

# Efectos de un programa de entrenamiento de fuerza máxima en nadadores de competición: una revisión sistemática

David Alejandro Ruales Herrera<sup>1</sup>, Daniel López-Plaza<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Deporte. Universidad Católica San Antonio de Murcia (UCAM). Murcia. <sup>2</sup>Cátedra Internacional de Medicina del Deporte. Universidad Católica San Antonio de Murcia (UCAM). Murcia.

doi: 10.18176/archmeddeporte.00133

**Recibido:** 11/11/2022

**Aceptado:** 20/12/2022

## Resumen

**Introducción:** Los programas de entrenamiento de fuerza máxima han sido utilizados tradicionalmente en la planificación en natación, principalmente como un trabajo complementario. Aunque existen pruebas de la utilidad que puede evidenciar este tipo de preparación física, aún no queda claro cómo un programa de entrenamiento de fuerza máxima afecta a las diferentes variables del rendimiento en nadadores.

**Objetivo:** El objetivo de esta revisión sistemática fue realizar una revisión de la literatura sobre los efectos de un programa de entrenamiento de fuerza máxima sobre las variables asociadas al rendimiento en natación (velocidad de nado, frecuencia de brazada, longitud de brazada, virajes y tiempo de reacción) en nadadores de competición.

**Material y método:** La búsqueda fue realizada hasta febrero de 2022 en distintas bases de datos (Web of Science, Pubmed y Scopus). Criterios de inclusión: 1) Estudios que analizaran parámetros de rendimiento en natación; 2) intervenciones con programas de entrenamiento de fuerza máxima ( $\geq 85\%$  RM) de al menos cuatro semanas de duración; 3) sujetos con nivel competitivo nacional o superior; 4) sujetos cuatro años de experiencia competitiva en natación y diez horas de entrenamiento semanales; y 5) artículos en los que se comparan los efectos del entrenamiento de fuerza máxima en el rendimiento en natación.

**Resultados:** Un total de 8 estudios cumplieron los criterios de inclusión. Ocho de los estudios analizaron efectos en la velocidad de nado, cinco efectos en la frecuencia de brazada, cinco en la longitud de brazada, tres en la reacción de salida y dos en los virajes.

**Conclusión:** Un programa de entrenamiento de fuerza máxima tiene un efecto positivo sobre la velocidad de nado. De igual manera puede afectar variables cinemáticas como la longitud de brazada, por otro lado, no se observan en la frecuencia de brazada.

## Palabras clave:

Natación. Entrenamiento de fuerza. Entrenamiento de potencia.

## Effects of a maximal strength training program in competitive swimmers: a systematic review

### Summary

**Introduction:** Maximal strength training programs have been traditionally used in swimming planning, mainly as a complementary dry-land workout. Although there is evidence of the utility of this type of physical preparation, it is still unclear how a maximal strength training program affects different performance variables in swimmers.

**Objective:** The objective of this systematic review was to conduct a literature review on the effects of a maximal strength training program on the variables associated with swimming performance (swimming speed, stroke frequency, stroke length, turns and reaction time) in competitive swimmers.

**Material and method:** The primary search was performed until February 2022 in different databases (Web of Science, Pubmed and Scopus). Inclusion criteria: 1) studies analyzing swimming performance parameters; 2) interventions with maximal strength training programs ( $\geq 85\%$  RM) of at least four weeks duration; 3) subjects with national competitive level or higher; 4) subjects with at least four years of competitive swimming experience and ten hours of training per week; and 5) investigations comparing the effects of maximal strength training on swimming performance.

**Results:** A total of eight studies met the inclusion criteria. Eight of the studies examined effects on swim speed, five effects on stroke frequency, five on stroke length, three on start reaction, and two on turns.

**Conclusion:** A maximal strength training program has a positive effect on swimming speed. Likewise, they significantly increase kinematic variables such as stroke length. However, no evidences of significant stroke frequency modification have been identified.

## Key words:

Swimming. Resistance training. Strength training.

**Correspondencia:** Daniel López-Plaza Palomo

E-mail: dlplaza@ucam.edu

## Introducción

La natación tiene grandes diferencias con los demás deportes ya que los movimientos se ejecutan mayoritariamente en posición horizontal<sup>1</sup> en suspensión dentro de un líquido y las acciones propulsivas se realizan mediante movimientos de brazos y piernas alternativos o simultáneos. Asimismo, el agua presenta una menor resistencia a las acciones propulsoras cuando se comparan con las fuerzas que se producen en otros deportes fuera del agua contra el suelo<sup>2</sup>. El rendimiento en natación también está definido por componentes fisiológicos, psicológicos y anatómicos<sup>3,4</sup>. De igual manera, en un estudio publicado en 2013 por Barbosa *et al.*,<sup>5</sup> se observó que el rendimiento en natación dependía de la energía cinemática y la cinética, siendo la primera la relación entre la velocidad al nadar, la longitud de brazada y la frecuencia de la brazada, y la segunda la energía de trabajo que se genera al impulsarse a través del agua<sup>5</sup>.

La velocidad de desplazamiento en cualquier deporte se puede definir como un conjunto de características funcionales que permite la ejecución motriz en el menor tiempo posible<sup>6</sup>. En natación los patrones de movimiento para generar el desplazamiento del cuerpo se realizan, principalmente, cuando los nadadores ejercen fuerzas de resistencia propulsivas opuestas a la dirección de movimiento del cuerpo. El aumento de la frecuencia de la brazada y patada permite que la fuerza aplicada sea mayor en un rango de tiempo menor, aumentando a velocidad de desplazamiento<sup>2</sup>. Por este motivo, los componentes de la condición física del nadador/a juegan un papel determinante en las acciones propulsivas durante el nado. Es el caso de la fuerza, cuyo desarrollo es fundamental para generar movimientos más rápidos contra la carga que supone el agua y así lograr mantener la velocidad al desplazarse durante más tiempo<sup>7</sup>. Un aumento de la fuerza mecánica y fuerza muscular son un factor clave en el rendimiento del nadador<sup>8</sup>, la fuerza generada por los miembros superiores del cuerpo es de vital importancia para la propulsión y velocidad en el nado<sup>4</sup>. Por ello la capacidad de aplicar fuerza en el agua es fundamental a la hora de competir<sup>9</sup>. La resistencia muscular es la capacidad de un músculo o grupo de músculos para ejecutar contracciones reiteradas contra una resistencia inferior a la máxima durante un periodo de tiempo determinado<sup>10</sup>. En natación es imprescindible para lograr mantener o aumentar la velocidad de nado durante los esfuerzos requeridos en cada una de las pruebas competitivas<sup>11</sup>. Asimismo, la flexibilidad en natación permite una mayor economía, distribución de la fuerza, así como un mayor potencial técnico<sup>12</sup>. Una amplia movilidad en los nadadores puede permitir un periodo mayor de tiempo de acción de las fuerzas propulsoras, un mayor arco de movilidad articular para facilitar que el movimiento de recobro al bracear y la patada no alteren la alineación del cuerpo<sup>2</sup>.

Por ello varios estudios han evidenciado la utilidad de programas de fuerza en disciplinas deportivas de competición<sup>1,13,14</sup>, debido al crecimiento de fosfógenos, proteínas contráctiles, desarrollo de potencia anaeróbica, arquitectura muscular, pennación de fibras, síntesis proteica e hipertrofia de fibras musculares de contracción rápida<sup>15,16</sup>, aumento de la fuerza máxima y por lo tanto mayor tasa de desarrollo de la fuerza<sup>17</sup>. En consecuencia, los entrenadores y preparadores físicos realizan programas de fuerza y acondicionamiento físico para desarrollar la fuerza

de los nadadores con el objetivo de mejorar el rendimiento<sup>5,18</sup>. Es el caso del piragüismo donde la fuerza es una capacidad fundamental para un óptimo rendimiento debido a que la velocidad de la nave se hace por la continua aplicación de fuerza en el agua mediante la pala. En piragüismo de aguas tranquilas podemos ver pruebas que van desde los 40 segundos hasta varias horas por lo que fuerza aplicada será diferente para una prueba de 200 m, 1.000 m o una prueba de maratón<sup>19</sup>.

Algunos estudios han analizado los efectos del entrenamiento de fuerza y acondicionamiento en el rendimiento de natación, pero falta evidencia científica que explique los parámetros de mejora del rendimiento<sup>9,13,18</sup>. Algunos estudios evidenciaron una correlación entre la fuerza de los brazos y el rendimiento en natación<sup>9,20</sup>, así como un vínculo entre la fuerza muscular de las piernas con el rendimiento de la salida desde el poyete de salida y el viraje en natación<sup>21</sup>. Asimismo, se encontraron correlaciones débiles y moderadas entre la fuerza y la velocidad de nado<sup>8,22</sup>. Se ha sugerido que las posibles razones de una relación débil entre el entrenamiento de fuerza afuera de la piscina y el rendimiento en natación puede tener su origen en problemas a la hora de transferir esa ganancia de fuerza al medio acuático por falta de especificidad<sup>5</sup>. La revisión de Wirth *et al.*,<sup>23</sup> concluyó que el trabajo de fuerza máxima es de vital importancia para los nadadores, con intensidades entre el 85 y 100% de la RM, permitiendo adaptaciones neuronales centrales y morfológicas que ayudan a una activación muscular en un corto tiempo<sup>23</sup>. Por otro lado, un estudio encontró que su grupo de entrenamiento de fuerza tradicional y su grupo de fuerza específico usando bandas de resistencia tuvieron resultados similares en el rendimiento de natación<sup>24</sup>.

Aunque existen revisiones sistemáticas previas que investigan diferentes intervenciones de fuerza en el rendimiento de natación<sup>1,13,15,25</sup> ninguna de ellas se ha enfocado en los efectos de un programa de entrenamiento de fuerza máxima en el rendimiento de los nadadores. Estas revisiones sistemáticas recopilaron información sobre el rol de la fuerza muscular en natación y encontraron una amplia variedad de protocolos de entrenamiento como el concurrente<sup>14</sup>, pliométrico<sup>21</sup> o enfocado en la faja lumbo-abdominal<sup>25</sup> entre otros. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue analizar los efectos de un programa entrenamiento de fuerza máxima sobre las variables asociadas al rendimiento en natación (velocidad de nado, frecuencia de brazada, longitud de brazada, virajes y tiempo de reacción) en nadadores de competición.

## Material y método

### Estrategia de búsqueda

Esta revisión sistemática se realizó de acuerdo con las recomendaciones de las normas de los Elementos de Información Preferidos para Revisiones Sistemáticas y Metaanálisis (PRISMA)<sup>26</sup>.

Los estudios se obtuvieron de las siguientes bases de datos:

PubMed, Web of Science (WOS), y Scopus hasta febrero del 2022, utilizando el método de la estrategia Paciente, Intervención, Control y Resultados (PICO)<sup>27</sup>, en el cual se requirió una apropiada fabricación de la pregunta de investigación y la revisión de la literatura a partir de las siguientes palabras clave: "swimming", "resistance training", "strength training", "weight training", "Power training" y "force". Las opciones de

referencias de los estudios relevantes también se examinaron para encontrar otros estudios potencialmente elegibles.

Se utilizaron los siguientes operadores booleanos de búsqueda: (swim\*[Title]) AND ("resistance training"[Title/Abstract] OR "Strength Training"[Title/Abstract] OR "weight training" [Title/Abstract] OR "Power training" [Title/Abstract]) NOT ("water polo"[Title/Abstract]).

Debido al bajo número de artículos encontrados con la estrategia anterior, se decidió utilizar una estrategia de búsqueda más para aumentar las posibilidades de encontrar otros estudios: (swim\*[Title]) AND ("performance"[Title/Abstract]) AND ("resistance training"[Title/Abstract] OR "Strength Training"[Title/Abstract] OR "weight training" [Title/Abstract] OR "Power training" [Title/Abstract] OR force [Title/Abstract]). Sin embargo, tras realizar una revisión intensiva de los resultados arrojados por esta última búsqueda, no se encontró un mayor número de artículos que cumplieran los criterios de inclusión.

## Selección de estudios

Los estudios fueron incluidos si reunían los siguientes criterios: 1) Estudios que analizaran parámetros de rendimiento en natación; 2) intervenciones con programas de entrenamiento de fuerza máxima ( $\geq 85\%$  de la RM) de al menos cuatro semanas de duración; 3) sujetos con nivel competitivo nacional o superior; 4) sujetos con por lo menos cuatro años de experiencia competitiva en natación y diez horas de entrenamiento semanales; y 5) artículos en los que se comparan los efectos del entrenamiento de fuerza máxima en el rendimiento en natación.

Respecto a los criterios de exclusión, los estudios fueron rechazados si: 1) Estudios en otro idioma que no sea el inglés; 2) informes de casos, comunicaciones o posters en congresos y conferencias o revisiones sistemáticas, literarias o narrativas; 3) artículos que correlacionen la fuerza máxima y el rendimiento de natación sin realizar entrenamiento de fuerza; y 4) nadadores que presentaran patologías, o algún tipo de lesiones durante el estudio.

## Evaluación de la calidad

En la evaluación de calidad de los artículos se empleó la escala PEDro<sup>28</sup>, fundamentada principalmente en un acuerdo de expertos y no en datos empíricos. Este instrumento permite reconocer rápidamente cuáles de los ensayos aleatorios pueden tener suficiente validez interna e información estadística para que sus resultados sean interpretables. La escala se compone de 11 criterios, y se otorga un punto por cada criterio que se cumpla. Según la escala, tras emplear los criterios de inclusión y exclusión, todos los estudios seleccionados lograron una puntuación de 5 o superior y fueron admitidos en esta revisión (Tabla 1).

## Extracción y síntesis de datos

Una vez realizada la lectura de los estudios se consultaron los objetivos del estudio, datos referentes a los participantes (número, edad, género). Tipo de intervención, duración de la intervención (semanas), variables analizadas, procedimiento (series, repeticiones, intensidades), método de análisis y resultados. Para la puntuación de cada estudio, el grado de significancia del valor p aparecieron en el apartado de resultados para su comprobación, también se facilitó el tamaño del efecto o calculado a partir de la media y la desviación estándar.

## Resumen de la búsqueda

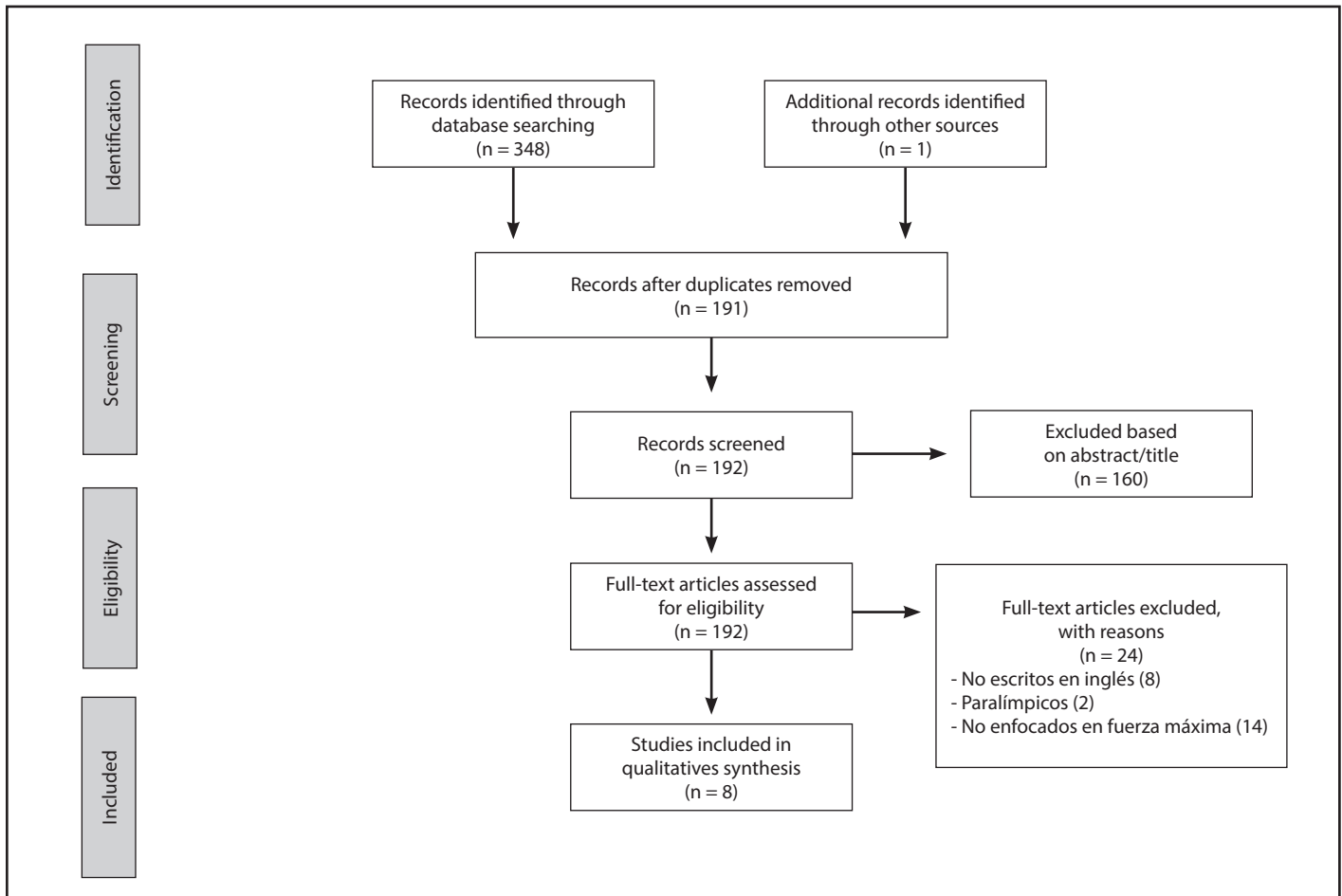
Se utilizó la metodología PRISMA, que consiste en una lista de 27 ítems (Figura 1) y un flujograma de cuatro fases. Se reconocieron en un principio 348 estudios a través de las bases de datos y se encontró un registro adicional en otras fuentes (Google Scholar). Tras excluir los artículos duplicados quedaron 191 artículos, después de leer detenidamente los resúmenes, se eligieron 32 artículos para la lectura de texto completo, se excluyeron 24 con sus respectivas razones de acuerdo a los criterios de inclusión y exclusión. Finalmente, se incluyeron 8 estudios en esta revisión sistemática.

**Tabla 1. Escala PEDro de calificación de estudios.**

Estudio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Puntuación
Born <i>et al.</i> , 2020	Y	Y	N	Y	N	N	N	Y	Y	Y	Y	6
Aspenes <i>et al.</i> , 2009	Y	Y	N	Y	N	N	N	Y	Y	Y	Y	6
Jones <i>et al.</i> , 2017	N	Y	N	Y	N	N	N	Y	Y	Y	Y	5
Girold, <i>et al.</i> , 2012	Y	Y	N	Y	N	N	N	Y	Y	Y	Y	6
Girold <i>et al.</i> , 2007	Y	Y	N	Y	N	N	N	Y	Y	Y	Y	6
Strass, 1988	Y	N	N	Y	N	N	N	Y	Y	Y	Y	5
Schumann <i>et al.</i> , 2019	Y	Y	N	Y	N	N	N	Y	Y	Y	Y	6
Amara <i>et al.</i> , 2021	Y	Y	N	Y	N	N	N	Y	Y	Y	Y	6

1. Los criterios de selección fueron detallados; 2. Los sujetos fueron establecidos aleatoriamente a los grupos (un estudio cruzado, los sujetos fueron distribuidos aleatoriamente a medida que recibían el tratamiento); 3. La asignación fue oculta; 4. Los grupos fueron similares al principio en relación con los indicadores pronósticos más importantes; 5. Los sujetos fueron cegados; 6. Los terapeutas que administraron la terapia fueron cegados; 7. Los evaluadores que midieron al menos un resultado clave fueron cegados; 8. Los resultados fueron obtenidos de por lo menos un resultado clave. Las mediciones de por lo menos uno de los resultados clave se obtuvieron de más del 85% de los sujetos; 9. Se asignaron inicialmente a los grupos; se mostraron los resultados de todos los sujetos que recibieron el tratamiento o fueron asignados al grupo de control, o cuando esto no pudo ser, se analizaron los datos de por lo menos a un resultado clave por "intención de tratar"; 10. Se informaron los resultados de las comparaciones estadísticas entre grupos por lo menos a un resultado clave; 11. El estudio proporciona medidas específicas y variabilidad por lo menos a un resultado clave.

Figura 1. PRISMA diagrama de flujo.



## Resultados

### Características de los estudios incluidos

En la clasificación de todos los estudios, se contabilizaron un total de 166 deportistas (109 hombres, 57 mujeres), con un rango de edad entre 14 y 23 años, admitidos de acuerdo con los criterios de inclusión de la revisión. Debido a la variedad metodológica de cada estudio, se proporcionó un cuadro descriptivo con las características generales de los estudios en los que se utilizó el entrenamiento de fuerza máxima en nadadores. La Tabla 2 contiene las características generales de los estudios incluidos en esta revisión sistemática. Incluye una breve descripción de los sujetos especificando el número de personas involucradas en cada estudio, su respectivo género, edad, tiempo de la intervención, nivel competitivo, el programa de fuerza máxima realizado y la medida de rendimiento.

### Tipo de estudio

Según el tipo de estudio, cinco fueron Ensayos Controlados Aleatorios<sup>9,24,29-31</sup>, un estudio piloto<sup>32</sup>, un diseño de medidas repetidas entre

grupos<sup>33</sup>, y un estudio comparativo<sup>34</sup>. También analizo el tamaño de la muestra, diferenciando entre grupo control, grupo experimental, sexo y edad media de los sujetos, siendo siete los estudios que utilizaron una muestra igual o mayor a 16 sujetos<sup>9,24,29-33</sup>. En cuanto a la medición de los efectos del entrenamiento de fuerza máxima en las variantes de rendimiento en natación, se crearon las Tablas 3 a 7 que mostraban los resultados de cada una de las respectivas variables medidas.

Los siguientes estudios presentados en la Tabla 3 muestran los resultados relacionados con la velocidad de nado. Aspenes *et al.*,<sup>9</sup> encontraron una mejora significativa del rendimiento en los 400 metros libre ( $p < 0,05$ ) con una disminución del tiempo de nado de 290,43 a 286,43 segundos en el grupo experimental y sin cambios en el grupo control. En cuanto al rendimiento de los 50 y 100 metros libres no se encontraron mejoras significativas del grupo experimental, ni en el grupo control ( $p = 0,11$  y  $p = 0,12$ ) respectivamente.

En otro estudio realizado por Girolid *et al.*,<sup>24</sup> el rendimiento en la velocidad de nado en 50 metros libres mejoró de manera significativa ( $p < 0,05$ ) tanto en la semana 6 como en la semana 12 ( $2,8 \pm 2,5\%$ ) tras un periodo de entrenamiento de fuerza máxima. No se observaron cambios en el rendimiento en el grupo control ( $p > 0,05$ ). Asimismo,

Tabla 2. Características generales de los estudios seleccionados para la revisión sistemática.

Estudios	N.º de participantes	Sexo	Edad	Semanas	Nivel competitivo	Programa de entreno de fuerza	Rendimiento medido
Born <i>et al.</i> , 2020	21	F = 12 M = 9	17,1 ± 2,6	6	Nacional e internacional	Sentadilla y peso muerto 3x (6-8) rep - 4x y (2-4) rep +2,5 kg por serie terminada	5 m 10 m 15 m 25 m Reacción de salida Ritmo de brazada Longitud de brazada
Aspenes <i>et al.</i> , 2009	20	F = 12 M = 8	16,5 ± 1,5	11	Nacional	Cable cross over 3x5 rep + 1,5 kg por serie terminada 5 RM	50 m 100 m 400 m Longitud de brazada Ritmo de brazada
Jones <i>et al.</i> , 2017	12	F = 2 M = 10	19,4 ± 1,1	6	Internacional	Press banco, prensa, bench pull, press de hombros, dominadas, y sentadilla 4-5x (5-8) rep al 85-90% del RM	Virajes 5 m
Girold <i>et al.</i> , 2012	24	F = 12 M = 12	21,8 ± 3,9	4	Nacional	Dominadas and draws with pulleys 3x3 rep al 80-90% del RM	50 m Longitud de brazada Ritmo de brazada
Girold <i>et al.</i> , 2007	21	F = 11 M = 10	16,5 ± 3,5	12	Nacional	Press banco, dominada, draw with barbells, sentadilla, and saltos 6 rep al 80-90% del RM	50 m Longitud de brazada Ritmo de brazada
Strass, 1988	19	F = 2 M = 17	16,6 ± 1,2	6	Nacional	Músculos extensores del brazo utilizando pesas 3x (3/90%RM-2/95%RM-1/100%RM)	25 m 50 m Longitud de brazada Ritmo de brazada
Schumann <i>et al.</i> , 2020	16	F = 6 M = 10	15,1 ± 1,1	7	Internacional	Sentadilla, peso muerto, press banco y dominadas 4x (3-4) rep al 85-90% del RM	5 m 10 m 15 m 400 m Reacción de salida
Amara <i>et al.</i> , 2021	33	F = 0 M = 33	16,1 ± 1,2	9	Nacional	Press banco y prensa 3-4-5 x (3-4-5) rep al 85-90% del RM	25 m 50 m Virajes Reacción de salida

F: femenino; Kg: kilogramo; M: Masculino; m: metros; Rep: repeticiones; RM: repetición máxima.

Girold *et al.*,<sup>34</sup> obtuvieron cambios significativos en la velocidad media de nado de los 50 metros libres ( $p < 0,05$ ) tras un periodo de 4 semanas entrenamiento de fuerza ( $+2 \pm 1,3\%$ ), no se observaron cambios en el rendimiento en el grupo control a lo largo del estudio.

La investigación llevada a cabo por Schumann *et al.*,<sup>35</sup> no mostró cambios significativos en el tiempo de 400 metros libres a lo largo de la intervención en ambos grupos. En la velocidad en 5 metros y 15 metros no hubo cambios significativos en el grupo experimental, pero pudo observarse una predisposición a la significación estadística en el grupo control ( $p = 0,054$ ). En los 10 metros el rendimiento mejoró un (3,6%) en el grupo experimental ( $p = 0,039$ ) pero no en el grupo control. De manera similar, Amara *et al.*,<sup>36</sup> identificaron efectos positivos y significativos tras una intervención con entrenamiento de fuerza máxima en el tiempo de los 25 metros libres ( $p < 0,001$ ) con una disminución de tiempo de  $13,52 \pm 0,56$  a  $12,76 \pm 0,54$  segundos y en los 50 metros libres ( $p < 0,001$ ) con una mejora significativa de tiempo (Pretest  $26,91 \pm 1,29$  y Posttest  $25,20 \pm 1,26$  segundos) mientras que no se encontraron

diferencias significativas en el grupo control. Strass<sup>37</sup>, también encontró efectos positivos de una intervención de fuerza máxima utilizando los músculos extensores del brazo, en la velocidad media en los 25 metros libres ( $p < 0,001$ ) así como en la distancia de los 50 metros libres ( $p < 0,001$ ) con una velocidad media de  $1,77 \pm 0,08$  a  $1,81 \pm 0,08$  m/s. El grupo de control no mostró cambios significativos en los parámetros de las pruebas de natación entre las mediciones pre y post.

Por otro lado, en el estudio de Born *et al.*,<sup>38</sup> no se encontraron diferencias significativas entre los tiempos parciales pre y post de 5, 10, 15 y 25 metros ( $p = 0,65, 0,64, 0,53, y 0,74$ , respectivamente), pero en la comparación por pares indicó una mejora en los 5 metros ( $p = 0,02$ ), 15 metros ( $p = 0,03$ ) y 25 metros ( $p = 0,01$ ). De manera similar, Jones *et al.*,<sup>39</sup> no observaron efectos en el tiempo medido en 5 metros tras salida.

Los estudios relacionados con los efectos del entrenamiento de fuerza máxima en la frecuencia de brazada pueden observarse en la Tabla 4. En la investigación de Aspenes *et al.*,<sup>14</sup> no hubo cambios en la frecuencia de brazada del grupo experimental (0,953 vs 0,930 Hertz),

**Tabla 3. Efectos de un programa de entrenamiento de fuerza máxima en la velocidad en natación.**

Estudio	Medición	Resultados
Aspenes, 2009	50 metros (s)	p = 0,11
Aspenes, 2009	100 metros (s)	p = 0,12
Aspenes, 2009	400 metros (s)	p <0,05*
Girold, 2007	50 metros (s)	p <0,05*
Girold, 2012	50 metros (s)	p <0,05*
Schumann, 2020	5 metros (s)	p = 0,054
Schumann, 2020	10 metros (s)	p = 0,039*
Schumann, 2020	15 metros (s)	p = 0,054
Schumann, 2020	400 metros (s)	p >0,05
Amara, 2021	25 metros (s)	p <0,001*
Amara, 2021	50 metros (s)	p <0,001*
Strass, 1988	25 metros (s)	p <0,001*
Strass, 1988	50 metros (s)	p <0,001*
Born, 2020	5 metros (s)	p = 0,65
Born, 2020	10 metros (s)	p = 0,64
Born, 2020	15 metros (s)	p = 0,53
Born, 2020	25 metros (s)	p = 0,74
Jones, 2017	5 metros (s)	p >0,05

p <0,05: significativo; \*:significativo; s: segundos.

**Tabla 4. Efectos de un programa de entrenamiento de fuerza máxima en la frecuencia de brazada en natación.**

Estudio	Medición	Resultados
Aspenes et al., 2009	Frecuencia de brazada (Hz)	p >0,05
Girold et al., 2007	Frecuencia de brazada (c*m)	p >0,05
Girold et al., 2012	Frecuencia de brazada (c*m)	p >0,05
Strass, 1988	Frecuencia de brazada (c*m)	p <0,05*↓
Born et al., 2020	Frecuencia de brazada (c*m)	p >0,05

p <0,05: significativo; \*:significativo; ↓: Disminución; c\*m: ciclo\*min; Hz: Hertz.

ni del grupo control (0,885 vs 0,872 Hertz). Asimismo, en el estudio de Girold et al.,<sup>24</sup>, no se encontraron diferencias significativas en la frecuencia de brazada en el grupo experimental de fuerza máxima pero sí un aumento de su frecuencia en el grupo control (p <0,05) de la semana 0 (47,8±3,7 ciclo\*min) a la semana 12 (48,7±3,7 ciclo\*min). Los mismos autores<sup>29</sup>, no encontraron un resultado significativo en el aumento de la frecuencia de brazada tras ocho semanas de entrenamiento de fuerza máxima en el grupo experimental<sup>30</sup>. Un resultado significativo se evidenció en el estudio de Strass<sup>32</sup>, ya que la frecuencia de brazada disminuyó de 55,0 ± 4,0 a 53,5 ± 3,4 ciclo\*min tanto en los 25 metros libres (p <0,05) como en los 50 metros libres (p <0,05) en el grupo experimental (56,7 ± 3,2 a 54,7 ± 3,6 ciclo\*min). Sin embargo, en el estudio de Born et al.,<sup>33</sup>, no hubo cambios significativos en la frecuencia de brazada del grupo experimental.

En la Tabla 5 se resumen los estudios relacionados a los efectos del entrenamiento de fuerza máxima en la longitud de brazada. En el estudio de Aspenes et al.,<sup>9</sup>, no se observaron cambios significativos en la longitud de brazada del grupo experimental en hombres (pretest 1,68 y post 1,73 metros), pero sí en mujeres (1,61 vs 1,78 m en pretest y postest, respectivamente)

Girold et al.,<sup>24</sup>, no mostraron efectos significativos tras 6 semanas, ni tampoco después de 12 semanas de entrenamiento de fuerza máxima en la longitud de brazada de los nadadores. En un trabajo posterior por Girold et al.,<sup>29</sup>, hallaron resultados significativos (p <0,05) en la longitud de brazada, que aumentó en el grupo experimental de 2,05 ± 0,01 a 2,11 ± 0,08 metros<sup>25</sup>.

Por otro lado, en el estudio de Strass<sup>32</sup>, se identificaron aumentos de los valores medios de la longitud de brazada (p <0,01) tanto en la distancia de 25 metros (2,01 ± 0,24 a 2,16 ± 0,26 metros) como en los 50 metros (1,88 ± 0,10 a 2,01 ± 0,24 metros). Estos valores correspondieron a un incremento medio de 3,9% en los 25 metros y de 4,1% en los 50 metros. Asimismo, los resultados de Born et al.,<sup>33</sup>, mostraron una disminución de la longitud de brazada, pero de manera no significativa de 2,04 ± 0,12 a 2,02 ± 0,14 metros posterior al entrenamiento de fuerza máxima.

Los estudios relacionados con los efectos del entrenamiento de fuerza máxima en el tiempo de viraje y el tiempo de reacción de salida pueden observarse en la Tabla 6. Schumann et al.,<sup>30</sup>, encontraron que no hubo cambios significativos en el tiempo de reacción del taco de salida en ambos grupos (p >0,05) tanto experimental como control mientras que Amara et al.,<sup>31</sup>, revelaron cambios significativos en la reacción de salida (p <0,001) del grupo experimental tras 9 semanas de entrenamiento de fuerza máxima. Por el contrario, Born et al.,<sup>33</sup>, no encontraron cambios significativos en los tiempos de reacción del gru-

**Tabla 5. Efectos de un programa de entrenamiento de fuerza máxima en la longitud de brazada en natación.**

Estudios	Medición	Resultados
Aspenes et al., 2009	Longitud de brazada (m)	p >0,05
Girold et al., 2007	Longitud de brazada (m)	p >0,05
Girold et al., 2012	Longitud de brazada (m)	p <0,05*↑
Strass, 1988	Longitud de brazada (m)	p <0,01*↑
Born et al., 2020	Longitud de brazada (m)	p >0,05

p <0,05: significativo; \*: significativo; ↑: Aumento; m: metros.

**Tabla 6. Efectos de un programa de entrenamiento de fuerza máxima en la reacción de salida y el viraje en natación.**

Estudios	Medición	Resultados
Schumann, 2020	Reacción de salida (s)	p >0,05
Amara, 2021	Reacción de salida (s)	p <0,001* ↓
Born, 2020	Reacción de salida (s)	p >0,05
Amara, 2021	Tiempo de viraje (s)	p <0,001* ↓
Jones, 2017	Tiempo de viraje (s)	p >0,05

p <0,05: significativo; \*: significativo; ↓: Disminución; s: segundos.

**Tabla 7. Efectos de un programa de entrenamiento de fuerza máxima en el viraje en natación.**

Estudios	Medición	Resultados
Amara, 2021	Tiempo de viraje (s)	$p < 0,001^{*}\downarrow$
Jones, 2017	Tiempo de viraje (s)	$p > 0,05$

$p < 0,05$ : significativo; \*: significativo;  $\downarrow$ : Disminución; s: segundos.

po experimental después de 6 semanas de intervención. En la Tabla 7 pueden verse los estudios relacionados a los efectos del entrenamiento de fuerza máxima en el viraje de los nadadores.

Según Amara *et al.*,<sup>31</sup> el tiempo en el viraje de los nadadores disminuyó significativamente ( $p < 0,001$ ) tras un programa de fuerza seguido por los sujetos mientras que, en el estudio realizado por Jones *et al.*,<sup>34</sup> no se encontraron cambios significativos en el tiempo de viraje en las seis semanas posteriores al programa de fuerza máxima.

## Discusión

Esta revisión sistemática ofrece un examen exhaustivo de los efectos de un programa de entrenamiento de fuerza máxima en variables asociadas al rendimiento en nadadores como son la velocidad media de nado, la frecuencia de brazada, la longitud de brazada, la reacción de salida y el tiempo en virajes. Los resultados de esta revisión revelaron que el entrenamiento de fuerza máxima tiene un efecto significativo sobre el rendimiento en natación, especialmente en la velocidad media de pruebas cortas como el 25 y 50 metros libre. Se ha observado una gran variabilidad entre los ejercicios e intensidades propuestas en los diferentes protocolos de los estudios, así como de su metodología. Los resultados de esta revisión sistemática se consideran importantes debido a los numerosos entrenadores que emplean este modelo de entrenamiento de fuerza en su planificación para alcanzar un mayor rendimiento en el agua.

### Velocidad de nado

La velocidad de nado es el producto de la frecuencia de brazada y la longitud de brazada<sup>5</sup>. Esta variable ha sido estudiada tras un programa de entrenamiento para la mejora de fuerza máxima por varios autores en distancias cortas que van desde los 5 metros hasta los 100 metros<sup>9,24,29-34</sup> y también en distancias medias de 400 metros<sup>9,30</sup>. La velocidad en estas distancias se relaciona con una mejora de la fuerza como mostraron Amaro *et al.*,<sup>35</sup> y Marques *et al.*,<sup>36</sup> que también evaluaron distancias cortas de nado al finalizar sus intervenciones de acondicionamiento físico de alta intensidad. Hallazgos similares pueden observarse en los trabajos de Lopes *et al.*,<sup>37</sup> y Amara *et al.*,<sup>38</sup> donde analizaron los efectos del entrenamiento concurrente en nadadores y las distancias utilizadas para medir la velocidad de nado fueron desde 25 hasta los 100 metros. De igual manera el estilo libre fue el más utilizado por estos estudios a la hora de medir el rendimiento al nadar.

El rendimiento o el aumento de la velocidad de nado se mide por la disminución del tiempo realizado en las distintas pruebas al nadar.

En esta revisión encontramos diferentes resultados dependiendo de la distancia y el autor. Se vieron mejoras significativas en los tiempos de 50 m libres en cuatro<sup>24,29,31,32</sup> de los cinco estudios recopilados. Con respecto a las distancias de 25 metros libres, dos estudios mostraron una mejora en el rendimiento<sup>31,32</sup> y en uno sin cambios<sup>33</sup>, mientras que en distancias cortas de 5 a 15 metros únicamente Schumann *et al.*,<sup>30</sup> identificaron mejoras significativas en la velocidad de nado en 10 m. Los efectos de este tipo de entrenamiento en pruebas más largas, como los 400 m, se han investigado en menor medida y con resultados poco concluyentes<sup>9</sup>. Estos resultados se ven reflejados en la revisión sistemática de Muniz *et al.*,<sup>39</sup> donde analizaron el entrenamiento de potencia y fuerza, encontrando que el entrenamiento de fuerza de los miembros y tronco superior del cuerpo como parte de la planificación del nadador, parece crucial para mejorar las fuerzas de propulsión utilizadas en el agua.

Por ello estos resultados nos pueden indicar que un aumento general de la fuerza, en este caso con ejercicios de fuerza máxima, produce mejoras en el rendimiento de nado, especialmente en distancias cortas de 25 y 50 metros libres. Sin embargo, en distancias más cortas no se identifican mejoras quizás debido a que en espacios muy cortos, acciones con un competente más neuromuscular y coordinativo, como la velocidad de ejecución de la salida del poyete o la ondulación subacuática juega un papel más importante<sup>40</sup>. Distancias por encima de los 50 metros han sido poco estudiadas por lo que se requiere más trabajos que analicen los efectos de fuerza máxima en dichas distancias. De esta manera, de una forma práctica, puede ser necesario que los entrenadores incorporen en sus planificaciones, semanas de entrenamiento de fuerza máxima principalmente en nadadores especializados en distancias cortas.

### Frecuencia de brazada

Podemos entender la frecuencia de brazada como el número de ciclos de brazadas que realiza el nadador cada minuto (ciclos/min) o el tiempo que necesitan para completar un ciclo de brazada (tiempo/ciclo)<sup>2</sup>. Un ciclo de brazada en estilo libre y espalda este compuesto por dos brazadas. Esta variable es muy importante en las competencias de velocidad en la natación ya que una mayor frecuencia de brazada está relacionada con un mejor desempeño a la hora de competir<sup>13</sup>, ya que la velocidad de nado es el resultado de la frecuencia de brazada y la longitud de brazada<sup>5</sup>. Cuatro estudios recopilados en esta revisión muestran que la frecuencia de brazada no se vio alterada<sup>9,24,29,33</sup> y solo uno muestra<sup>32</sup> una disminución. Esta variable parece no verse afectada por el entrenamiento de fuerza máxima, quizás debido a que regularmente son movimientos tradicionales poco específicos a la natación, o quizás debido a que la frecuencia de brazada es una variable que se modifica muy poco durante el crecimiento y que no cambia mucho entre nadadores amateurs y profesionales<sup>41</sup>.

### Longitud de brazada

La longitud de la brazada es la distancia recorrida por un nadador cada ciclo de brazada, se calcula como el desplazamiento del nadador (en metros) durante un ciclo de brazada<sup>5</sup>. Algunos estudios previos observaron aumentos significativos de la longitud de brazada<sup>29,32</sup> mientras

otras investigaciones no encontraron cambios en dicha variable<sup>9,24,33</sup>. De manera similar, en la revisión realizada por Crowley *et al.*,<sup>14</sup> se identificaron, por un lado, mejoras en el rendimiento relacionadas a aumentos de longitud de brazada y, por otro lado, mejoras en la velocidad de nado sin cambios en la longitud de brazada. De igual manera se han observado diferencias significativas entre la longitud de brazada de nadadores amateurs y profesionales, donde los segundos recorren una mayor distancia por ciclo de brazada<sup>41</sup>. A la vista de los resultados, no queda realmente claro si un programa de entrenamiento de fuerza máxima afecta la longitud de brazada, pero parece que podría llegar a afectarla debido a que algunos estudios no alcanzaron la significancia, pero esta si mejora, por lo que es necesario una mayor cantidad de artículos que analicen los efectos de la fuerza máxima sobre esta variable.

## Tiempo de reacción

El tiempo de reacción es el tiempo entre la señal de salida y el primer movimiento del nadador en el poyete. Únicamente tres estudios analizaron esta variable tras una intervención de fuerza máxima<sup>30,31,33</sup> y solamente uno de ellos encontró una mejora en la reacción de salida<sup>31</sup>. Thng *et al.*,<sup>40</sup> afirmaron que es difícil determinar si el entrenamiento tradicional o combinado puede ser más útil para mejorar la reacción de salida. Por lo tanto, no queda claro los efectos de un programa de entrenamiento de fuerza máxima sobre la reacción de salida, pero es posible que otros factores más específicos como la explosividad y la reacción tengan un papel más importante que la fuerza máxima.

## Virajes

En esta revisión sistemática solo se encontraron dos estudios<sup>31,34</sup> que relacionaban los entrenamientos de fuerza máxima y el rendimiento en los virajes y solo uno de ellos reveló resultados significativos con una mejora en el rendimiento del viraje<sup>31</sup>. Hermosilla *et al.*,<sup>42</sup> realizaron una revisión donde analizaron los efectos de diferentes programas de fuerza en los virajes hallando que altas intensidades entre un 85-100% de la RM tienen un resultado positivo en la potencia y fuerza generadas durante la fase de contacto con la pared. De esta manera, concluyeron que entrenamientos con cargas máximas y submáximas podrían ser más eficientes para mejorar el rendimiento en el impulso. Esto nos hace plantear que los ejercicios de fuerza máxima podrían ayudar a la mejora del rendimiento en los virajes, pero debido a los pocos estudios encontrados y analizados en esta revisión, los cuales solo miden el tiempo de contacto con la pared y no la distancia recorrida tras el empuje, se desconoce el impacto real de la fuerza máxima sobre los virajes.

## Limitaciones

Algunas limitaciones pueden ser identificadas dentro del presente estudio. En primer lugar, las diferencias metodológicas entre algunos estudios<sup>32-34</sup> y la baja calidad metodológica de otros<sup>32</sup> pueden afectar los resultados. En segundo lugar, los programas de fuerza máxima propuestos utilizan diferentes intensidades, volúmenes y ejercicios, lo que resulta en una carga de entrenamiento de diferente magnitud<sup>14,24,29-33</sup>. Por otro lado, las diferencias de género tampoco se tuvieron en cuenta y podrían afectar en los resultados. Además, algunos estudios

contaban con nadadores de elite<sup>31,33,34</sup> con experiencia en entrenamiento de fuerza y que podrían estar realizando un entrenamiento concurrente, lo cual podría afectar la respuesta física a dichos estímulos de fuerza máxima.

## Aplicaciones prácticas

Conocer cómo afecta el entrenamiento de fuerza máxima sobre las diferentes variables de rendimiento en nadadores posibilitan a los entrenadores realizar planificaciones más precisas durante la temporada y de esta manera poder controlar mejor las adaptaciones de la preparación física con la finalidad de mejorar el rendimiento en el agua. De igual manera los entrenadores podrían, según el perfil del nadador (velocista - semi fondista - fondista), desarrollar sesiones más específicas a los objetivos propuestos para dichos nadadores y de esta manera mejorar el rendimiento a la hora de competir.

## Conclusiones

El entrenamiento de fuerza máxima revela efectos positivos sobre la velocidad de nado en distancias cortas ya que varios estudios mostraron mejoras en el rendimiento de dichas pruebas. Este tipo de programas de fuerza podría ser beneficioso para nadadores centrados en la velocidad, especialmente en 50 m. Por otro lado, en lo que respecta a otras variables cinemáticas, parece que la mejora de la fuerza máxima podría modificar la longitud de brazada, aumentando sus valores sin interferir en la frecuencia de brazada. Por último, no existen evidencias suficientes para afirmar que el rendimiento en las acciones acíclicas como los virajes y las salidas tras un programa de entrenamiento de fuerza máxima mejoren significativamente.

## Conflicto de interés

Los autores no declaran conflicto de interés alguno.

## Bibliografía

1. Aspenes ST, Karlsen T. Exercise-training intervention studies in competitive swimming. *Sports Med.* 2012;42:527-43.
2. Maglischo EW. *Natación. Técnica, entrenamiento y competición*. Badalona: Editorial Paidotribo. 2009.
3. Toussaint HM, Hollander AP. Energetics of Competitive Swimming: Implications for Training Programmes. *Sports Med.* 1994;18:384-405.
4. Lavoie JM, Montpetit RR. Applied physiology of swimming. *Sports Med.* 1986;3:165-89.
5. Barbosa TM, Costa MJ, Marinho DA. Proposal of a deterministic model to explain swimming performance. 2013.
6. Grosser M, Brüggemann P, Zintl F. *Alto rendimiento deportivo*. Ediciones Martínez Roca, S. A. 1989.
7. Tudor B, Carlo B. *Periodización del entrenamiento deportivo*. Badalona: Paidotribo. 2016.
8. Trappe SW, Pearson DR. Effects of weight assisted dry-land strength training on swimming performance. *J Strength Cond Res.* 1994;8:209-13.
9. Aspenes S, Kjendlie P-L, Hoff J, Helgerud J. Combined strength and endurance training in competitive swimmers. *J Sports Sci Med.* 2009;8:357-65.
10. Maunder E, Seiler S, Mildenhall MJ, Kilding AE, Plews DJ. The importance of "durability" in the physiological profiling of endurance athletes. *Sports Med.* 2021;51:1619-28.
11. Cancela Carral JM, Camiña Fernández F, Pariente Baglietto S. *Tratado de natación: de la iniciación al perfeccionamiento*. Badalona, Paidotribo. 2011.



12. Vasile L. Endurance training in performance swimming. *Procedia Soc Behav Sci*. 2014;117:232-7.
13. Fone L, van den Tillaar R. Effect of different types of strength training on swimming performance in competitive swimmers: A systematic review. *Sports Med Open*. 2022;8:19.
14. Crowley E, Harrison AJ, Lyons M. The impact of resistance training on swimming performance: A systematic review. *Sports Med*. 2017;47:2285-307.
15. Haff GG, Nimphius S. Training principles for power. *Strength Cond J*. 2012;34:2-12.
16. Saltin B, Gollnick PD. Skeletal muscle adaptability: Significance for metabolism and performance. *Comprehensive Physiology*. 1983;555-631.
17. Suchomel TJ, Nimphius S, Stone MH. The importance of muscular strength in athletic performance. *Sports Med*. 2016;46:1419-49.
18. Batalha N, Raimundo A, Tomas-Carus P, Paulo J, Simão R, Silva AJ. Does a land-based compensatory strength-training programme influence the rotator cuff balance of young competitive swimmers? *Eur J Sport Sci*. 2015;15:764-72.
19. Folgar M, Cárceles F, Román L. *J Entrenamiento en piragüismo de aguas tranquilas*. 2.0 Editora. 2014.
20. Tanaka H, Swensen T. Impact of resistance training on endurance performance: A new form of cross-training? *Sports Med*. 1998;25:191-200.
21. Vantorre J, Chollet D, Seifert L. Biomechanical analysis of the swim-start: a review. *J Sports Sci Med*. 2014;13(2):223-31.
22. Garrido N, Marinho DA, Reis VM, van den Tillaar R, Costa AM, Silva AJ, et al. Does combined dry land strength and aerobic training inhibit performance of young competitive swimmers? *J Sports Sci Med*. 2010;9:300-10.
23. Wirth K, Keiner M, Fuhrmann S, Nimmerichter A, Haff GG. Strength training in swimming. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19:5369.
24. Girold S, Maurin D, Dugué B, Chatard J-C, Millet G. Effects of dry-land vs. resisted- and assisted-sprint exercises on swimming sprint performances. *J Strength Cond Res*. 2007;21:599-605.
25. Muniz-Pardos B, Gomez-Bruton A, Matute-Llorente A, Gonzalez-Aguero A, Gomez-Cabello A, Gonzalo-Skok O, et al. Swim-specific resistance training: A systematic review. *J Strength Cond Res*. 2019;33:2875-81.
26. Urrútia G, Bonfill X. Declaración PRISMA: una propuesta para mejorar la publicación de revisiones sistemáticas y metaanálisis. *Med Clin (Barc)*. 2010;135:507-11.
27. da Costa Santos CM, de Mattos Pimenta CA, Nobre MRC. The PICO strategy for the research question construction and evidence search. *Rev Lat Am Enfermagem*. 2007;15:508-11.
28. Maher CG, Sherrington C, Herbert RD, Moseley AM, Elkins M. Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. *Phys Ther*. 2003;83:713-21.
29. Girold S, Jalab C, Bernard O, Carette P, Kemoun G, Dugué B. Dry-land strength training vs. electrical stimulation in sprint swimming performance. *J Strength Cond Res*. 2012;26:497-505.
30. Schumann M, Notbohm H, Bäcker S, Klocke J, Fuhrmann S, Clephas C. Strength-training periodization: No effect on swimming performance in well-trained adolescent swimmers. *Int J Sports Physiol Perform*. 2020;15:1-9.
31. Amara S, Crowley E, Sammoud S, Negra Y, Hammami R, Chortane OG, et al. What is the optimal strength training load to improve swimming performance? A randomized trial of male competitive swimmers. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18:11770.
32. Strass D. Effects of maximal strength training on sprint performance of competitive swimmers. *Swimming science V*. 1988;149-156.
33. Born D-P, Stöggel T, Petrov A, Burkhardt D, Lüthy F, Romann M. Analysis of freestyle swimming sprint start performance after maximal strength or vertical jump training in competitive female and male junior swimmers. *J Strength Cond Res*. 2020;34:323-31.
34. Jones JV, Pyne DB, Haff GG, Newton RU. Comparison of ballistic and strength training on swimming turn and dry-land leg extensor characteristics in elite swimmers. *Int J Sports Sci Coach*. 2018;13:262-9.
35. Amaro NM, Marinho DA, Marques MC, Batalha NP, Morouço PG. Effects of dry-land strength and conditioning programs in age group swimmers. *J Strength Cond Res*. 2017;31:2447-54.
36. Marques MC, Yáñez-García JM, Marinho DA, González-Badillo JJ, Rodríguez-Rosell D. In-season strength training in elite junior swimmers: The role of the low-volume, high-velocity training on swimming performance. *J Hum Kinet*. 2020;74:71-84.
37. Lopes TJ, Neiva HP, Gonçalves CA, Nunes C, Marinho DA. The effects of dry-land strength training on competitive sprinter swimmers. *J Exerc Sci Fit*. 2021;19:32-9.
38. Amara S, Barbosa TM, Negra Y, Hammami R, Khalifa R, Chortane SG. The effect of concurrent resistance training on upper body strength, sprint swimming performance and kinematics in competitive adolescent swimmers. A randomized controlled trial. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18:10261.
39. Muniz-Pardos B, Gomez-Bruton A, Matute-Llorente A, Gonzalez-Aguero A, Gomez-Cabello A, Gonzalo-Skok O, et al. Nonspecific resistance training and swimming performance: Strength or power? A systematic review: Strength or power? A systematic review. *J Strength Cond Res*. 2022;36:1162-70.
40. Thng S, Pearson S, Keogh JWL. Relationships between dry-land resistance training and swim start performance and effects of such training on the swim start: A systematic review. *Sports Med*. 2019;49:1957-73.
41. Kjendlie P-L, Stallman RK, Stray-Gundersen J. Adults have lower stroke rate during submaximal front crawl swimming than children. *Eur J Appl Physiol*. 2004;91:649-55.
42. Hermsilla F, Sanders R, González-Mohino F, Yustres I, González-Rave JM. Effects of dry-land training programs on swimming turn performance: A systematic review. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18:9340.