

UNIVERSIDAD CAMILO JOSÉ CELA
FACULTAD DE SALUD

MÁSTER EN FISIOTERAPIA Y
READAPTACIÓN EN EL DEPORTE

Curso Académico 2018 / 2019

TRABAJO FIN DE MÁSTER

**Programas de entrenamiento compensatorios en nadadores y
su relación con el rendimiento deportivo y la prevención de
lesiones en el manguito rotador del hombro.**

Autor/a: Manuel Hervada Barciela.
Director/Tutor/a: Dra. Edurne Úbeda D`Ocasar.

Índice

- Introducción.....Página 1
- Material y métodos.....Página 2
- Resultados..... Página 4
- Discusión.....Página 5
- Conclusiones.....Página 11
- Limitaciones del estudio.....Página 12
- Bibliografía.
- Anexo 1. Tabla 4 Características de los estudios.

Índice de tablas y cuadros.

- Tabla 1. Criterios de inclusión y exclusiónPágina 2
- Tabla 2. Ecuaciones de búsqueda.....Página 3
- Diagrama de flujo.....Página 4
- Tabla 3. Escala PEDro.....Página 5
- Tabla 4. Características de los estudios.....Página 5 (ver ANEXO 1)

Índice de abreviaturas.

- R.E. Rotadores Externos.
- R.I. Rotadores Internos.
- ROM. Rango movilidad articular.
- Rep. Repeticiones.
- RM. Repetición máxima.
- RFD. Ratio de fuerza desarrollada.
- POST 1. 1º medición post-intervención.
- POST 2. 2º medición post-intervención.
- PRE. Medición pre-intervención.
- HIIT. High Intensity Interval Training.
- MMSS. Miembros superiores.
- MMII. Miembros inferiores.

Agradecimientos.

A mi tutora Edurne Úbeda D`Ocasar, que siempre estuvo disponible para ayudarme a solucionar todas y cada una de las dificultades que se dieron a lo largo del desarrollo del presente trabajo.

También a mis compañeros del equipo médico y de fisioterapia de la clínica “iQtra Medicina Avanzada”, quienes en las fases finales de confección del trabajo me motivaron a cuestionarme nuevos enfoques que resultaron útiles para mi análisis final.

Resumen. La práctica deportiva de la natación es una recomendación frecuente como solución a diversas patologías mecánicas de orígenes variados, apoyándose en el concepto que se tiene de la misma, como de un deporte simétrico, que no genera discordancias entre ambos hemicuerpos, considerándose popularmente el deporte más completo de todos.

Sin embargo, al trabajar con nadadores profesionales o semiprofesionales, quienes dedican muchas horas al entrenamiento, se observan claros desequilibrios entre ciertos grupos musculares (especialmente en su manguito rotador), razón por la cual, es muy común que el equipo técnico del club decida implantar un programa compensatorio para evitar que dichos desequilibrios desencadenen en una lesión y/o afecten al rendimiento de sus deportistas.

El objetivo del presente estudio será valorar los diferentes programas de entrenamiento compensatorio en nadadores, prestando especial atención a sus efectos sobre la prevención de lesiones en el manguito rotador y el rendimiento deportivo; además de determinar qué tipo de entrenamiento es más efectivo, uno realizado fuera del agua u otro completado en el propio medio acuático.

Material y métodos. Se realizó una búsqueda sistemática bibliográfica en los meses de noviembre y diciembre de 2018 en las bases de datos: PUBMED, SCOPUS, WEB OF SCIENCE y PEDro, empleando los términos CUFF ROTATOR, SWIMMERS, PREVENTION, y STRENGTH TRAINING. El resultado fueron un total de 156 de los cuales tras aplicar los criterios de inclusión y exclusión se redujo a un total de 17 que resultaron analizados.

Resultados. Casi con unanimidad todos los estudios analizados coinciden en aspectos como la mejora de los picos de fuerza máxima, el aumento del ROM, o las mejoras en el rendimiento, tras implementar un tipo de entrenamiento de fuerza o resistencia.

Conclusiones. El entrenamiento compensatorio para los nadadores presenta efectos muy positivos a la hora de, prevenir lesiones y mejorar su rendimiento. Es necesario continuar investigando para determinar si es más beneficiosa su ejecución en el agua o fuera de ella. Del mismo modo, una vez fundamentada la utilidad de dicho entrenamiento, quedaría por aclarar qué ejercicios son especialmente los más eficaces.

Palabras clave. Manguito rotador, nadadores, prevención, programa de fuerza, rendimiento.

[Summary](#). The sports practice of swimming is a frequent recommendation as a solution to various mechanical pathologies of varied origins, based on the concept of it, as a symmetrical sport, which does not generate discrepancies between both body sides, popularly considered the most complete sport of all.

However, by working with professional or semi-professional swimmers, who devote many hours to training, there are clear imbalances between certain muscle groups (especially in their rotator cuff), which is why it is very common for the Technical team of the club decide to implant a compensatory program to prevent these imbalances trigger in an injury and/or affect the performance of their athletes.

The aim of this study will be to assess the different compensatory training programs in swimmers, paying special attention to their effects on the prevention of rotator cuff injuries and sporting performance; in addition to determining what type of training is most effective, one completed out of water or another completed in the aquatic environment.

[Methods](#). A systematic bibliographic search was carried out in the months of November and December of 2018 in the databases: PUBMED, SCOPUS, WEB of SCIENCE and PEDro, using the terms CUFF ROTATOR, swimmers, PREVENTION, and STRENGTH TRAINING. The result was a total of 156 of which after applying the inclusion and exclusion criteria was reduced to a total of 17 that were analysed.

[Results](#). Almost unanimously all the studies analysed coincide in aspects such as the improvement of peaks of maximum force, the increase of the ROM, or the improvements in the performance, after implementing a type of strength or resistance training.

[Conclusions](#). Compensatory training for swimmers presents very positive effects when it comes to preventing injuries and improving their performance. It is necessary to continue investigating to determine whether it is more beneficial to run on or off the water. In the same way, once the usefulness of this training was founded, it would be clear which exercises are especially the most effective.

[Keywords](#). Rotator cuff, swimmers, prevention, strength training and performance.

Introducción.

Se podría establecer cierto paralelismo entre la natación y los deportes de lanzamiento como pueden ser el baloncesto, balonmano, tenis o béisbol, puesto que los gestos técnicos en dichas disciplinas implican una misma biomecánica para el complejo articular del hombro, exigiendo grandes sollicitaciones a las mismas estructuras. Razón por la cual, las lesiones presentes en estos deportistas pueden ser similares. Sin embargo, las características del medio acuático hacen que el caso de los nadadores presente diferencias relevantes. Debido a dichos aspectos diferenciadores y a la gran popularidad de la natación en la sociedad actual, a lo largo de los últimos años, numerosos autores se han centrado especialmente en documentar la incidencia de lesiones de hombro en nadadores (1–5).

Diversos estudios proponen múltiples factores de riesgo, que hacen de los nadadores unos de los deportistas con más posibilidades de desarrollar en algún momento de su carrera deportiva una lesión en la articulación del hombro. Entre dichos factores se encuentra el propio gesto de la brazada, el cual se puede descomponer en: un gran componente de flexión, sumado a la aducción y rotación interna, que son precisamente los parámetros que, asociados, conforman los movimientos más lesivos. Por esto, la propia naturaleza de la natación implica un gesto repetitivo por encima de la altura de la cabeza que puede conllevar a una futura lesión (2–4,6–8).

El otro gran factor de riesgo en relación con el anterior son los años de competición y el nivel competitivo en el que se encuentre el deportista, así como el equipamiento de entrenamiento empleado o el lado natural de respiración para el nadador (3).

Además, parece existir una inestabilidad multidireccional característica de los nadadores, debida a una excesiva laxitud articular. Esto hace que mucha de su estabilidad articular se base en el control muscular, lo cual favorece que con la aparición de la fatiga aumente el riesgo lesional (9,10).

La bibliografía existente agrupa bajo el concepto de “hombro del nadador” el conjunto de lesiones que cursan con dolor en la articulación, y cuya causa primaria será una reducción del espacio subacromial, sobreuso, inestabilidad o cualquier lesión relacionada con la práctica deportiva de la natación. Autores como *Brian J. Tovin* entre otros proponen que es fundamental para la correcta prevención y tratamiento analizar la técnica de braceo del nadador (2,4,7,9–13).

Es por esto por lo que múltiples autores han intentado diseñar una estrategia adecuada que permita, mediante diferentes protocolos de fuerza, completar el entrenamiento de

los nadadores, para así tratar de compensar la existencia de dichos factores de riesgo, y mejorar el rendimiento competitivo de los nadadores.

El objetivo del presente estudio es realizar una revisión bibliográfica de lo publicado en los últimos 12 años para poder determinar si dicho entrenamiento compensatorio es eficaz a la hora de prevenir la aparición de lesiones en el manguito rotador (estructura que con mayor frecuencia se ve afectada), y al mismo tiempo valorar qué efectos presenta dicho entrenamiento sobre el rendimiento de los nadadores, y si existen diferencias entre realizarlo dentro o fuera del agua.

Material y métodos

Se ha realizado una revisión sistemática de la literatura científica existente acerca de la relación entre la implementación de un programa de entrenamiento compensatorio de fuerza y la prevención de lesiones en el manguito rotador y los efectos de dicho entrenamiento en el rendimiento de los nadadores; mediante una búsqueda sistematizada en las principales bases de datos: PUBMED, SCOPUS, WEB OF SCIENCE y PEDro. Dicha búsqueda se realizó en los meses de noviembre y diciembre de 2018.

Los principales términos empleados para diseñar las ecuaciones de búsqueda fueron los siguientes: “swimmers”, “strength programmes”, “strength training”, “incidence”, “cuff rotator injury”, “water polo”, “prevention”. Interrelacionándolos entre si con el operador booleano AND.

Para las ecuaciones de búsqueda planteadas se intentó respetar un esquema similar, adaptándose a los requisitos de cada una de las bases de datos empleadas en el proceso.

La búsqueda se completó con un proceso de selección y descarte siguiendo los criterios de inclusión y exclusión que se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Criterios de inclusión y exclusión.

CRITERIOS DE INCLUSIÓN	CRITERIOS DE EXCLUSIÓN
PUBLICADOS EN LOS ÚLTIMOS 12 AÑOS	ENTRENAMIENTOS COMPENSATORIOS EN OTROS DEPORTES
TEMA: ENTRENAMIENTO COPENSATORIO EN NADADORES EN RELACIÓN CON LA PREVENCIÓN DE LESIONES Y/O RENDIMIENTO	ENTRENAMIENTOS COMPENSATORIOS CENTRADOS EN EJERCICIOS PARA MMII
CENTRADOS EN LA ARTICULACIÓN DEL HOMBRO	TRIATLETAS PARA EVITAR INTERFERENCIAS EN LOS ESTUDIOS POR LAS DOS DISCIPLINAS QUE REALIZAN FUERA DEL MEDIO ACUÁTICO (CARRERA Y CICLISMO)
IDIOMAS: INGLÉS, ESPAÑOL, PORTUGUÉS O FRANCÉS	CUALQUIER OTRO IDIOMA
DISPONER DEL ARTÍCULO A TEXTO COMPLETO PARA SU ANÁLISIS	REVISIONES NARRATIVAS Y COMENTARIOS
	ARTICULOS QUE NO ALCANCEN UNA PUNTUACIÓN DE 5 EN LA ESCALA PEDro

En la Tabla 2 se muestran las ecuaciones de búsqueda diseñadas con los respectivos resultados obtenidos para cada una de ellas y los correspondientes descartes tras la aplicación de los criterios indicados en la Tabla 1.

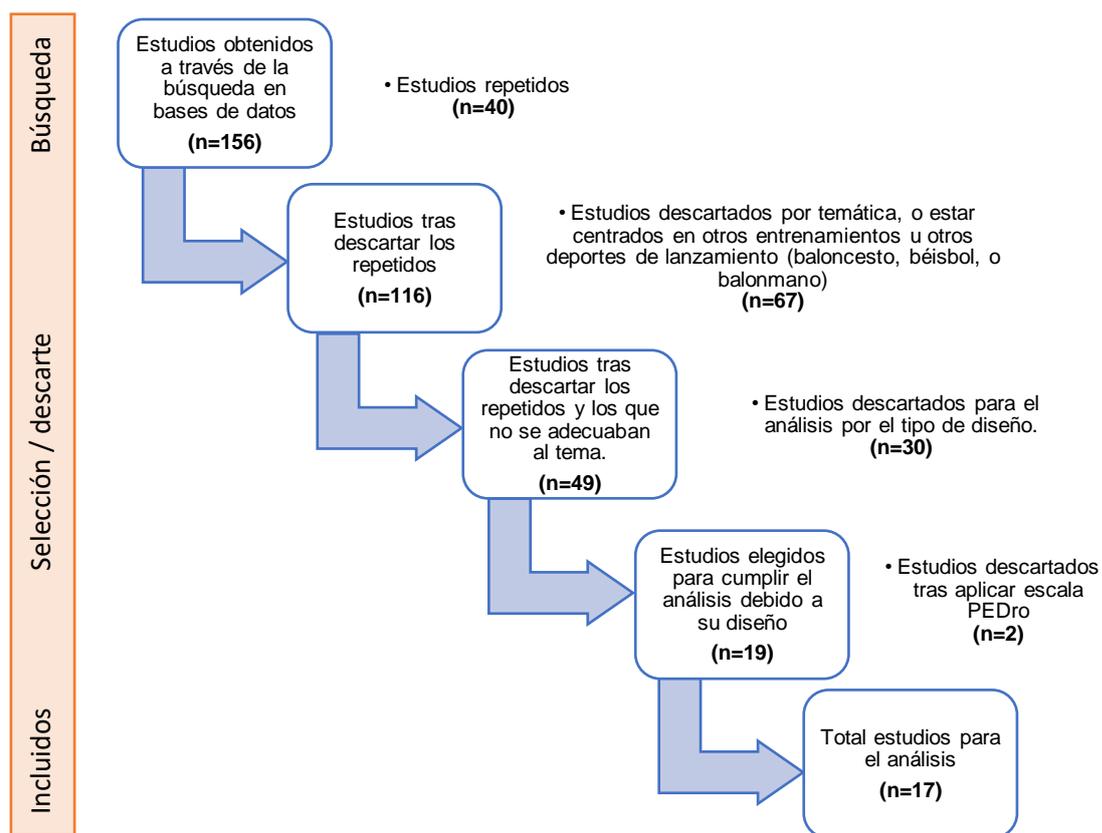
Tabla 2. Ecuaciones de búsqueda.

BASE DE DATOS	ECUACIÓN DE BÚSQUEDA	RESULTADOS OBTENIDOS	RESULTADOS VÁLIDOS	RESULTADOS DESCARTADOS
PUBMED	"swimmers" AND "strength programmes"	2 (filtro últimos 10 años)	1 Clinical trial	1 revisión Sistemática
PUBMED	"swimmers" AND "strength training"	22 (filtro últimos 10 años)	15	7 por temática y diseño.
PUBMED	"Incidence" AND "cuff rotator injury" AND "swimmers"	1 (filtro últimos 10 años)	1 Revisión Crítica Sistemática	0
PUBMED	"cuff rotator injury" AND "swimmers"	24 (de los cuales 13 son de los últimos 10 años)	14 (incluidos varios estudios de más de 10 años)	3 (ya obtenido) 7 (descartados por temática)
PUBMED	"swimmers" AND "water polo" AND "cuff rotator injury"	2 (últimos 10 años)	0	2 (ya obtenidos con otra ecuación de búsqueda)
PUBMED	"water polo" AND "prevention" AND "cuff rotator injury"	2 (últimos 10 años)	0	2 (ya obtenidos con otra ecuación de búsqueda)
PUBMED	"water polo" AND "cuff rotator injury"	3 (últimos 10 años)	1	2 (ya obtenidos con otra ecuación de búsqueda)
PUBMED	"water polo" AND "strength training" AND "prevention" AND "cuff rotator injury"	0	0	0
PUBMED	"water polo" AND "prevention"	20 (últimos 10 años)	1 estudio retrospectivo	17 por temática 2 ya obtenidos
SCOPUS	"swimmers" AND "strength" AND "cuff rotator"	2 (últimos 10 años)	2	0
WEB OF SCIENCE	TS=("swimmers" and "cuff rotator injury")	36 (filtro últimos 10 años)	3	20 por temática 13 ya obtenido
WEB OF SCIENCE	TS=("swimmers" and "strength training")	41 (filtro últimos 10 años)	10	15 por temática 16 ya obtenidos
PEDro	"swimmers" AND "strength training" AND "muscle weakness" AND "upper arm, shoulder or shoulder girdle" AND "sport"	1 (filtro clinical trial)	1	0
TOTAL			49	

Finalmente se han seleccionado un total de 17 para completar el análisis. De los últimos 30 estudios descartados por su diseño, existen 11 estudios que, aunque no se adecuan para poder formar parte de dicho análisis si son una buena fuente de contextualización del tema a tratar, por este motivo aparecen referenciados.

El siguiente diagrama de flujo ilustra cómo se desarrolló el proceso de selección de estudios para esta revisión.

Diagrama de flujo.



Resultados.

Tras la búsqueda en las diferentes bases de datos, se obtuvo un total de 156 estudios, de los cuáles, y tras la aplicación de los criterios de inclusión, exclusión y otros aspectos señalados en el diagrama de flujo, se han extraído 17 artículos para su análisis, el cual se puede ver reflejado a continuación.

Con el fin de conocer la validez estadística de cada uno de los estudios ha sido aplicada la escala PEDro(14), cuyo análisis ha proporcionado unos valores de $6,41 \pm 0,87$.

Los resultados obtenidos, de forma independiente, y para cada uno de los estudios se muestran en la Tabla 3.

Como conclusión de la aplicación de la escala PEDro se evidencia que los estudios analizados cumplen unos requisitos mínimos metodológicos que los hacen aptos para ser considerados a la hora de plantear una revisión bibliográfica de lo publicado hasta el momento.

Sin embargo, pese a caracterizarse, en general, por una buena valoración metodológica, el hecho de que, en ninguno de los casos, todos los sujetos, terapeutas y evaluadores no fuesen cegados hace que dicha calidad metodológica se vea disminuida.

Tabla 3. Escala PEDro.(14).

1. Criterios de inclusión especificados; 2. Aleatoriedad de los grupos; 3. Asignación oculta; 4. Grupos similares en su inicio y en indicadores de pronóstico; 5. Todos los sujetos fueron cegados; 6. Todos los terapeutas que intervienen fueron cegados; 7. Todos los evaluadores que tomaron mediciones fueron cegados; 8. Las medidas de al menos un resultado clave fueron obtenidas de más de un 85% de la muestra; 9. Se mostraron los resultados de todos los sujetos que recibieron tratamiento y de los que no también; 10. Los resultados de comparación estadística fueron informados para al menos un resultado clave; 11. El estudio muestra resultados puntuales y de variabilidad para al menos un resultado clave.

Referencias	Diseño	PEDro											TOTAL
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Batalha N et al (15)	Ensayo clínico randomizado	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	7
Batalha N et al (16)	Ensayo clínico randomizado	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	+	6
Batalha N et al (17)	Ensayo clínico randomizado	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	7
Girolid S et al (18)	Ensayo clínico randomizado	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	7
Sadowski J et al (19)	Ensayo clínico randomizado	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	7
Hibberd EE et al (20)	Ensayo clínico randomizado	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	7
Girolid S et al (21)	Ensayo clínico randomizado	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	7
Batalha N et al (22)	Ensayo clínico randomizado	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	7
Morais JE et al (23)	Ensayo clínico longitudinal	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	5
Gonzalez-Ravé JM et al (24)	Ensayo clínico randomizado	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	7
Barbosa A et al (25)	Ensayo clínico longitudinal	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	5
Botonis PG et al (26)	Ensayo clínico randomizado	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	7
De Villareal ES et al (8)	Ensayo clínico randomizado	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	7
Ramos Veliz R et al (5)	Ensayo clínico randomizado	+	+	+	+	-	-	-	+	+	-	+	6
Van de Velde A et al (27)	Ensayo clínico randomizado	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	7
Garrido N et al (28)	Ensayo clínico	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	5
Aspenes S et al (29)	Ensayo clínico	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	5

Sería necesario incrementar la calidad metodológica de las futuras investigaciones en este campo para, de este modo, fundamentar las diferentes intervenciones sobre resultados estadística y metodológicamente más significativos.

Para facilitar el manejo de los resultados obtenidos en los diferentes estudios y su posterior reflexión se diseñó una tabla con las características principales de todos ellos, entre los que se incluyen variables estudiadas, objetivos y conclusiones de estos.

Tabla 4. Características de los estudios. Ver anexo 1.

Discusión

Para examinar los 17 estudios que fueron seleccionados tras aplicar la escala PEDro, y poder realizar un análisis comparativo de las propuestas de todos los autores, se focalizó la atención en las siguientes características.

Por un lado, el tamaño muestral (total de 459 nadadores entre todos los estudios) y su composición (la mayor parte de los estudios se realizaron con nadadores varones y adolescentes), las principales variables a medir (balance muscular entre R.I y R.E, y la frecuencia, amplitud y profundidad de la brazada); y por otro, el tipo de intervención y su duración, así como el medio en el que se realizó.

Entre 2014 y 2015 **Batalha N et al** publicaron 3 trabajos en los cuales se refleja de forma innegable cuál es la línea de investigación propuesta por los autores (15–17).

Un aspecto que aporta veracidad y fiabilidad al los resultados obtenidos es que, en ese tiempo, las 3 intervenciones fueron llevadas a cabo con un mismo período de actuación (16 semanas), analizando las mismas variables y sobre el mismo grupo muestral, existiendo únicamente una diferencia de 9 sujetos, que se perdieron en el paso del segundo al tercer ensayo clínico .

El estudio publicado a comienzos del año 2015 por **Batalha N et al** se orientó a comprobar los efectos de un macrociclo competitivo sobre el balance del manguito rotador, verificando finalmente que existía una alteración en el balance R./R.E (16).

En base a esto, posteriormente los autores se plantearon cómo evitar dicho desequilibrio y a finales del mismo año plantean la continuación a este estudio proponiendo un entrenamiento compensatorio de fuerza para la musculatura del manguito rotado (15).

Pero ya en el año 2014, habían asentado las bases de la que sería su línea de investigación para los próximos años, señalando la necesidad de analizar los efectos, de un programa de entrenamiento de fuerza, frente a los producidos por un período de no entrenamiento, sobre la fuerza y balance articular en el manguito rotador (17).

Teniendo en cuenta estos tres estudios realizados por **Batalha N et al** en un tiempo de 2 años se puede ver que la gran inquietud de los autores era, en primer lugar, probar que durante un periodo de competición los nadadores sufren desequilibrios en su musculatura rotadora, y una vez clarificado este hecho, determinar qué opción es más beneficiosa, si un periodo de inactividad o un entrenamiento compensatorio durante la temporada (15–17).

Finalmente, los autores concluyen que los entrenamientos compensatorios de fuerza fuera del agua deberían ser llevados a cabo de forma regular durante toda la temporada (15–17).

El concepto de entrenamiento compensatorio fuera del agua fue abordado también desde otras perspectivas por autores como **Giroid S et al** (18) o **Sadowski J et al** (19).

Los primeros presentaron un estudio donde 24 nadadores de nivel nacional fueron sometidos a un entrenamiento fuera del agua (grupo S) y comparados sus resultados con un entrenamiento mediante estimulación eléctrica (grupo ES); ambas situaciones fueron analizadas en comparación a un grupo control (18).

Tras la interpretación de los resultados para las diferentes variables estudiadas (pico de torsión del hombro durante la extensión a diferentes velocidades, frecuencia y longitud de la brazada) los autores afirman que ambos tipos de entrenamiento conducen a una mejora en el rendimiento en la prueba de sprint y fueron más eficientes que el entrenamiento únicamente en agua (18).

En ese mismo año 2012, **Sadowski J et al** llegaron a conclusiones similares tras realizar su estudio con 26 nadadores, con un ritmo de entrenamiento de 6 días por semana (19).

Sin embargo, en base a los datos los autores afirman que no se puede claramente determinar que el entrenamiento produjese una mejora en el rendimiento, aunque si se observó una mejora en el rendimiento de nado con resistencia (19).

Ambos estudios, tanto el de **Giroid S et al** (18) como el de **Sadowski J et al** (19), refuerzan la hipótesis presentada por **Batalha N et al** (15–17) , de que el entrenamiento compensatorio (sin diferenciar entre entrenamiento con electroestimulación o entrenamiento de fuerza convencional) debería ser incluido en la rutina de los nadadores puesto que mejora el rendimiento.

En contra partida, el estudio llevado a cabo por **Hibberd EE et al** con el fin de determinar la efectividad de un programa de 3 sesiones de entrenamiento de fuerza y estiramientos durante 6 semanas para mejorar la fuerza de la musculatura glenohumeral y escapular junto con la movilidad de la escápula en una muestra de 44 nadadores profesionales; nos indica que el entrenamiento no fue efectivo para lograr variaciones significativas en la fuerza, aunque los autores reconocen que podría ser útil como punto de partida para nuevas investigaciones (20).

Habiendo ya planteado, en otra de sus publicaciones, la variante del entrenamiento con electroestimulación, **Giroid S et al** plantearon en esta ocasión, una intervención de 12 semanas de entrenamiento con 6 sesiones semanales, con un total de 21 nadadores de nivel regional a nacional (21).

En este caso su objetivo era comparar los efectos de un programa de entrenamiento de fuerza fuera del agua con un programa de fuerza específico dentro del agua (21).

De este modo **Giroid S et al** se diferencia de los autores hasta ahora mencionados, al emplear como elemento comparativo un entrenamiento específico en el agua, y no el propio entrenamiento en piscina de los nadadores (21).

Para los autores es necesario ampliar esta línea de investigación para conocer de forma más precisa el efecto del sprint asistido resistido sobre los patrones de braceo (21).

Los resultados obtenidos parecen contradecir a su propio estudio previo (**Giroid S et al** (18)) y los demás estudios ya aquí mencionados, en los cuales el entrenamiento en seco parece ser un buen método para mejorar el rendimiento de los nadadores y la situación de su complejo articular del hombro.

En su última publicación en 2018 respecto a este campo, **Batalha N et al** se propusieron evaluar y comparar los efectos de dos programas de entrenamiento de fuerza y resistencia de la musculatura del manguito rotador en nadadores jóvenes (22).

Sumando así un nuevo trabajo que respalda la hipótesis común a casi todos los autores presentados hasta el momento de que el entrenamiento compensatorio es necesario, y de que es más beneficioso cuando se realiza fuera del agua, al contrario de lo que incitaban a pensar los resultados de **Giroid S et al** (21).

Para ello, 25 nadadores varones fueron seleccionados y se les valoró la fuerza de los rotadores del hombro mediante un dinamómetro isoinercial siguiendo dos protocolos, uno de 3 repeticiones a 60° y otro de 20 repeticiones a 180° (21).

Tras la intervención los resultados mostraban que el grupo control (que había trabajado en seco) había aumentado los ratios unilaterales en comparación con el grupo que entrenó en el agua. Además de esto el grupo control también mostró una disminución de la fatiga muscular en los R.E (21).

Por eso los autores afirman que el programa de entrenamiento en seco probó ser más efectivo que el realizado en el agua, reduciendo el desequilibrio muscular y la fatiga (21).

También en 2018, en este caso con el objetivo de conocer la relación entre el entrenamiento fuera del agua y el acondicionamiento y la biomecánica de la brazada en nadadores jóvenes, **Morais JE et al** plantearon un ensayo clínico longitudinal en el cual 27 nadadores, de nivel regional y nacional, completaron un programa de entrenamiento de fuerza específico en agua y en seco de 34 semanas, siendo evaluados en tres momentos, pre-intervención, durante la intervención y post intervención (23).

Con este trabajo, se podría dar respuesta a la aparente incoherencia entre los resultados aportados por **Giroid S et al**, y los demás autores mencionados (21).

Se les valoró la longitud, frecuencia y velocidad de la brazada y el rendimiento en los 100m estilo libre (23).

Tras el entrenamiento, todos los resultados parecen indicar que la fuerza y los parámetros condicionantes tienen un efecto directo sobre la biomecánica de la brazada y por consiguiente en el rendimiento de los nadadores (23).

Más centrado únicamente en el trabajo con cargas de resistencia, **González Ravé et al** propusieron un estudio en el cual 16 nadadores de nivel nacional de 16.22 ± 2.63 años completaron un programa de entrenamiento de 6 semanas con entrenamiento específico de fuerza para luego ser divididos en dos grupos. El grupo control completaría un entrenamiento estándar, mientras que el grupo experimental completa un programa piramidal de cargas (24).

El objetivo del estudio es evaluar los efectos de dos entrenamientos de resistencia diferentes en el rendimiento y fuerza de nadadores (24).

El planteamiento propuesto por estos autores es muy interesante puesto que parece complementar, o incluso mejorar el propuesto por **Batalha N et al**, que ya en su último trabajo proponían una combinación de entrenamiento de fuerza y resistencia compensatorios para mejorar el rendimiento (22).

En base a los resultados, los autores concluyen que un entrenamiento de natación resistido, utilizando una organización piramidal de las cargas es más efectivo que el planteamiento lineal de las cargas en términos de producir mejoras en la carga de arrastre de agua en la brazada (24).

Sin embargo, al contrario que en el caso de **Batalha N et al**, los resultados no son estadísticamente significativos para indicar mejoras en el rendimiento real en competición. Posiblemente sería interesante ampliar la muestra empleada, puesto que se trataba de un número muy reducido de sujetos (16 nadadores) (22).

Mientras **González Ravé et al** (24) se centraba en analizar los entrenamientos de resistencia, y **Batalha N et al** (22) la combinación del entrenamiento de fuerza y resistencia, **Van de Velde A et al** (27) se encargó de enfrentar ambos tipos de entrenamiento para observar cuál tenía mayor repercusión sobre el rendimiento de los nadadores; evaluando el rendimiento isocinético de la musculatura escapular en nadadores adolescentes.

Finalmente, en base a los resultados obtenidos, **Van de Velde A et al** (27) concluyeron que ambos programas mejoraron la fuerza absoluta de la musculatura, pero ninguno tuvo efectos significativos sobre la resistencia de la musculatura escapular, aspecto común con **González Ravé et al** (24) y contrario a los resultados de **Batalha N et al** (22), que sí fueron significativos.

También en referencia al rendimiento en competición, **Barbosa A et al** en su estudio longitudinal del año 2015, con el fin de conocer si una actividad condicionante induce potenciación post activación en la fuerza de propulsión en nadadores y conocer si el

nivel de fuerza del nadador afecta a la respuesta de potenciación post activación, completa una serie de valoraciones en 8 nadadores de nivel nacional. Entre dichas valoraciones se encuentran: test de nado atados y 8 esfuerzos máximos de 12,5m empleando palas de 245cm² y paracaídas (25).

La justificación que **Barbosa A et al** hacen del uso de estos instrumentos se basa en el hecho de que los ejercicios convencionales para generar potenciación post activación realizados fuera del agua como pull-ups y saltos, no generan ningún efecto sobre el rendimiento en natación. Por el contrario, el uso de palas y paracaídas, obligan al nadador a generar mayores valores de fuerza, adaptándose a las peculiaridades del medio acuático y a todos los detalles del gesto deportivo del nadador, de forma que no producen cambios en ninguno de los componentes de este. Es por esto que tanto estos autores como muchos entrenadores, opten por su uso para mejorar el rendimiento de sus deportistas (25).

El set de entrenamiento de fuerza en agua afectó negativamente al pico de fuerza desarrollado y al impulso, pero no tuvo efecto en el ratio de fuerza desarrollada (25).

Por todo esto los autores concluyen que las actividades preparatorias con palas de manos y paracaídas no deberían usarse antes de una competición (25).

Tanto **Garrido et al** (28) como **Aspenes et al** (29), plantearon sus respectivos estudios con una muestra similar, entorno a los 20-25 nadadores.

Mientras **Garrido et al** (28) se centró en examinar el efecto de un programa de entrenamiento de 8 semanas, combinado de fuerza fuera del agua y aeróbico en el agua (natación) para aumentar la fuerza en mmss y mmii y aumentar el rendimiento; **Aspenes et al** (29) pretendían investigar el impacto de un entrenamiento combinado en nadadores de competición.

Para **Garrido et al** los datos obtenidos no permiten determinar que tras un entrenamiento de fuerza se mejore el rendimiento en el agua, pero sí que se observa una tendencia a mejorar el rendimiento en pruebas de sprint (28).

Tras el periodo de no entrenamiento de fuerza se observa que los valores para esta se mantienen, pero sí que mejorar el rendimiento en el agua (28).

Sin embargo, para **Aspenes et al**, los resultados obtenidos mostraron que el grupo experimental mejoró más que el grupo control en fuerza de nado y rendimiento en los 400m estilo libre. No hubo cambios en la frecuencia y longitud de la brazada ni en el rendimiento en los 50m y 100m, en el consumo de O₂ o en la economía de trabajo; y

por consiguiente concluyen que 2 sesiones de entrenamiento de fuerza semanales fuera del agua aumentan la fuerza resistida de nado en este tipo de deportistas. Este incremento a posteriori también mejorará el rendimiento en medias distancias, aunque no mejorar los picos de consumo de O₂ (29).

Una vez concluido el análisis de aquellos estudios en los que la muestra estaba compuesta por nadadores comunes, se pasará a tratar aquellos en los que la muestra estaba formada por jugadores de water polo, es decir, nadadores con unas sollicitaciones mayores aún que las propias de la natación. Todo por el hecho de sumar a éstas, todos los gestos técnicos de lanzamiento o recepción, propios del water polo, y similares a deportes como el baloncesto, o muy especialmente el balonmano (29).

Autores como **Botonis PG et al** (26), **De Villareal ES et al** (8), **Ramos Veliz R et al** (5) coinciden en la necesidad de establecer algún tipo de entrenamiento compensatorio en estos deportistas.

Analizando más en profundidad difieren en aspectos como el tipo de entrenamiento planteado; por ejemplo, para **Botonis PG et al** (26) y **Ramos Veliz R et al** (5) el entrenamiento compensatorio ideal es un entrenamiento de alta intensidad a intervalos (HIIT), mientras que **De Villareal ES et al** (8), centra más sus esfuerzos en mejorar cualidades como la fuerza o la agilidad de los jugadores.

Tanto **De Villareal ES et al** (8), como **Ramos Veliz R et al** (5), plantearon en sus estudios la comparación entre el entrenamiento habitual sumado al entrenamiento compensatorio fuera del agua, con el entrenamiento único y exclusivo en piscina

Por otra parte, **Botonis PG et al** propuso la aplicación de dos entrenamientos de alta intensidad (HIIT), uno en seco y otro con parte en la piscina combinados con el entrenamiento propio del water polo (26).

Los tres autores con sus resultados refuerzan la hipótesis de que el entrenamiento compensatorio es necesario para mejorar el rendimiento de los jugadores (5,8,26).

Conclusiones.

Para los nadadores completar su entrenamiento con un trabajo de fuerza fuera del medio acuático es lo más beneficioso.

La bibliografía existente acerca de programas de entrenamiento en el medio acuático es, pese a prometedora, escasa por lo tanto no se puede establecer una comparación estadísticamente significativa con los programas de entrenamiento compensatorio fuera del agua.

Mediante el entrenamiento compensatorio se consiguen mitigar los desequilibrios musculares que la gran parte de nadadores sufren como consecuencia inherente a la propia naturaleza y características del deporte de la natación, reduciendo así las probabilidades de sufrir una lesión y permitiendo a los deportistas mejorar su rendimiento.

Es en este último punto donde radica la clave de un manejo correcto del nadador; en encontrar el equilibrio entre: mantener esa inestabilidad y laxitud propia de su deporte, que es lo que le diferencia de otras disciplinas, y el asegurar el buen estado del complejo articular, evitando que esa diferenciación deportiva le ocasione una lesión al deportista.

Limitaciones del estudio.

A lo largo de la ejecución del estudio se han presentado una serie de limitaciones que condicionaron el transcurso del análisis.

El hecho que más ha limitado la investigación es que uno de los aspectos a tratar, como era el entrenamiento compensatorio de fuerza en el agua para nadadores, está aún en vías de ser evaluado, por lo tanto la cantidad de estudios centrados en este aspecto con posibilidad de ser enfrentados a estudios centrados en el entrenamiento compensatorio fuera del agua era bastante reducido, lo cual hace que, la hipótesis y relación planteada entre estos dos tipos de entrenamiento, no sea todo lo contundente que pudiese ser.

Por otra parte, otro aspecto limitante es que en la mayor parte de los estudios analizados los grupos muestrales estaban formados por varones, lo que complica el poder sacar conclusiones referentes a grupos muestrales mayoritariamente femeninos.

A pesar de estas limitaciones, creemos que la investigación llevada a cabo aporta una buena perspectiva del tema a tratar y al mismo tiempo propone futuras vías de exploración que podrían ayudar a obtener una mejor comprensión del tema.

Bibliografía.

1. Mountjoy M, Miller J, Junge A. Analysis of water polo injuries during 8904 player matches at FINA World Championships and Olympic games to make the sport safer. *Br J Sports Med.* 7 de September de 2018; 53:25-31.
2. Rodeo SA, Nguyen JT, Cavanaugh JT, Patel Y, Adler RS. Clinical and Ultrasonographic Evaluations of the Shoulders of Elite Swimmers. *Am J Sports Med.* diciembre de 2016;44(12):3214-21.
3. Hill L, Collins M, Posthumus M. Risk factors for shoulder pain and injury in swimmers: A critical systematic review. *Phys Sportsmed.* 2 de octubre de 2015;43(4):412-20.
4. Richardson AB, Jobe FW, Collins HR. The shoulder in competitive swimming. *Am J Sports Med.* junio de 1980;8(3):159-63.
5. Ramos Veliz R, Requena B, Suarez-Arrones L, Newton RU, Sáez de Villarreal E. Effects of 18-Week In-Season Heavy-Resistance and Power Training on Throwing Velocity, Strength, Jumping, and Maximal Sprint Swim Performance of Elite Male Water Polo Players: *J Strength Cond Res.* abril de 2014;28(4):1007-14.
6. Edmonds EW, Dengerink DD. Common conditions in the overhead athlete. *Am Fam Physician.* 1 de abril de 2014;89(7):537-41.
7. Weldon EJ, Richardson AB. Upper extremity overuse injuries in swimming. A discussion of swimmer's shoulder. *Clin Sports Med.* julio de 2001;20(3):423-38.
8. de Villarreal ES, Suarez-Arrones L, Requena B, Haff GG, Ramos-Veliz R. Effects of Dry-Land Vs. In-Water Specific Strength Training on Professional Male Water Polo Players' Performance: *J Strength Cond Res.* noviembre de 2014;28(11):3179-87.
9. Bak K. Nontraumatic glenohumeral instability and coracoacromial impingement in swimmers. *Scand J Med Sci Sports.* junio de 1996;6(3):132-44.
10. De Martino I, Rodeo SA. The Swimmer's Shoulder: Multi-directional Instability. *Curr Rev Musculoskelet Med.* junio de 2018;11(2):167-71.
11. de Almeida MO, Hespanhol LC, Lopes AD. Prevalence of musculoskeletal pain among swimmers in an elite national tournament. *Int J Sports Phys Ther.* diciembre de 2015;10(7):1026-34.
12. Tovin BJ. Prevention and Treatment of Swimmer's Shoulder. *North Am J Sports Phys Ther NAJSPT.* noviembre de 2006;1(4):166-75.
13. Bak K. The practical management of swimmer's painful shoulder: etiology, diagnosis, and treatment. *Clin J Sport Med Off J Can Acad Sport Med.* septiembre de 2010;20(5):386-90.
14. de Morton NA. The PEDro scale is a valid measure of the methodological quality of clinical trials: a demographic study. *Aust J Physiother.* 2009;55(2):129-33.

15. Batalha N, Raimundo A, Tomas-Carus P, Paulo J, Simão R, Silva AJ. Does a land-based compensatory strength-training programme influences the rotator cuff balance of young competitive swimmers? *Eur J Sport Sci.* 17 de noviembre de 2015;15(8):764-72.
16. Batalha N, Marmeleira J, Garrido N, Silva AJ. Does a water-training macrocycle really create imbalances in swimmers' shoulder rotator muscles? *Eur J Sport Sci.* 17 de febrero de 2015;15(2):167-72.
17. Batalha NM, Raimundo AM, Tomas-Carus P, Marques MAC, Silva AJ. Does an In-Season Detraining Period Affect the Shoulder Rotator Cuff Strength and Balance of Young Swimmers?: *J Strength Cond Res.* julio de 2014;28(7):2054-62.
18. 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.* febrero de 2012;26(2):497-505.
19. Sadowski J, Mastalerz A, Gromisz W, Niźnikowski T. Effectiveness of the Power Dry-Land Training Programmes in Youth Swimmers. *J Hum Kinet.* 1 de mayo de 2012;32(1):77-86.
20. Hibberd EE, Oyama S, Spang JT, Prentice W, Myers JB. Effect of a 6-week strengthening program on shoulder and scapular-stabilizer strength and scapular kinematics in division I collegiate swimmers. *J Sport Rehabil.* agosto de 2012;21(3):253-65.
21. 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.* mayo de 2007;21(2):599-605.
22. Batalha N, Dias S, Marinho DA, Parraca JA. The Effectiveness of Land and Water Based Resistance Training on Shoulder Rotator Cuff Strength and Balance of Youth Swimmers. *J Hum Kinet.* 13 de junio de 2018;62(1):91-102.
23. Morais JE, Silva AJ, Garrido ND, Marinho DA, Barbosa TM. The transfer of strength and power into the stroke biomechanics of young swimmers over a 34-week period. *Eur J Sport Sci.* 3 de julio de 2018;18(6):787-95.
24. González Ravé JM, Legaz-Arrese A, González-Mohíno F, Yustres I, Barragán R, Fernández F de A, et al. The Effects of Two Different Resisted Swim Training Load Protocols on Swimming Strength and Performance. *J Hum Kinet.* 15 de octubre de 2018;64(1):195-204.
25. Barbosa A, Barroso R, Andries O. Post-activation Potentiation in Propulsive Force after Specific Swimming Strength Training. *Int J Sports Med.* 14 de diciembre de 2015;37(04):313-7.
26. Bottonis PG, Toubekis AG, Platanou TI. Concurrent Strength and Interval Endurance Training in Elite Water Polo Players: *J Strength Cond Res.* enero de 2016;30(1):126-33.
27. Van de Velde A, De Mey K, Maenhout A, Calders P, Cools AM. Scapular-Muscle Performance: Two Training Programs in Adolescent Swimmers. *J Athl Train.* marzo de 2011;46(2):160-7.

28. 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(2):300-10.
29. Aspenes S, Kjendlie P-L, Hoff J, Helgerud J. Combined strength and endurance training in competitive swimmers. *J Sports Sci Med.* 2009;8(3):357-65.

	semanas y periodo de descanso de la semana 16 a la semana 32. Grupo control (20 nadadores)	Acción concéntrica (dinamómetro isocinético)			
Girol S et al(18) 2012 Ensayo Clínico Randomizado Si	Entrenamiento fuera del agua (S) vs entrenamiento con estimulación eléctrica (ES) vs grupo control (C). El programa de entrenamiento duraba 4 semanas. Los atletas fueron evaluados al inicio, al final y 4 semanas tras la finalización del programa.	24 nadadores de nivel nacional. Pico de torsión de hombro durante la extensión a diferentes velocidades (dinamómetro isocinético) Frecuencia de la brazada y longitud.	Comparar los efectos de un entrenamiento de fuerza fuera del agua con un programa de electroestimulación en nadadores.	Aumento significativo de la velocidad de nado, así como un aumento del pico de torsión para ambos grupos S y ES. La longitud de la brazada aumentó en el grupo S pero no en ES. Sin embargo, no se observaron diferencias significativas entre dichos grupos para la velocidad de nado. No hubo cambios en el grupo control.	Ambos tipos de entrenamiento llevan a una mejora en el rendimiento en la prueba de sprint y fueron más eficientes que únicamente el entrenamiento en de natación.
Sadowski J et al (19) 2012 Ensayo Clínico Randomizado Si	Grupo experimental (14 nadadores): entrenamiento combinado (natación + entrenamiento de fuerza fuera del agua). Grupo control (12 nadadores): únicamente entrenamiento natación.	26 nadadores (todos hombres) Sin lesiones. Entrenando 6 días por semana. Frecuencia de la brazada. Longitud de la brazada Fuerza de la brazada.	Evaluar los efectos de un entrenamiento de fuerza fuera del agua en la fuerza de nado, la fuerza y rendimiento de jóvenes nadadores.	El grupo experimental presentó mayores mejoras en el rendimiento en pruebas de sprint. Sin embargo, la frecuencia de brazada apenas disminuyó en el grupo experimental y aumentó en el grupo control. La distancia por brazada aumento de forma poco significativa en el grupo experimental y descendió de forma poco significativa en el grupo control.	Los datos no pueden claramente determinar que el entrenamiento produjese una mejorar en el rendimiento, aunque si se observó una tendencia a mejorar el rendimiento en el nado con resistencia.
Hibberd EE et al (20) 2012 Ensayo Clínico Randomizado Si	Ejercicios de fuerza y estabilización escapular + estiramientos. Programa realizado durante 6 semanas, 3 veces por semana.	44 nadadores división I. Cinématica escapular y glenohumeral Fuerza de la musculatura escapular.	Determinar la efectividad de un programa de 6 semanas de entrenamiento de fuerza y estiramiento para mejorar la fuerza de la musculatura	No hubo diferencias significativas entre los grupos en lo referente a la fuerza en ninguna de las 3 mediciones. (pre y post intervención) La extensión y R.I aumentó en todos los	El actual programa de fortalecimiento y estiramiento no ha sido efectivo para alterar la fuerza ni las variables de movimiento escapular, pero podría servir como punto de partida para nuevas investigaciones.

			glenohumeral y escapular y la movilidad escapular en nadadores.	sujetos sin importar el grupo. La rotación escapular interna, la protracción y la elevación aumentó en todos los sujetos en la medición post intervención.	Añadir ejercicios de estiramiento, eliminar aquellos que se superpongan al entrenamiento en gimnasio o en la piscina, podrían ser planteamientos más efectivos.
Girolid S et al (21) 2007 Ensayo Clínico Randomizado Si	Grupo 1: entrenamiento de fuerza en seco. Grupo 2: entrenamiento específico en agua. Grupo control: programa de ciclismo aeróbico. Programa de 12 semanas con 6 entrenamientos semanales.	21 nadadores de nivel regional a nacional. Fuerza de los flexores y extensores del codo (dinamómetro isocinético) Velocidad, frecuencia, amplitud y profundidad de la brazada. Fueron evaluados en 3 momentos. Al inicio del programa, a las 6 semanas y al finalizar la intervención.	Comparar los efectos de un programa de entrenamiento de fuerza fuera del agua con un programa de entrenamiento específico en agua.	Tras 6 semanas de entrenamiento no se observaron cambios. Al finalizar la intervención se observaron aumentos en la velocidad de nado, y en la fuerza de los flexores y extensores del codo en ambos grupos experimentales. La profundidad de la brazada disminuyó en ambos. El ratio de brazada aumentó en el grupo que trabajó solo en agua, pero no en el grupo con el entrenamiento de fuerza. No hubo cambios significativos en el grupo control.	Futuras investigaciones son necesarias para determinar de forma más precisa el efecto del sprint asistido resistido sobre los patrones de braceo.
Batalha N et al (22) 2018 Ensayo Clínico Randomizado Si	Grupo control (13 nadadores): entrenamiento en seco convencional con bandas elásticas. Grupo experimental (12 nadadores): programa de resistencia en el agua.	25 nadadores (hombres). Fuerza de rotadores del hombro (dinamómetro isocinético). Dos protocolos: 3 rep a 60° 20 rep a 180°.	Evaluar y comparar los efectos de dos programas de entrenamiento de fuerza, balance y resistencia de la musculatura del manguito rotador en nadadores jóvenes.	El grupo control (entrenamiento en seco) aumentó los ratios unilaterales en comparación con el grupo que entrenó en agua. El grupo control además disminuyó la fatiga muscular de los R.E.	El programa de entrenamiento en tierra llevado a cabo probó ser más efectivo que el realizado en el agua, reduciendo el desequilibrio muscular y la fatiga.
Morais JE et al (23) 2018 Ensayo clínico Longitudinal No	27 nadadores de nivel nacional y regional fueron seleccionados para completar un programa de entrenamiento de fuerza específico en agua y en seco de 34 semanas y evaluados en tres puntos (pre, mid y post entrenamiento).	27 nadadores de nivel nacional y regional. Rendimiento en los 100m estilo libre. Longitud, frecuencia y velocidad de la brazada.	Conocer la relación entre el entrenamiento fuera del agua y el acondicionamiento y la biomecánica de la brazada en nadadores jóvenes.	La fuerza y los parámetros condicionantes tiene un efecto directo sobre la biomecánica de la brazada y por consiguiente en el rendimiento en natación.	La fuerza y los parámetros condicionantes tienen un efecto directo sobre la biomecánica de la brazada, y esta última sobre el rendimiento en natación.
González Ravé et al (24) 2018 Ensayo clínico randomizado Si	6 semanas de intervención con entrenamiento específico de fuerza y después son divididos aleatoriamente en dos grupos. Grupo control: 8 nadadores. Programa de entrenamiento estándar.	16 nadadores nivel nacional. Edad 16.22 ± 2.63. Se realiza la medición de las variables en 3 momentos: pre-test, después de la 3ª semana de intervención y post-	Evaluar los efectos de dos abordajes diferentes de entrenamientos de cargas de resistencia en el rendimiento y fuerza en nadadores	Después de 6 semanas de intervención la carga de arrastre en la brazada se incrementó en un 13.94%. Las marcas para los 50m crawl y los 50m estilo competición en	Un entrenamiento de natación resistido, utilizando una organización piramidal es más efectivo que el planteamiento lineal de las cargas en términos de producir mejoras en la carga de arrastre de agua en la brazada. Pero no produce mejoras en el rendimiento en natación.

	Grupo experimental: 8 nadadores. Programa piramidal de carga	test (6 semanas después de la intervención). Fuerza y potencia con test específicos para natación (50m crawl, y 50m estilo competición) Isokinetic swim bench tests para medir la producción de fuerza, test de 1RM y la carga máx. de arrastre (en la brazada).		el grupo experimental aumentaron 0.32% y 0.78% respectivamente, pero son valores que no son estadísticamente relevantes. El grupo control aumentó su marca para los 50m en el estilo competición en un 2.59% y su producción de fuerza isocinética disminuyó un 14.47%	
Barbosa A et al (25) 2015 Ensayo Clínico longitudinal No	Después del calentamiento (1000m(400m estilo libre 200m kick, 200drills, 200 estilo libre) test de nado atados, dos veces antes (PRE) y dos veces después (POST) de la intervención. 4 minutos tas el PRE2 los nadadores completaban 8 esfuerzos máximos de 12.5m empezando cada 2,5 minutos, utilizando palas de 245cm ² en ambas manos y paracaídas de 400cm ²	8 nadadores bien entrenados de nivel nacional. (5 hombres, 3 mujeres) Edades: 18.4±1.3 años. Especialistas en estilo crawl y experimentados en entrenamiento de fuerza en agua. Fuerza máx. Potencia. Ratio de fuerza desarrollada (RFD).	Conocer si una actividad condicionadora induce potenciación post-activación en la fuerza de propulsión en nadadores y conocer si el nivel de fuerza del nadador afecta a la respuesta de potenciación post-activación.	El set de entrenamiento de fuerza en agua afectó negativamente al pico de fuerza desarrollado y al impulso, pero no tuvo efecto en RFD. Se observó también un pico de fuerza menor en POST1, y un menor impulso en POST1 y POST2 comparados con PRE. No hubo diferencias entre POST1 y POST2	Actividades preparatorias con palas de manos y paracaídas no deberían usarse antes de competir.
Botonis PG et al (26) 2016 Ensayo clínico Randomizado Si	Aplicación de dos programas de entrenamiento de alta intensidad (HIT) diferentes combinados con entrenamiento propio de water polo, para comparar sus efectos. 8 semanas de intervención. HIT 4x4 vs HIT 16x100m natación.	2 equipos de élite de Grecia. Total, jugadores 14 (7 cada club). Mediciones tomadas pre y post intervención. Fuerza máx. en press de banca. Teste de velocidad del lactato (5x 200m) para determinar la velocidad en relación con la concentración de lactato de 4.0, 5.0, y 10.0 mmol X L.	Comparar los efectos de un entrenamiento de alta intensidad con periodos largos de reposo y uno con cortos periodos de reposo realizados con cargas de fuerza máxima y entrenamiento específico de water polo en los índices de rendimiento en natación en jugadores de élite	Fuerza máx. aumentada en ambos grupos. Mejoras en la velocidad respecto a concentraciones de 4.0, 5.0, y 10.0 mmol en el grupo que realizó HIIT4x4. Sin embargo, el grupo que realizó el HIT16x100m fue más efectivo para la velocidad en el intervalo diferencial entre 5.0 y 10.0mmol.	Los datos aportados apoyan la hipótesis de que un entrenamiento de fuerza, un HIIT y un entrenamiento específico de water polo tienen efectos positivos sobre el rendimiento.
De Villareal ES et al (8) 2014 Ensayo Clínico Randomizado Si	Grupo control: entrenamiento solo en agua Grupo experimental: entrenamiento de fuerza fuera del agua. El programa incluía 3 sesiones semanales de entrenamiento de fuerza + 5 días de	19 jugadores profesionales. 10m T Test. 20m máx velocidad natación. Máx fuerza dinámica (1 rep). Press de banca Sentadilla completa.	Comparar si dos protocolos de entrenamiento diferentes (fuera del agua y en el agua) podían mejorar la fuerza muscular y otras cualidades esenciales en	Resultados estadísticamente significativos en el grupo experimental para: salto contrarresistencia, impulso en el agua, sentadillas completa y press de banca.	Ambos tipos de entrenamiento produjeron mejoras en el rendimiento de los parámetros estudiados, por eso proponen incluir ambos tipos de entrenamiento en las metodologías seguidas actualmente para estos deportistas.

	entrenamiento de water polo por semana durante 6 semanas en pretemporada.	Impulso en el agua. Salto contraresistencia. Velocidad de lanzamiento en water polo.	jugadores de water polo.	Hubo disminución de la agilidad (T-Test)	
Ramos Veliz R et al (5) 2014 Ensayo clínico Randomizado Si	18 semanas de entrenamiento de fuerza y de alta intensidad. Grupo control: entrenamiento solo en agua. Grupo experimental: sesiones de entrenamiento de fuerza (2 por semana) + entrenamiento regular en agua. El entrenamiento en agua se realiza 5 días por semana.	27 jugadores de nivel nacional. Todos hombres. Edad: 20.43 ± 5.09 años. Altura: 180.33 ± 5.90 cm. Masa corporal: 81.43 ± 8.48 kg, Grasa corporal: 12.43 ± 3.21%. Experiencia en WaterPolo: 8.5 ± 4.1 años. Fuerza en press de banca. Sentadilla baja completa. Salto contraresistencia. Velocidad de lanzamiento.	Determinar los efectos de un entrenamiento de fuerza y alta intensidad fuera del agua realizado 2 veces por semana durante 36 semanas en jugadores profesionales de water polo	La medición inicial no mostró diferencias entre los grupos. Tras intervención: No se observaron mejoras en el grupo control. El grupo experimental mostró mejoras en todas las variables medidas.	El programa de entrenamiento tuvo efectos positivos en el rendimiento de los jugadores en las facetas específicas del water polo, por eso proponen cambios en la metodología actual de entrenamiento para incluir entrenamiento de fuerza y de intervalos de alta intensidad, para estos deportistas.
Van de Velde A et al (27) 2011 Ensayo clínico Randomizado Si	Cada participante lleva a cabo un entrenamiento de 12 semanas, diseñado para trabajar tanto la fuerza como la resistencia de la musculatura escapular.	18 nadadores Edad: 14.7 ± 1.3 Pertencientes al mismo club. De 4 a 6 entrenamientos semanales de 2 horas de duración. Fuerza bilateral máx. Fatiga. Ratios de fuerza protracción y retracción. Todas medidas antes y después de la intervención.	Evaluar el rendimiento isocinético de la musculatura escapular en nadadores adolescentes, y comparar los resultados de entrenamientos diseñados para la fuerza o resistencia	Ratios de protracción/retracción escapular fueron ligeramente superiores a 1 (lado dominante = 1.08, lado no dominante = 1.25, P 5 .006) Diferencias entre lados para la fuerza de retracción fueron aparentes pre y post intervención. La fuerza de tracción y protracción mejoró en el lado no dominante. No hubo diferencias entre grupos para la fuerza máx. y la fatiga. Los valores para los que aparecía fatiga fueron mayores tras el entrenamiento.	Ambos programas mejoraron la fuerza absoluta de la musculatura, pero ninguno de los dos tuvo efecto sobre la resistencia de la musculatura escapular. Los resultados obtenidos pueden ser válidos para entrenadores y fisioterapeutas la hora de diseñar un programa de entrenamiento para nadadores.
Garrido et al (28) 2010 Ensayo Clínico Si	Entrenamiento habitual: 6 unidades de entrenamiento por semana de 1h y 30min de duración al día. El grupo experimental además del entrenamiento habitual realizó: 8 semanas de entrenamiento de fuerza (2 sesiones por semana)	25 nadadores (14 hombres y 11 mujeres) competidores Edad 12.08 ± 0.76. Mediciones tomadas en ambos grupos en 3 momentos: antes del periodo experimental, después de las 8 semanas de	Examinar el efecto de un programa de entrenamiento de 8 semanas, combinado de fuerza fuera del agua y aeróbico en agua (natación) para aumentar la fuerza en mmss y mmii y rendimiento en natación.	Los datos obtenidos no permiten determinar que tras un entrenamiento de fuerza se mejore el rendimiento en el agua, pero sí que se observa una tendencia a mejorar el rendimiento en pruebas de sprint. Tras el periodo de no entrenamiento de	No se puede afirmar que un entrenamiento de fuerza permitirá mejorar el rendimiento, aunque sí que se observó una tendencia a mejorar el sprint. El periodo de reposo mostró que, aunque los parámetros para la fuerza se mantuvieron estables, si hubo mejorar en el rendimiento.

	<p>Ejercicios realizados: press de banca, extensión de pierna, lanzamiento con balón medicinal. Inmediatamente después de estas 8 semanas todos los nadadores realizaron 6 semanas sin entrenamiento de fuerza, manteniendo entrenamiento habitual.</p>	<p>entrenamiento de fuerza, y tras las 6 semanas de no entrenamiento de fuerza.</p> <p>Se midió el rendimiento a los 25m y 50m, junto con los valores de arrastre hidrodinámicos, fuerza en press de banca y extensión de pierna, potencia (lanzamiento balón medicinal y salto).</p>	<p>Además de determinar los efectos de un periodo de no entrenamiento en el rendimiento</p>	<p>fuerza se observa que los valores para esta se mantienen, pero si que mejorar el rendimiento en el agua.</p>	
<p>Aspenes et al (29)</p> <p>2009</p> <p>Ensayo Clínico</p> <p>Si</p>	<p>Grupo control: entrenamiento regular con su equipo. Grupo experimental: se combina el entrenamiento habitual con entrenamiento de fuerza máxima y ejercicio aeróbico de alta intensidad, 2 sesiones por semana durante 11 semanas</p>	<p>20 nadadores de 2 equipos diferentes. (Grupo control:9 Grupo experimental: 11).</p> <p>Datos antropométricos, fuerza de nado, fuerza fuera del agua, rendimiento en 50, 100 y 400 metros, economía de trabajo, consumo máx. O₂, longitud y frecuencia de la brazada. Todas estas variables fueron medidas en ambos grupos pre y post intervención.</p>	<p>Investigar el impacto de un entrenamiento combinado en nadadores de competición.</p>	<p>El grupo experimental mejoró más que el control en: fuerza fuera del agua, fuerza de nado y rendimiento en los 400m estilo libre. No hubo cambios en la frecuencia y longitud de la brazada ni en el rendimiento en los 50m, 100m, en el consumo de oxígeno o en la economía de trabajo.</p>	<p>2 sesiones de entrenamiento de fuerza semanales fuera del agua aumentan la fuerza resistida de nado en nadadores de competición. Este incremento, a posteriori también mejorará el rendimiento en medias distancias. 2 semanas de entrenamiento a alta intensidad no mejora los picos de consumo de O₂ en comparación con otros nadadores.</p>

