

Original



## Activación muscular del hombro y dolor en nadadores infantiles

Angelina Daniela Racedo<sup>a, b, \*</sup>, Artur Bonezi<sup>b</sup>, Renata Luísa Bona<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Instituto Superior de Educación Física, Centro Universitario Paysandú, CENUR Litoral Norte, Universidad de la República de Uruguay, Paysandú, Uruguay

<sup>b</sup> Laboratorio de Investigación en Biomecánica y Análisis del Movimiento, Departamento de Ciencias Biológicas, Centro Universitario Paysandú, CENUR Litoral Norte, Universidad de la República de Uruguay, Paysandú, Uruguay

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO: Recibido el 11 de noviembre de 2022, aceptado el 7 de marzo de 2023

### RESUMEN

**Objetivo:** Comparar la activación electromiográfica durante la simulación de la fase de propulsión de la brazada de nado crol con banda elástica de un grupo de nadadores con dolor y un grupo control, antes y después de entrenamiento preventivo (EP) de hombro y en la fase de desentrenamiento, en relación al dolor y a una contracción voluntaria máxima (CVM) de 11 músculos de la cintura escapular.

**Método:** Se utilizó una muestra de 12 nadadores de la categoría infantil (11 a 12 años). Fueron evaluados con cinco pruebas clínicas, cada una específica a músculo o tendón en relación al gesto deportivo. Fue utilizada una escala de dolor. Para los datos mioeléctricos fueron colocados electrodos de superficie en los 11 músculo y evaluado la CVM y el movimiento de la brazada. Los atletas realizaron en un período de diez semanas ejercicios de fortalecimiento muscular y estabilizadores de escápula, con frecuencia semanal de dos y duración de 45 min cada sesión, luego de ello se volvió a ejecutar el protocolo de evaluación nuevamente.

**Resultados:** Se constataron diferencias entre los grupos en las pruebas clínicas y en comparación a la EMG en la fase pre EP, post EP y desentrenamiento.

**Conclusión:** Los EP tuvieron efectos positivos, alteraciones en los patrones musculares y en la disminución del dolor de hombros de los atletas.

**Palabras clave:** Cintura escapular; Rendimiento; Natación.

## Shoulder muscle activation and pain in child swimmers

### ABSTRACT

**Objective:** To compare the electromyographic activation during the simulation of the propulsion phase of the crawl stroke with elastic band of a group of swimmers with pain and a control group, before and after preventive shoulder training (PT) and in the detraining phase, in relation to pain and a maximum voluntary contraction (MVC) of 11 muscles of the shoulder girdle.

**Method:** A sample of 12 swimmers from the children's category (11-12 years old). They were evaluated with five clinical tests, each one specific to muscle or tendon in relation to the sporting gesture. A pain scale was used. For myoelectric data, surface electrodes were placed over 11 muscle evaluated, was performed a MVC for each muscle and a propulsive swimming movement. The athletes performed muscle strengthening and scapula stabilizing exercises for a period of ten weeks, with a weekly frequency of two and a duration of 45 min each session, after which the evaluation protocol was performed again.

**Results:** Differences were found between groups in the clinical tests and in comparison to electromyographic activation in the pre-PT, post-PT and detraining phases.

**Conclusion:** Preventive exercises had positive effects, on muscle patterns and decreasing shoulder pain in athletes.

**Keywords:** Shoulder girdle; Performance; Swim.

## Ativação muscular do ombro e dor em crianças nadadoras

### RESUMO

**Objetivo:** Comparar a ativação eletromiográfica durante a simulação da fase de propulsão do nado crawl, fora da água, com uma faixa elástica de um grupo de nadadores com dor e um grupo controle (atletas sem dor). Antes e depois do treinamento preventivo (EP) de ombros e na fase de

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [angiracedo08@gmail.com](mailto:angiracedo08@gmail.com) (Angelina Daniela Racedo)

<https://doi.org/10.33155/j.ramd.2023.07.001>

e-ISSN: 2172-5063/ © 2023 Consejería de Turismo, Cultura y Deporte de la Junta de Andalucía. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

destreinamento, em relação a dor ea contração voluntária máxima (CVM) de 11 músculos da cintura escapular.

**Método:** Participaram deste estudo 12 nadadores da categoria infantil (11 a 12 anos). Foram avaliados com cinco testes clínicos, cada um específico para músculo ou tendão em relação ao gesto esportivo, através da escala de dor. Foram colocados sensores para a eletromiografia de superfície, foi realizada avaliação da CVM e movimento da braçada. Os atletas realizaram em um período de dez semanas os exercícios de fortalecimento muscular e estabilizadores da escápula (supervisionados por profissional), com frequência semanal de duas e duração de 45 min cada sessão, após os quais o protocolo de avaliação foi executado novamente.

**Resultados:** Foram encontradas diferenças na comparação com a eletromiografia nas fases pré-EP, pós-EP e destreinamento.

**Conclusão:** EP teve efeitos positivos, como possíveis alterações nos padrões musculares e na redução da dor no ombro em atletas infantis.

**Palavras-chave:** Cintura escapular; Rendimento; Natación.

## Introducción

El dolor de hombro es la molestia musculo esquelética más frecuente que presentan los nadadores, que puede explicarse debido a la gran variedad de movimientos requeridos para realizar la brazada: circunducción en ambos sentidos, rotaciones internas y externas, y protacción y retracción escapular.<sup>1</sup> Esto conlleva a que las lesiones de hombro en los nadadores sean más habituales con una prevalencia del 47 al 90%, y en un porcentaje ente 10 al 31% de quienes sufren esta condición se ven obligados a abandonar el entrenamiento durante algún tiempo.<sup>2</sup> El dolor de hombro que interfiere con el entrenamiento o el progreso del deportista, se conoce como el síndrome del “hombro del nadador”, reconocido como el más habitual dentro de este deporte. Es “un síndrome común y doloroso de pinzamiento repetido del hombro en nadadores” como consecuencia de los continuos y diversos movimiento del brazo por encima de la cabeza, pensando que los nadadores de élite nadan entre 8000-20000 metros por día utilizando la brazada de estilo libre (crol), considerando de 8 a 10 ciclos de brazada por cada 25 metros, un nadador completa un millón de rotaciones del hombro por semana.<sup>3</sup> El dolor puede agravarse con la cantidad de entrenamiento, comenzando como un malestar después de nadar, luego iniciarse durante la práctica, y finalmente manteniéndose después del entrenamiento. Hasta que dolor afecta el progreso del atleta.<sup>4</sup> Por ello el reconocimiento temprano del síntoma y su intervención adecuada, puede llevar a que esto no suceda y así extender su vida deportiva.<sup>2</sup> Actualmente existe escasa evidencia que valore ejercicios preventivos (EP) para lesiones en el hombro de nadadores infantiles y las causas que lo subyacen. Se ha sugerido que el hombro del nadador representa una parte del complejo del síndrome de pinzamiento, tendinitis del manguito rotador, tendinitis del bíceps e inestabilidad del hombro.<sup>3</sup> En este sentido, el objetivo de este estudio fue comparar un grupo con dolor (GD) versus un grupo de control (GC) de atletas de natación infantil, en cinco pruebas clínicas además de evaluar activación electromiográfica (EMG) durante la simulación de la fase de propulsión de la brazada con banda elástica, antes y después de los ejercicios preventivos de hombro y en la fase de destreinamiento, en relación con contracción voluntaria máxima (CVM) de 11 músculos de la cintura escapular.

## Método

### *Población y muestra*

Participaron 12 nadadores pertenecientes al Club Remeros Paysandú Uruguay, compuesto por ocho mujeres y cuatro varones de la categoría infantiles. De los cuales se dividieron en dos subgrupos; GD (6), y GC (6). Todos los nadadores participaron de competencias nacionales en los últimos dos años en sus categorías correspondientes. Los atletas tienen un entrenamiento semanal de 13 a 30 km, entre 5 y 7 sesiones. Todos los atletas de la categoría infantil del club que presentaron certificado de aptitud física

fueron incluidos. El criterio de exclusión fue que no participaran atletas con problemas de salud.

### *Diseño experimental*

El protocolo realizado incluye una intervención con ejercicios preventivos. Fueron seleccionados dos protocolos: pruebas clínicas con escala de sensación de dolor; y una valoración de actividad muscular con la contracción voluntaria máxima. Ambos protocolos se realizar antes y después de la intervención. Los atletas pasaron por 20 sesiones (de aproximadamente 45 minutos, durante 10 semanas) de ejercicios preventivos de lesión para hombro y para cintura escapular. El tiempo para la evaluación del destreinamiento fue 12 semanas después del final de los ejercicios preventivos (intervención).

### *Protocolo de evaluación de dolor*

Todos los participantes fueron evaluados en cinco pruebas clínicas, siendo cada una de estas específica para un músculo o tendón. Las pruebas propuestas fueron elegidas de acuerdo con la exigencia necesaria para el gesto deportivo y los músculos evaluados son los que normalmente pueden presentar resultado positivo para el dolor en atletas de natación. Después de cada maniobra, que fue realizada por un fisioterapeuta experimentado, los participantes indicaron la presencia o ausencia de dolor de forma verbal. La medida se basa en una escala de sensación de dolor del 1 al 10, donde 0 – sin dolor y 10 – máximo dolor (es una medida de autoinforme utilizada para evaluar la intensidad del dolor de los niños).<sup>6</sup> A partir de estos resultados, los atletas se dividieron en dos grupos: grupo de dolor de hombro y grupo de control.

Pruebas clínicas: i) Hawkins-Kennedy para choque subacromial y el supraespinoso<sup>7</sup> y cuatro pruebas para determinar la ubicación de la lesión del manguito rotador: ii) El test de Gerber evalúa la integridad del músculo subescapular;<sup>8</sup> iii) Jobe evalúa el tendón del músculo supraespinoso (cuando es positivo es indicativo de tendinitis y / o rupturas);<sup>9</sup> iv) la prueba de Patte evalúa el tendón del infraespinoso;<sup>10</sup> v) la prueba de palm-up evalúa la porción larga de bíceps.<sup>11</sup>

### *Protocolo de Electromiografía*

Los datos de EMG fueron colectados a través del sistema de adquisición de datos Delsys®TrignoWireless de 16 canales para amplificar (x 10000), con tasa de muestreo de 2000 Hz. Para los análisis fue realizado un filtrado consistió en un filtro pasa-banda Butterworth, tercer orden, con frecuencias de corte 20 y 500 Hz. El análisis de las señales electromiográficas de la contracción voluntaria isométrica máxima de cada músculo fueron los tres segundos centrales y los recortes de las señales, cuanto a simulación de la fase subacuática de la brazada, fue de acuerdo con la activación del músculo deltoides anterior (DA). El

procesamiento implicó la rectificación de la señal y el cálculo del valor root mean square (RMS) para cada señal.

Fueron utilizados electrodos de superficie desechables para cada músculo evaluado: trapecio inferior (TI) y superior (TS), romboides (RM), infra espinal (IS), redondo mayor (ReM), dorsal ancho (LD), serrato anterior (SA), pectoral mayor porción externa (PM), deltoides anterior (DA), bíceps braquial porción larga (BB), tríceps braquial porción larga (TB). Se colocaron sobre el vientre muscular, paralelo a las fibras musculares, siguiendo la preparación y posición según SENIAN.<sup>5</sup>

**Intervención: Ejercicios preventivos**

La intervención con ejercicios preventivos tuvo una duración de 12 semanas y se realizó dos veces por semana durante 50 min. En todas las sesiones, la parte inicial consistía en movilizar la cintura escapular y, al final, estirar todos los músculos implicados en los movimientos. Los ejercicios consistieron en fortalecimiento muscular con bandas elásticas y ejercicios de estabilidad escapular. La periodización se llevó a cabo (cada dos semanas) entre períodos de ejercicio. La principal variable que osciló fue la estabilidad en los movimientos, requiriendo un mayor control de la cintura escapular de los atletas. Todas las sesiones y evaluaciones fueron realizadas por un profesor de educación física y un fisioterapeuta, los cuales prepararon previamente los ejercicios (siguiendo la progresión de intensidad y duración de los ejercicios), donde luego de ello se volvió a ejecutar el protocolo de evaluación nuevamente.

**Estadística**

Los valores son presentados con estadística descriptiva, media y desviación estándar. La normalidad fue probada a través del test de Shapiro-Wilk y la homogeneidad por el test de Levene. Las variables de caracterización del muestreo fueron comparados entre los grupos con el Test T para muestras independientes. El valor promedio del RMS de la activación eléctrica de los músculos fueron comparados con una ANOVA de medidas repetidas (grupos, pre EP, post EP y desentrenamiento del EP), cuando necesario fue utilizado post hoc Bonferroni. El paquete estadístico fue PSP 1.01. El nivel de significación se estableció en  $p < 0,05$

**Resultados**

**Características antropométricas**

Se presentan características físicas de los participantes, no presentan diferencias entre los grupos.

**Tabla 1 Resultados antropométricos**

	Grupo control (6)	Grupo con dolor (6)	P
Edad (años)	11,2 ± 0,9	11,2 ± 1,1	1,00
Masa (kg)	39,76 ± 8,96	46,44 ± 7,82	0,18
Estatura (m)	1,47 ± 0,06	1,49 ± 0,09	0,57
Envergadura (m)	1,45 ± 0,04	1,50 ± 0,10	0,19

**Tabla 2:** Resultados de las pruebas clínicas realizados para ambos hombros y grupos, en las tres instancias: Pre EP, post EP y desentrenamiento.

**Tabla 2 Resultados de pruebas clínicas**

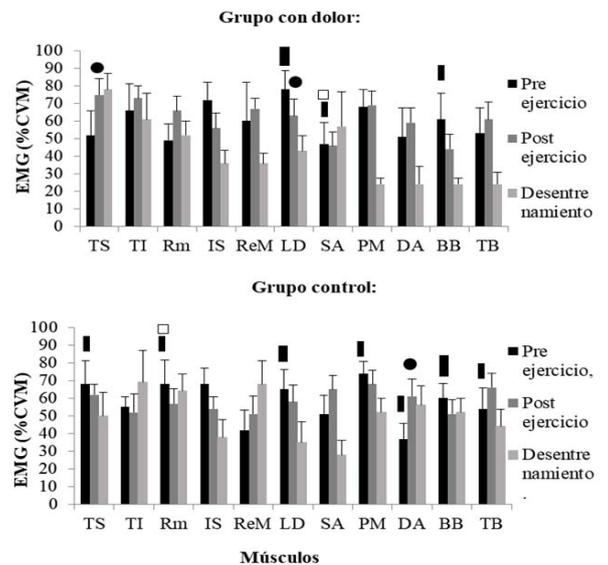
Grupo de dolor	Pre EP	Post EP	Desentrenamiento
	Test Hawkins derecho	1.17 ± 0.9 *	0.15 ± 0.37 \$
Test Hawkins izquierdo	0.71 ± 0.32 * †	0.30 ± 0.75 \$	1.05 ± 0.55
Test Patte derecho	0.80 ± 1.03	0.76 ± 1.53	0.5 ± 0.75
Test Patte izquierdo	1.2 ± 1.10 * †	0.15 ± 0.37 \$	0.85 ± 0.65
Test Palm up derecho	0.33 ± 0.94 *	0.30 ± 0.75	0.65 ± 0.75
Test Palm up izquierdo	0.56 ± 0.87 *	0.32 ± 0.55	0.70 ± 0.35
Test Jobe derecho	0.88 ± 0.93 *	0.92 ± 1.03	0.85 ± 0.75
Test Jobe izquierdo	1.12 ± 1.03 * †	0.34 ± 0.75 \$	0.85 ± 0.65
Test Gerber derecho	0.75 ± 0.55	0.31 ± 0.55	0.80 ± 0.85
Test Gerber izquierdo	1.05 ± 0.97 * †	0.54 ± 0.37 \$	0.95 ± 0.70

Derecho: hombro derecho; Izquierdo: hombro izquierdo. Atletas infantiles con dolor en el hombro, grupo control (sin dolor en el hombro); Pre EP: prueba clínica pre ejercicio preventivo; Post EP: prueba clínica post ejercicio preventivo; Desentrenamiento: 10 semanas sin los EP. Grupo control: sin dolor presente (resultados). \* representa una diferencia significativa entre Pre EP y Post EP; † representan una diferencia significativa entre Pre EP y desentrenamiento; \$ representan una diferencia significativa entre Post EP y desentrenamiento ( $P < 0.05$ ).

**Protocolo**

Se compararon la activación EMG en las tres fases (pre EP, post EP y desentrenamiento) de los 11 músculos evaluados, normalizados por la CVM, correspondientes al hombro derecho en en ambos grupos, con dolor y control (**Figura 1**).

**Figura 1:** Comparación de las tres Fases: pre EP, post EP y desentrenamiento; GD y GC.



**Fig.1:** Los datos están presentados con estadística descriptiva media y desvío estándar. Se presenta el porcentaje de la brazada en relación a la CVM de los 11 músculos evaluados: Trapecio superior (TS), Trapecio inferior (TI), Romboides (Rm), Infra espinal (IS), Redondo mayor (ReM), Dorsal ancho (LD), Serrato anterior (SA), Pectoral mayor (PM), Deltoides anterior (DA), Bíceps braquial (BB), Tríceps braquial (TB).

□ Cuadrado Blanco: Representa diferencias entre las fases de pre y desentrenamiento; Circulo negro: Representa diferencias entre las fases de pre y post; Cuadrado negro: Representa diferencias entre las fases post y desentrenamiento,  $p < 0,05$ .

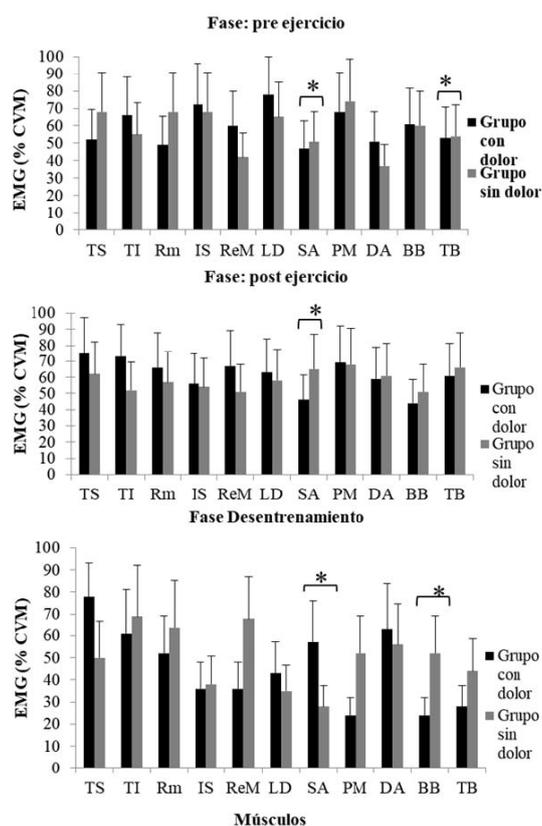


Figura 2: Los datos están presentados con estadística descriptiva media y desvío estándar: Se presenta el porcentaje de la brazada en relación a la CVM de los 11 músculos evaluados: Trapecio superior (TS), Trapecio inferior (TI), Romboideos (Rm), Infra espinal (IS), Redondo mayor (ReM), Dorsal ancho (LD), Serrato anterior (SA), Pectoral mayor (PM), Deltoides anterior (DA), Bíceps braquial (BB), Tríceps braquial (TB). \* Significa diferencia estadística entre los grupos  $p < 0,05$ .

## Discusión

### Comparación de los test clínicos: grupo con dolor

Los resultados de las pruebas clínicas indicaron presencia de dolor en la fase pre y desentrenamiento para el GD. En la fase post EP hubo una disminución de valores en comparación a las fases pre y desentrenamiento, indicando la ausencia de dolor para la mayoría de las pruebas excepto para el test de Jobe, que se observó un aumento en los resultados para el hombro derecho. La estructura evaluada en esta prueba es utilizada en gran intensidad y frecuencia en la natación, una posible hipótesis por el aumento del dolor debido al aumento de la carga generada por los ejercicios. En la fase post EP hubo una disminución de valores en comparación a las fases pre y desentrenamiento, indicando la ausencia de dolor para la mayoría de las pruebas excepto para el test de Jobe. Los resultados demuestran que la realización de EP de hombro fue positivo para el grupo que pasó por la intervención. Investigadores,<sup>12</sup> sugieren la puesta en práctica de programas de estiramientos y fortalecimiento muscular para mejorar el equilibrio muscular, laxitud y estabilidad de la cintura escapular, mejorando así el rendimiento deportivo.<sup>12</sup> Principalmente en el manguito rotador, ya que es un conjunto de músculos y tendones que proporcionan motricidad y estabilidad al hombro, los cuales están insertados en diferentes referencias anatómicas de los huesos que componen la cintura escapular formando una contención y estabilidad en la glenohumeral; el supraespinoso, el infraespinoso, el redondo menor y el subescapular, son los cuatro músculos que lo conforman,<sup>13</sup> la importancia de este grupo muscular radica en mantener la cabeza del húmero dentro de la cavidad glenoidea del omóplato. En la fase de desentrenamiento hubo un aumento de los valores resultantes para los test de Hawkins, Patte, Gerber, Palm-up, evidenciando el regreso del dolor.

A pesar de que los EP han demostrado elevada eficacia, no se han implementado de manera sistemática.<sup>14</sup>

### Comparación entre GD y GC en las fases: pre, post y desentrenamiento.

En la comparación del %EMG entre grupos, el músculo SA presentó mayor activación en las fases pre EP y post EP para el GC. En la fase de desentrenamiento se distingue un aumento notable de este músculo para el GD; interpretándose de manera negativa ya que puede ser resultado de un desequilibrio muscular debido a la poca activación de las fibras que descienden la escápula, predominando la activación de las fibras ascendentes. Teniendo en cuenta la función del SA, la cual es mantener la estabilidad escapular durante la elevación del brazo.<sup>15</sup> Su parte superior la que eleva la escápula, su parte media e inferior descienden la misma girando su ángulo inferior externamente para permitir la elevación del brazo conjuntamente con el TS. El músculo TB en la fase pre EP presentó mayor activación en el GC. Esto puede deberse a que este músculo está implicado en todas las fases de la brazada subacuática; con predominio en la fase temprana del empuje, esto ocurre para estabilizar fuertemente la articulación del codo para lograr superar la fuerza de resistencia que ejerce el agua.<sup>16</sup> De esta forma, demuestra que el GC puede desarrollar de forma más eficiente el gesto en comparación al GD, quién debe realizarlo compensando con otros músculos. El nivel óptimo de fuerza y potencia muscular es esencial para nadar eficientemente, ya que está relacionado con maximizar la capacidad de generar propulsión y minimizar la resistencia del agua.<sup>16</sup>

En tanto, en la fase de desentrenamiento es notable la disminución de la activación del BB para ambos grupos, siendo el GD el que tuvo mayor disminución en comparación al GC, este músculo participa en los movimientos de flexión del antebrazo sobre el brazo y es el más potente de los músculos supinadores del antebrazo.<sup>17</sup> Esta disminución es negativa para el GD ya que indica la pérdida de entrenamiento y por tanto, el regreso del dolor. Los atletas pueden mantener, o sufrir un deterioro limitado, en su fuerza muscular durante períodos cortos de interrupción del entrenamiento.<sup>18</sup> La disminución de la activación para algunos de los músculos y aumento de dolor indican la importancia de mantener EP en atletas de natación infantiles.

### Comparación intragrupo: GD

Los resultados generales para este grupo manifiestan que la disminución de la activación del LD en la fase post EP es positiva debido a su función de rotador interno lo que predispone a inestabilidad y desequilibrio muscular.<sup>3</sup> La disminución del SA en la fase post EP junto al aumento del TS en la fase post EP, se considera negativa para el correcto funcionamiento de la escápula, lo que puede generar desequilibrio en la articulación glenohumeral y escapulotorácica.<sup>15</sup> La disminución del BB en la fase de desentrenamiento es negativa porque está propenso a sufrir lesiones debido al periodo sin entrenamiento afuera del agua.<sup>19</sup>

## Conclusión

A la luz de los resultados preliminares, se puede concluir que después del entrenamiento preventivo existió una disminución del dolor en los hombros y un mayor equilibrio entre los músculos estabilizadores de la cintura escapular, no siendo así en el periodo de desentrenamiento, donde se constató que el dolor y el desequilibrio en la cintura escapular retornó. Lo que puede perjudicar el desplazamiento en el agua y por consecuencia, su performance.

Esta investigación da a conocer el problema del dolor en el hombro del nadador, las causas que provoca el mismo y constata

los beneficios del ejercicio preventivo. El entrenamiento fuera del agua es importante para prevenir lesiones en el hombro de los nadadores infantiles, prolongando así su vida competitiva dentro de la natación. De acuerdo con los datos recabados en la literatura de ciencias del ejercicio, se destaca que en edades infantiles la debilidad de sus músculos de sostén y la cintura escapular provoca una reducción de la funcionalidad de toda la musculatura y a largo plazo, una sobrecarga en el sistema de sostén del movimiento.<sup>20</sup> Autores sugieren que programas de entrenamiento y mantenimiento específicos son necesarios para mantener las ganancias de fuerza en edades infantiles. La realización de EP es una medida importante para promover el desarrollo muscular.<sup>20</sup>

**Autoría.** La autora asume la responsabilidad de los contenidos y, asimismo, está de acuerdo con la versión definitiva del artículo. **Financiación.** La autora declara no tener financiación. **Agradecimientos.** Se agradece al plantel infantil del Club Remeros Paysandú, a Agustín Merello quien es el entrenador de dicho plantel y al Club Remeros Paysandú-Uruguay. **Conflicto de intereses.** La autora declara no tener conflicto de intereses. **Origen y revisión.** No se ha realizado por encargo, la revisión ha sido externa y por pares. **Responsabilidades éticas.** Protección de personas y animales: La autora declara que los procedimientos seguidos están conforme a las normas éticas de la Asociación Médica Mundial y la Declaración de Helsinki. Confidencialidad: La autora declara que ha seguido los protocolos establecidos por sus respectivos centros para acceder a los datos de las historias clínicas para poder realizar este tipo de publicación con el objeto de realizar una investigación/divulgación para la comunidad. Privacidad: La autora declara que no aparecen datos de los pacientes en este artículo.

## Bibliografía

1. [Tovin BJ. Prevention and Treatment of Swimmer's Shoulder. N Am J Sports Phys Ther. 2006;4: 166-175.](#)
2. [McMaster W C. \(1999\). Shoulder injuries in competitive swimmers. Clin Sports Med. 2010;18\(2\), 349-359.](#)
3. [Kennedy J, Hawkins R, Krissoff W. Orthopaedic manifestations of swimming. Am J Sports Med. 1978;6:309-22.](#)
4. [Fernández JC, Aravena RE, Verdugo RL, Galaz GT, Rex, FS. Análisis de la rotación interna y externa de la articulación glenohumeral y su relación con el dolor de hombro en nadadores de élite. Rev. Andal. Med. Deporte. 2010;3:92-7.](#)
5. [SENIAN: Hermens, H. J., Freriks, B., Merletti, R., Rau G., Disselhorst-Klug, C., y cols, 2013, Project Management Office. Recommendations for sensor locations on individual.](#)
6. [Hicks CL, von Baeyer CL, Spafford PA, van Korlaar I, Goodenough B. The Faces Pain Scale-Revised: toward a common metric in pediatric pain measurement. Pain. 2001;93\(2\), 173-183.](#)
7. [Vicente Herrero MT, Delgado Bueno S, Bandrés Moyá F, Ramírez Iñiguez de la Torre MV y Capdevila García L. Valoración del dolor. Revisión comparativa de escalas y cuestionarios. Rev. Soc. Esp. Dolor. 2018;25\(4\):228-236.](#)
8. [Hermans J, Luime JJ, Meuffels DE, Reijman M, Simel DL, Bierma-Zeinstra SM. Does this patient with shoulder pain have rotator cuff disease?: The Rational Clinical Examination systematic review. JAMA. 2013;310:837-47.](#)
9. [SgROI M, Loitsch T, Reichel H, Kappe T. Diagnostic Value of Clinical Tests for Supraspinatus Tendon Tears. Arthroscopy. 2018 Aug;34\(8\):2326-2333.](#)
10. [Leroux JL, Thomas E, Bonnel F, Blotman F. Diagnostic value of clinical tests for shoulder impingement syndrome. Rev Rhum Engl Ed. 1995 Jun;62\(6\):423-8.](#)
11. [Gismervik SØ, Drogset JO, Granviken F, Rø M, Leivseth G. Physical examination tests of the shoulder: a systematic review and meta-analysis of diagnostic test performance. BMC Musculoskelet Disord. 2017 Jan 25;18\(1\):41.](#)
12. [Michener LA, Walsworth MK, Doukas WC, Murphy KP. Reliability and diagnostic accuracy of 5 physical examination tests and combination of tests for subacromial impingement. Arch Phys Med Rehabil. 2009 Nov;90\(11\):1898-903.](#)
13. [McMaster WC, Roberts A, Stoddard T. A correlation between shoulder laxity and interfering pain in competitive swimmers. Am J Sports Med. 1998 Jan-Feb;26\(1\):83-6.](#)
14. [Ortí López C. Valoración del rango de movimiento del hombro en nadadores de diferente categoría y sexo. Universidad Miguel Hernández. 2019. Tesis.](#)
15. [Reinold MM, Escamilla RF, Wilk KE. Current concepts in the scientific and clinical rationale behind exercises for glenohumeral and scapulothoracic musculature. J Orthop Sports Phys Ther. 2009 Feb;39\(2\):105-17.](#)
16. [Warner JJ, Navarro RA. Serratus anterior dysfunction. Recognition and treatment. Clin Orthop Relat Res. 1998 Apr; \(349\):139-48.](#)
17. [Lauer J, Figueiredo P, Vilas-Boas JP, Fernandes R, Rouard A. Phase dependence of elbow muscle coactivation in front crawl swimming. J. Electromyogr Kinesiol. 2013;23:820-25.](#)
18. [Lubkowska W, Wiazewicz A, Eider J. The correlation between Sports result in swimming and general an special muscle strength. Journal of Education Health and Sport. 2017;7:224.](#)
19. [Macía Calvo M. La patología de hombro como enfermedad profesional. Ciencia Forense. 2014;11:105-126](#)
20. [Khazzam M, George MS, Churchill RS, Kuhn JE. Disorders of the long head of biceps tendon. J Shoulder Elbow Surg. 2012;21:136-45.](#)