18.89	±	1.00	17.12	±	0.03	0.25	9.21	0.45
Tiempo de nado total (s)	30.71	±	4.13	29.37	±	4.91	0.25	4.56	36.20	±	2.15	31.79	±	0.78	0.28	11.94	0.56

Nota. P hace referencia al coeficiente de significancia (P-valor); Δ hace referencia al porcentaje de cambio en una misma variable

7. DISCUSIÓN

7.1. Efecto de la intervención en las variables del estudio

7.1.1. Fuerza de agarre.

La literatura científica actual determina que la fuerza de agarre está íntimamente relacionada con el rendimiento en natación. Existen estudios que afirman que una mayor fuerza de agarre está relacionada con mayor rendimiento en 100m libres (Garrido et al., 2012) o en 50m libres (Sevimli et al., 2021). Por tanto un entrenamiento que conlleve una mejora en este parámetro va bien encaminado hacia la mejora del rendimiento.

Los resultados de este artículo muestran una mejora de ambos grupos. En el GE se observó una mejora del 7,61% en el brazo dominante, y del 5,84% en el brazo no dominante; mientras que el GT mostró un incremento en sus mediciones del 11,28% y del 19,36%, respectivamente.

Dichos resultados, pese a no ser estadísticamente significativos, podrían sugerir una mejora en la condición física del nadador, al igual que la obtenida por Alshdokhi et al., (2020), que planteó una intervención de 8 semanas basada en el entrenamiento de la fuerza de agarre y que obtuvo mejoras en esta variable (30-36%) y en la velocidad de la prueba de 50m libres ($p=0,04$). Otro artículo que compara la fuerza de agarre es el de Arsodianis et al., (2024). En él, se evaluó el rendimiento en diferentes pruebas de natación tras una planificación de un año en nadadores adolescentes. Sus resultados sugirieron que asimetrías en la fuerza de agarre pueden influir en el rendimiento de pruebas de corta/media distancia (200m y 400m).

Por tanto, los resultados del presente estudio se suman a los mencionados con anterioridad para sugerir que el control de la fuerza de agarre es importante en el rendimiento del nadador adolescente.

7.1.2. Potencia de tren inferior

La potencia de tren inferior es una variable estudiada en el ámbito competitivo de la natación, aunque son pocos los estudios que la relacionan con el ejercicio de miembros superiores. Esto se debe a que existe evidencia científica que asegura que el CMJ está relacionado con diferentes variables del nado, concretamente la salida y el viraje (Forsyth y Steele, 2019). Es por eso que, al igual que ocurre con la fuerza de agarre cualquier entrenamiento en seco que consiga en esta variable una mejora, repercutirá también de forma positiva en el rendimiento de pruebas de distancias cortas en natación.

En el presente artículo, ambos grupos han mejorado sus diferentes variables, aunque no de forma estadísticamente significativa. El GE experimentó un incremento en el CMJ del 10,1% respecto a la medición inicial, y el GT mejoró en un 5.85%. Estos resultados llaman la atención, pues parece ser que la intervención planteada, es decir, ejercicios de empujes y tracción en el tren superior, podrían tener una repercusión en el salto, pese a no haber trabajado directamente ejercicios específicos de pliometría o de saltos. Por tanto, sería interesante una línea de investigación al respecto que determine las relaciones entre esta variable y los ejercicios de miembros superiores.

En el contexto científico actual, no hay ningún artículo que compare el efecto de ejercicios de empuje y tracción en la potencia de tren inferior. Sin embargo, sí existen otras intervenciones que tienen como objetivo mejorarlo. Por ejemplo, Sammoud et al., (2021) dirigió una intervención de 8 semanas basada en el entrenamiento de movimientos pliométricos para mejorar el CMJ y, por tanto, el rendimiento en el agua (a través de varias pruebas de 25m y 50m). Sus resultados indicaron mejoras en el CMJ ($p=0,001$) y mejoras en las pruebas de 25m ($p=0,001$) y 50m libres ($p=0,08$).

Es importante tener estos resultados en cuenta porque, pese a que ambos estudios no están íntimamente relacionados, los dos forman parte de un contexto que busca un objetivo común del entrenamiento: la mejora del CMJ. Ya sea mediante ejercicios pliométricos, o mediante ejercicios de fuerza de empuje o tracción, cualquier método de entrenamiento que consiga una mejora de la potencia de tren inferior conllevará, por tanto, una mejora del rendimiento. Esto se da porque, como se ha mencionado anteriormente, como la potencia de tren inferior está íntimamente relacionada con el rendimiento en natación, a través de las variables de la salida y los virajes. Además, un aspecto a tener en cuenta es que,

7.1.3. Velocidad de nado

Aunque los resultados indiquen que en este estudio no hay una relación estadísticamente significativa entre el entrenamiento de fuerza y la velocidad de nado, es innegable que existe una mejora de esta variable en ambos grupos. El GE mejoró en la velocidad del nado en un 3,53% en el primer parcial de 25m y un 5,48% en el segundo. Por tanto, en la prueba de 50m a estilo libre la mejora total fue de un 4,56%. Estos resultados sugieren que, el ejercicio de empuje, concretamente el press de banca, proporciona una mejora en la velocidad de nado del estilo libre, lo cual sigue a la evidencia científica actual. En su intervención (similar a la del presente estudio), Amara et al. (2021) encuentra que el grupo que

realizó un entrenamiento basado en este ejercicio mejoró el rendimiento de la velocidad de los primeros metros ($p < 0,001$). También son varios los artículos que obtuvieron resultados similares, sugiriendo una mejora de la velocidad de nado debido al ejercicio del press de banca (Marques et al., 2020; Veliz, 2020; Hill et al. 2024).

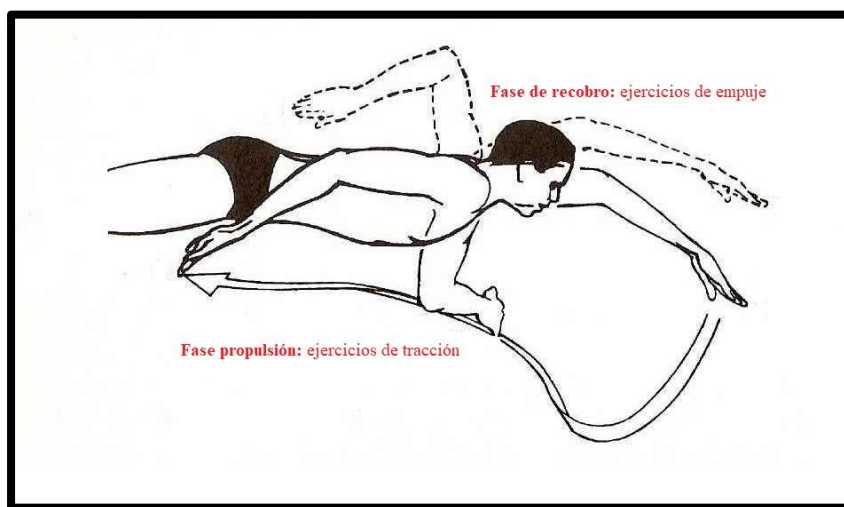
El GT, por su parte, mostró una mejora de un 9,21% en los primeros 25m de la prueba, y de un 9,37% en los segundos, lo que implica una mejora total de un 11.94%. Pese a no existir artículos sobre el efecto del remo horizontal con barra, sí que hay literatura sobre ejercicios de tracción similares, principalmente sobre dominadas. En este sentido, Pardo-Atarés et al. (2024) encuentra mejoras estadísticamente significativas en la velocidad de sprint y la velocidad de la prueba de 50m libres tras una intervención basada en este ejercicio.

Por tanto, parece evidente que el ejercicio de fuerza, ya sea de tracción o empuje, provoca una mejora en el rendimiento de la prueba de 50m a estilo libre en la población del nadador adolescente, aunque son necesarios más estudios en esta línea de investigación con mayor calidad, sobre todo para conocer al detalle cuáles son las diferencias reales entre ambos grupos.

7.2. Ejercicios de empuje vs ejercicios de tracción

Los citados datos de ambos grupos pueden parecer poco solventes por no ser estadísticamente significativos (ver Limitaciones del estudio). Sin embargo, una mejora de la marca de 50m libres de un 4,56% (GE) o de un 11,94% (GT) en una prueba de 50m que dura en torno a 30' es una diferencia notable. De hecho, el GT ha mejorado más que el GE en todas las variables de este estudio a excepción de la potencia de tren inferior. Esto puede deberse a diversos motivos. A opinión del autor, la hipótesis más plausible es que en el estilo libre la principal fuerza de tracción se hace durante la fase acuática o fase de propulsión (ver Figura 4), la cual tiene muchas similitudes con el movimiento de tracción y no tanto con el de empuje.

Figura 4. Representación esquemática del estilo libre



Nota. La imagen muestra una representación esquemática del estilo libre, en el que se asocia la fase de propulsión al ejercicio de tracción, y la fase de recobro al ejercicio de empuje. Elaboración propia.

Por otro lado, los resultados del análisis descriptivo del programa de entrenamiento muestran que el grupo de tracción (416 repeticiones) realizó sustancialmente menos repeticiones (291 repeticiones menos) que el grupo de empuje (707 repeticiones). Dicho de otra forma, a pesar de realizar mismo entrenamiento (misma intensidad y misma pérdida de velocidad), el grupo de tracción fue capaz de llegar a un mayor nivel de estímulo que el de empuje con la misma carga, lo cual, a opinión del autor, conlleva numerosas ventajas desde el punto de vista de la practicidad de los entrenamientos: menos riesgo de lesiones, menos fatiga acumulada y, en definitiva, una mayor economía del esfuerzo.

Por tanto, aunque el entrenamiento de ejercicios tanto de empuje como de tracción parece tener un efecto positivo en el rendimiento físico del nadador adolescente, ha sido este último el que más beneficios ha demostrado. Una planificación del entrenamiento basada principalmente en ejercicios de tracción, concretamente en el remo horizontal con barra, pero sin olvidar dedicar un porcentaje del entrenamiento en seco a ejercicios de empuje, parece la línea a seguir por entrenadores para optimizar el rendimiento y el esfuerzo de los nadadores en una etapa tan comprometida como lo es la adolescencia, aunque se necesitan más estudios en esta línea.

7.3 Limitaciones del estudio e indicaciones a futuras investigaciones

La principal limitación de este estudio es el tamaño de la muestra. El número limitado de sujetos limita, en primer lugar, la potencia estadística del estudio, pues hay que tener en cuenta que en las diferentes operaciones estadísti-

cas tienen en cuenta este valor, lo cual podría explicar por qué ninguna de ellas da resultados estadísticamente significativos pese a que en las mediciones se da una mejora evidente en el post respecto a la medición inicial.

Por otro lado, un bajo tamaño de la muestra dificulta la comparación entre grupos, en este caso el GT y el GE, además de que es más sensible a la variabilidad individual y a factores externos (sesgos no controlados).

Otra posible limitación en este estudio es la ausencia de grupo control. Esto implica que este artículo no tiene una manera de comparar si los resultados de los grupos experimentales son, en realidad, producto de la intervención, o si por el contrario han parecido por algún factor externo común para todos los sujetos del estudio.

De cara a futuras investigaciones, se recomienda replicar el presente estudio con una muestra mayor, que también permita la presencia de un grupo de control, en la que los resultados sean concluyentes y sienten las bases del entrenamiento en seco de los nadadores adolescentes.

8. CONCLUSIONES

La primera conclusión que se puede sacar de este artículo podría ser que tanto el ejercicio de empuje (press de banca) como el ejercicio de tracción (remo horizontal con barra) provocan una mejora en el rendimiento físico del nadador adolescente, concretamente en la prueba de 50m a estilo libre. De una forma más exhaustiva, ambos tipos de entrenamiento en seco mejoran las variables de potencia de tren inferior, fuerza de agarre y velocidad de nado.

Además, una segunda conclusión es que el ejercicio de tracción presenta una mayor economía del esfuerzo. Esto se debe a que con menos repeticiones por entrenamiento, este grupo consiguió un mayor nivel de estímulo, lo cual se ve reflejado en los resultados. Estos mostraron que el GT mejoró más que el GE en todas las variables del estudio a excepción de la potencia de tren inferior.

Sin embargo, el autor aconseja tomar estas decisiones con cautela. El pequeño tamaño de la muestra dificulta la generalización de los resultados, por lo que se necesitan más estudios que sigan esta línea de intervención para poder afirmar qué tipo de entrenamiento presenta más beneficios.

Por tanto, aunque los resultados sean limitados por el tamaño de la muestra, este artículo plantea la posibilidad de que el ejercicio de tracción sea más efectivo que el ejercicio de empuje en el rendimiento de los nadadores adolescentes en pruebas de distancias cortas a estilo libre, aunque este último plantee también

beneficios. El futuro del entrenamiento en esta población sería, por tanto, el de una planificación del entrenamiento de fuerza en seco basado en el ejercicio de tracción, en el que también se tiene en cuenta, aunque en menor medida, el ejercicio de empuje.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albala Gómez, J. (2017). Comparación entre Speed4Lifts, T-Force y Beast Sensor durante la ejecución del press de banca en máquina Smith [Trabajo de fin de grado, Universidad de León]. Repositorio Bulería. <https://buleria.unileon.es/handle/10612/6966>
- Alshdokhi, K. A., Petersen, C. J., & Clarke, J. C. (2020). Effect of 8 weeks of grip strength training on adolescent sprint swimming: A randomized controlled trial. *International Journal of Sports Science*, 10(2), 27–33. <https://www.researchgate.net/publication/341942967>
- Amara, S., Barbosa, T. M., Negra, Y., Hammami, R., Khalifa, R., & Chortane, S. G. (2021). The effect of concurrent resistance training on upper body strength, sprint swimming performance and kinematics in competitive adolescent swimmers. A randomized controlled trial. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(19), 10261. <https://doi.org/10.3390/ijerph181910261>
- Amaro, N., Marinho, D. A., Batalha, N., Marques, M. C., & Morouco, P. (2014). Reliability of Tethered Swimming Evaluation in Age Group. *Swimmers. Journal of Human Kinetics*, 41(1), 155–162. 10.2478/hukin-2014-0043
- Arsoniadis, G. G., & Toubekis, A. G. (2024). Effects of successive annual training on young swimmers' strength asymmetries and performance. *Applied Sciences (Basel, Switzerland)*, 14(20), 9508. <https://doi.org/10.3390/app14209508>
- Aspenes, S., Kjendlie, P.-L., Hoff, J., & Helgerud, J. (2009). Combined strength and endurance training in competitive swimmers. *Journal of Sports Science & Medicine*, 8(3), 357–365.
- Balsalobre-Fernández, C., Marchante, D., & García-Ramos, A. (2021). Validity and reliability of the My Lift app in determining 1RM for deadlift and back squat exercises. *European Journal of Human Movement*, 46, 1–10. <https://doi.org/10.21134/eurihm.2021.46.599>
- Bohannon, R. W. (2016). Manual dynamometers: Reliability and validity of the Takei TTK 5001 and 5401 models. *American Journal of Occupational Therapy*, 70(4), 7004300010p1–7004300010p4. <https://doi.org/10.5014/ajot.2016.020511>
- Bompa, T., & Buzzichelli, C. (2019). Periodization: Theory and Methodology of Training (6th ed.). *Human Kinetics*.
- Castillo-Lozano, R., & Carrasco, L. (2024). Agreement between low-cost and reference hand dynamometers for measuring grip strength in healthy adults: A methodological study. *medRxiv*. <https://doi.org/10.1101/2024.06.25.24309304>
- Contreras, B., & Schoenfeld, B. (2021). *Glute Lab: The Art and Science of Strength and Physique Training*. Victory Belt Publishing.
- Crowley, E., Harrison, A. J., & Lyons, M. (2017). The impact of resistance training on swimming performance: A systematic review. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 47(11), 2285–2307. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0730-2>
- Cuenca-Fernández, F., Ruiz-Navarro, J., & Arellano, R. (2020). Strength-velocity relationship of resisted swimming: A regression analysis. *ISBS Proceedings Archive*, 38(1), 388. <https://comons.nmu.edu/isbs/vol38/iss1/99/>

- García-Ramos, A., Pérez-Castilla, A., & Balsalobre-Fernández, C. (2021). Validity and reliability of mobile applications for assessing strength and power performance: A systematic review. *Sensors*, 21(8), 2623. <https://doi.org/10.3390/s21082623>
- Garrido, N., Marinho, D. A., Reis, V. M., van den Tillaar, R., Costa, A. M., Silva, A. J., & Marques, M. C. (2010). Does combined dry land strength and aerobic training inhibit performance of young competitive swimmers? *Journal of Sports Science & Medicine*, 9(2), 300–310.
- González-Badillo, J. J., & Sánchez-Medina, L. (2010). Movement velocity as a measure of loading intensity in resistance training. *International Journal of Sports Medicine*, 31(5), 347–352. <https://doi.org/10.1055/s-0030-1248333>
- Glatthorn, J. F., Gouge, S., Nussbaumer, S., Stauffacher, S., Impellizzeri, F. M., & Maffiuletti, N. A. (2011). Validity and reliability of Optojump photoelectric cells for estimating vertical jump height. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(2), 556–560. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181ccb18d>
- González-Badillo, J. J., Sánchez-Medina, L., Pareja-Blanco, Fernando., y Rodríguez- Rosell, D. (2017). (1ª ed., p 148). Ergotech.
- Hay, J. G. (1986). Swimming biomechanics: a brief review. Easily the most difficult area in which to apply biomechanics, swimming research is just getting started. *Swimming Technique*, 23(3), 15–21.
- Heredia-Elvar, J. R., Hernández-Lougedo, J., Maicas-Pérez, L., Notario-Alonso, R., Garnacho-Castaño, M. V., García-Fernández, P., & Maté-Muñoz, J. L. (2022). Reproducibility and applicability of traditional strength training prescription recommendations. *Biology*, 11(6), 851. <https://doi.org/10.3390/biology11060851>
- Hermosilla, F., Sanders, R., González-Mohino, F., Yustres, I., & González-Rave, J. M. (2021). Effects of dry-land training programs on swimming turn performance: A systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(17), 9340. <https://doi.org/10.3390/ijerph18179340>
- Heusner, W. (1988). The physiology of dryland training: past, present and future. *World Clinic Yearbook*, 7–15.
- Hill, V., Patterson, S., Buckthorpe, M., & Legg, H. S. (2024). The acute effects of a preload upper-body power exercise on 50-m freestyle performance in youth swimmers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 38(7), 1295–1299. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000004792>
- Jovanović, M., & Flanagan, E. P. (2014). From the field RESEARCHED APPLICATIONS OF VELOCITY BASED STRENGTH TRAINING. <https://traningslara.se/wp-content/uploads/2017/02/hastighet.mladenjovanovic.pdf>
- Keiner, M., Wirth, K., Fuhrmann, S., Kunz, M., Hartmann, H., & Haff, G. G. (2021). The influence of upper- and lower-body maximum strength on swim block start, turn, and overall swim performance in sprint swimming. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(10), 2839–2845. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003229>
- Krabak, B. J., Hancock, K. J., & Drake, S. (2013). Comparison of dry-land training programs between age groups of swimmers. *PM & R: the journal of injury, function, and rehabilitation*, 5(4), 303–309. <https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2012.11.003>
- Martínez-Cava, A., Morán-Navarro, R., Sánchez-Medina, L., González-Badillo, J. J., & Pallarés, J. G. (2020). Validity and reliability of linear position and velocity transducers: A systematic review. *Sports Medicine*, 50(3), 517–535. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01219-2>
- McGill, S. (2016). Back Mechanic: The Step-by-Step McGill Method to Fix Back Pain. Backfitpro Inc.
- Monzón García, J. (2017). Revisión sistemática de la transferencia del entrenamiento de fuerza en seco para nadadores de alto rendimiento. *Ciencias*.

- Morouço, P., Neiva, H., González-Badillo, J. J., Garrido, N., Marinho, D. A., & Marques, M. C. (2011). Associations between dry land strength and power measurements with swimming performance in elite athletes: a pilot study. *Journal of Human Kinetics*, 105–112. <https://doi.org/10.2478/v10078-011-0065-2>
- Nugent, F. J., Comyns, T. M., Burrows, E., & Warrington, G. D. (2017). Effects of low- volume, high-intensity training on performance in competitive swimmers: A systematic review: A systematic review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(3), 837–847. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001583>
- Lopes, T. J., Neiva, H. P., Gonçalves, C. A., Nunes, C., & Marinho, D. A. (2021). The effects of dry-land strength training on competitive sprinter swimmers. *Journal of Exercise Science and Fitness*, 19(1), 32–39. <https://doi.org/10.1016/j.jesf.2020.06.005>
- Pardo-Atarés, C., Generelo, E., Cirer-Sastre, R., López-Laval, I., & Sitko, S. (2024). Effects of pull-up training on 50-meter freestyle swimming performance: A preliminary analysis. *Cureus*, 16(7), e65397. <https://doi.org/10.7759/cureus.65397>
- Pérez-Castilla, A., Jerez-Mayorga, D., García-Ramos, A., Haff, G. G., & Rodríguez- Rosell, D. (2019). Reliability and concurrent validity of seven commercially available devices for the assessment of movement velocity at different intensities during the bench press. *Journal of Strength and Conditioning Research*. <http://hdl.handle.net/10835/17719>
- Pérez-Olea, J. I., Valenzuela, P. L., Aponte, C., & Izquierdo, M. (2018). Relationship between dryland strength and swimming performance: Pull-up mechanics as a predictor of swimming speed. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(6), 1637–1642. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002037>
- Pink, M., Jobe, F. W., Perry, J., Kerrigan, J., Browne, A., & Scovazzo, M. L. (1992). The normal shoulder during the backstroke: An EMG and cinematographic analysis of 12 muscles. *Clinical journal of sport medicine: official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*, 2(1), 6. <https://journals.lww.com/cjsportsmed/toc/1992/01000>
- Pink, M., Jobe, F. W., Perry, J., Kerrigan, J., Browne, A., & Scovazzo, M. L. (1993). The normal shoulder during the butterfly swim stroke. An electromyographic and cinematographic analysis of twelve muscles. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 288(288), 48–59. <https://doi.org/10.1097/00003086-199303000-00007>
- Piqueras, M. C. (2018). El entrenamiento de las capacidades físicas básicas: La fuerza. *Revista observatorio del deporte*, 07-15.
- Ramírez-Campillo, R., Perez-Castilla, A., Thapa, R. K., Afonso, J., Clemente, F. M., Real Academia Española. (s.f.). Natación. En *Diccionario de la lengua española*. Recuperado en 10 de marzo de 2025, de <https://dle.rae.es/natación>
- Real Academia Española. (intr.). Nadar. En *Diccionario de la lengua española*. Recuperado en 10 de marzo de 2025, de <https://dle.rae.es/nadar?m=form>
- Rivera, D. M. (2009). Capacidades físicas básicas. Evolución, factores y desarrollo. Sesiones prácticas. *Lecturas: Educación física y deportes*, (131), 75-75.
- Ruwe, P. A., Pink, M., Jobe, F. W., Perry, J., & Scovazzo, M. L. (1994). The normal and the painful shoulders during the breaststroke. Electromyographic and cinematographic analysis of twelve muscles: Electromyographic and cinematographic analysis of twelve muscles. *The American Journal of Sports Medicine*, 22(6), 789–796. <https://doi.org/10.1177/036354659402200610>
- Saavedra, J. M., Escalante, Y., & Rodríguez, F. A. (2003). La evolución de la natación. *Lecturas: Educación física y deportes*, 7(66). <https://www.efdeportes.com/efd66/natacion.htm>
- Sadowski, J., Mas-talerz, A., Gromisz, W., & NiŹnikowski, T. (2012). Effectiveness of the power dry-land training programmes in youth swimmers. , 32(2012), 77–86. <https://doi.org/10.2478/v10078-012-0025-5>

- Sammoud, S., Negra, Y., Bouguezzi, R., Hachana, Y., Granacher, U., & Chaabene, H. (2021). The effects of plyometric jump training on jump and sport-specific performances in prepubertal female swimmers. *Journal of Exercise Science and Fitness*, 19(1), 25–31. <https://doi.org/10.1016/j.jesf.2020.07.003>
- Sánchez-Moreno, M., Rendeiro-Pinho, G., Mil-Homens, P. V., & Pareja-Blanco, F. (2021). Monitoring training volume through maximal number of repetitions or velocity-based approach. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 16(4), 527–534. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2020-0214>
- Sevimli, D. (2021). Correlations among handedness, handgrip strength and front crawl swimming performance in adolescents. Presented at 17th International Sport Sciences Congress. <https://avesis.cu.edu.tr/yayin/a632cf23-0817-4ecd-92ef-c5cc1bfa7bc4>
- Véliz Véliz, C., Maureira Cid, F., & Jaurés Rodríguez, M. (2020). Relación de la fuerza, potencia y composición corporal con el rendimiento deportivo en nadadores jóvenes de la Región Metropolitana de Chile (Relationship of strength, power, and body composition with sports performance in young swimmers in the Metropoli. *Retos digital*, 38, 300–305. <https://doi.org/10.47197/retos.v38i38.75638>
- Włodarczyk, M., Adamus, P., Zieliński, J., & Kantanista, A. (2021). Effects of velocity- based training on strength and power in elite athletes-A systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(10), 5257. <https://doi.org/10.3390/ijerph18105257>
- Yu Kwok, W., So, B. C. L., Tse, D. H. T., & Ng, S. S. M. (2021). A systematic review and meta-analysis: Biomechanical evaluation of the effectiveness of strength and conditioning training programs on front crawl swimming performance. *Journal of Sports Science & Medicine*, 20(4), 564–585. <https://doi.org/10.52082/jssm.2021.564>
- Zazo Sánchez-Mateos, R., & Castaño Moreno, S. (2023). Efectos del entrenamiento de la fuerza en nadadores jóvenes de distancia corta. Una revisión sistemática (2017-2022). *Revista de investigación en actividades acuáticas*, 6(12), 92–100. <https://doi.org/10.21134/riaa.v6i12.1941>
- Zatsiorsky, V. M., & Kraemer, W. J. (2006). *Science and Practice of Strength Training* (2nd ed.). *Human Kinetics*.