

# Valoración del rango de movimiento del hombro en nadadores de diferente categoría y sexo

---



**Titulación:** Máster en Rendimiento Deportivo y Salud

**Alumno:** Carlos Ortí López

**Tutor académico:** Francisco José Vera García

**Curso académico:** 2018-2019

## RESUMEN

La reducción del rango de movimiento (ROM) de los rotadores internos y flexores del hombro, y la modificación del ROM normalizado de los rotadores externos son factores de riesgo asociados al dolor de hombro en nadadores. Sin embargo, pocos estudios han valorado el perfil completo en nadadores de distintas categorías. Por ello, los principales objetivos de este estudio fueron, en primer lugar, describir el ROM de la articulación glenohumeral en rotación interna, rotación externa, extensión y flexión en nadadores de distinta categoría y sexo, y en segundo lugar, analizar las diferencias en el rango de movimiento entre sexo y edad en 77 nadadores del *Club Natación Mediterráneo Valencia*, de edades entre 6-53 años en la temporada 2018-2019. Se realizó el protocolo "ROM-SPORT" del hombro a los nadadores antes del entrenamiento, midiendo el rango articular de la articulación glenohumeral. Tras la intervención, los datos obtenidos serán analizados empleando una prueba ANOVA de medidas repetidas.

**Palabras clave** Rango de movimiento, hombro, nadadores, prevención de lesiones



## ABSTRACT

The reduction in the range of motion (ROM) of both the internal rotators of the shoulder and the shoulder flexors in addition to the modification of the normalized ROM of the external rotators are risk factors associated with shoulder pain in swimmers. However, few studies have evaluated the full profile in swimmers of different categories. Therefore, the main objectives of this study were, first, to describe the ROM of the glenohumeral joint in internal rotation, external rotation, extension and flexion in swimmers of different rank and sex, and second, to analyse the differences in terms of sex and age in the ROM of 77 swimmers between the ages of 6 and 53 of the Valencian swimming club *Club Natación Mediterráneo Valencia* during the 2018-19 season. The "ROM-SPORT" shoulder protocol was used with the swimmers, measuring the joint range of the glenohumeral joint. After the intervention, the data obtained will be analysed using the repeated measures ANOVA.

**Keywords:** Range of motion, shoulder, swimmers, injury prevention.



## 1. INTRODUCCIÓN

La natación es uno de los deportes más populares a nivel mundial con más de 1.500 millones de practicantes (Tabima, 2019). De forma más concreta, en el año 2017, España tenía 64.119 nadadores federados, 35.191 hombres y 28.928 mujeres (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2018). La natación se caracteriza por la combinación simultánea de distintas capacidades de la condición física como la resistencia, fuerza y flexibilidad en un ambiente poco natural para el ser humano como es el agua, lo que la hace atractiva para la población (Kammer, Young, & Niedfeldt, 1999; Tate et al., 2012).

Sin embargo, su carácter cíclico, unido a unos altos requerimientos técnicos que implican rangos de movimiento elevados y unas altas demandas de fuerza para vencer una carga externa, principalmente en la extremidad superior, pueden generar sobrecargas en las articulaciones (Sein, et al., 2010). Por ejemplo, los nadadores competitivos realizan un promedio de 6 a 10 km por día de entrenamiento durante 5- 7 días por semana, y a menudo dos veces al día. Esto equivale a aproximadamente a 60 a 80 km y 30.000 brazadas por semana (Heinlein & Cosgarea, 2010). Esto podría ocasionar adaptaciones deportivas específicas que resultasen en modificaciones del rango de movimiento (ROM) durante la natación y, por tanto, en un alto riesgo de lesiones (Greipp, 1985).

En este sentido, la lesión del hombro es la más prevalente en nadadores y constituye más del 60% de las patologías en natación, seguida por las lesiones de rodilla, tobillo y espalda (Pérez, Sanfilippo, & Jivelekian, 2015; Rodriguez & Gusi, 2002). De forma específica, la patología más común en el hombro es la tendinopatía del supraespinoso (Sein, et al., 2010).

Entre los principales factores de riesgo asociados a las lesiones de hombro encontramos, los factores nutricionales, la edad, el sexo, la altura, la condición física, la fatiga, el IMC, la técnica deportiva, la movilidad articular, el calentamiento, la anatomía y el estado emocional. También influyen los factores ambientales, las características de la piscina, el tipo y volumen de entrenamiento, los años de experiencia competitiva, el uso de implementos y los factores humanos (McMaster, 1999; Pérez et al., 2015; Tate et al., 2012; Walker et al., 2012). Por ejemplo, se producen en mayor asiduidad en la categoría máster, en hombres, y en el hombro dominante (McMaster & Troup, 1993; Richardson, Jobe, & Collins, 1980).

Entre estos factores de riesgo, uno de los más desconocidos es el efecto de la natación sobre la movilidad articular. Se ha demostrado en análisis biomecánicos a nadadores (Blanch, 2004; Yanai, & Miller, 2000), que la rotación interna del hombro es el movimiento dominante durante el principal estilo de nado, estilo libre o crawl, por tanto, un adecuado ROM de los

rotadores internos y equilibrio con los rotadores externos de la articulación glenohumeral es conveniente para la mejora del rendimiento y la prevención de lesiones en los nadadores.

Además, parece claro que el entrenamiento de natación provoca cambios adaptativos en la movilidad articular del hombro, con una disminución del ROM en rotación interna y aducción, y una excesiva rotación externa con respecto a la población normal (De Martino y Rodeo, 2018; Hibberd et al., 2016). Cabe destacar que la movilidad articular del hombro es decisiva, puesto que existen evidencias suficientes de que la reducción del ROM de los rotadores internos y flexores, y el aumento o la disminución del ROM de los rotadores externos son un factor de riesgo para el dolor de hombro en nadadores (Hill, Collins, & Posthumus, 2015; Tate et al., 2012; Walker et al., 2012).

Dichas adaptaciones y movimiento repetitivos pueden ocasionar una inestabilidad de la articulación glenohumeral. La inestabilidad glenohumeral es una causa frecuente de dolor y sobre todo de limitación funcional en el hombro que implica pérdida de la relación articular entre la cabeza humeral y la cavidad glenoidea derivada del aumento del ROM del hombro, del entrenamiento intenso y la fatiga, que aumentan el rendimiento, pero disminuyen la estabilidad del hombro (Figueiredo, Seifert, Vilas-Boas, & Fernandes, 2012; Weldon & Richardson, 2001). Asimismo, esta inestabilidad genera desequilibrios en el ROM entre el hombro dominante y no dominante de los nadadores competitivos, así como mayor rotación externa en el hombro dominante, y una mayor rotación interna en el hombro no dominante, debido al carácter repetitivo, cíclico y bilateral de la natación (Riemann, Witt, & Davies, 2011).

Por otro lado, parece ser que las asimetrías en el ROM de los rotadores externos e internos entre los hombros dominantes y no dominantes también podrían incrementar el riesgo de lesión (Ellenbecker, Roetert, Piorkowski, & Schulz, 1996; Kibler, Chandler, Livingston, & Roetert, 1996). Si se compara entre sexos, las mujeres nadadoras obtienen valores de ROM mayores en rotadores externos e internos que los hombres (Riemann, Witt, & Davies, 2011). Por el contrario, otros estudios coinciden en que no existen diferencias estadísticamente significativas en el ROM del hombro de los nadadores por sexo (Cejudo, Sánchez-Castillo, de Baranda, Gámez, & Santonja-Medina, 2019; Greipp, 1985; Hibberd et al., 2016; Walker et al., 2012) y tampoco hay diferencias en la lateralidad (brazo dominante y no dominante) en nadadores (Contreras-Fernández, Espinoza-Aravena, Liendo-Verdugo, Torres-Galaz, & Soza-Rex, 2010; McLaine, Bird, Ginn, Hartley, & Fell, 2019; Rodeo, Nguyen, Cavanaugh, Patel, & Adler, 2016).

Para solucionar estos problemas los investigadores proponen realizar programas de estiramientos y fortalecimiento muscular, que podrían mejorar problemas como los desequilibrios musculares, la inestabilidad y la laxitud, mejorando el rendimiento deportivo (Higson, 2018; Kluemper, Uhl, & Hazelrigg, 2006; Matthews et al., 2017; McMaster, Roberts, & Stoddard, 1998).

Sin embargo, existe bastante controversia respecto al ROM del hombro y las lesiones en natación, puesto que, según Cejudo et al., (2019) se necesitan más valores de referencia que clasifiquen a los nadadores competitivos con un ROM estándar o limitado, o que establezcan relaciones entre estos y el riesgo de lesión para poder realizar programas de entrenamiento preventivo. A pesar de esto, son escasos los artículos científicos (Cejudo et al., 2019; Greipp, 1985; Walker et al., 2012) que han investigado el efecto de la natación sobre el ROM de la articulación glenohumeral en nadadores en ambos sexos, y actualmente no existen estudios que comparen el ROM del hombro de los nadadores entre categorías o edades, para poder establecer programas preventivos y de acondicionamiento físico acorde a cada categoría y sexo. Además, la muestra presentada por la mayoría de los estudios era muy reducida y no permitía establecer conclusiones claras.

Por tanto, los objetivos de este estudio fueron: (1) describir el rango de movimiento de la articulación glenohumeral en rotación interna, rotación externa, extensión y flexión en nadadores de distinta categoría y sexo, y (2) analizar las diferencias en el rango de movimiento entre sexo y edad.

## **2. MATERIAL Y MÉTODO**

### **2.1. Participantes**

La muestra de este estudio estuvo compuesta por 77 nadadores del *Club Natación Mediterráneo* perteneciente a la provincia de Valencia, en la temporada 2018-2019.

Para llevar a cabo este estudio descriptivo, en primer lugar, se contactó con el director y entrenadores del club exponiendo los objetivos del estudio. Una vez aceptada la propuesta se pasó a reclutar a los nadadores de las distintas categorías del club. Este estudio respetó en todo momento los principios de la Declaración de Helsinki. Así, antes de ser evaluados, tanto las participantes como el equipo deportivo fueron informados verbalmente y por escrito de los posibles riesgos y procedimientos del presente estudio, y finalmente todos firmaron un consentimiento informado aprobado por el comité de ética de la universidad. Al mismo tiempo que se entregaba consentimiento informado se hizo entrega del cuestionario donde se reflejaban datos técnicos de los nadadores, historial deportivo y clínico.

Los criterios de exclusión para todos los sujetos fueron: (1) tener historia de patología torácica o cervical; (2) haber sufrido cirugía en la articulación del hombro; (3) presencia de dolor de hombro que impidiese la correcta ejecución de las pruebas, incluyendo incapacidad para lograr la relajación durante la prueba.

## 2.2. Diseño

Antes de comenzar con las valoraciones del rango de movimiento, los deportistas rellenaron dos escalas para conocer el dolor de hombro, la escala de Greipp (1985) para clasificar el dolor de hombro y la escala *Numeric Pain Rating Scale* (NPRS) (Williamson & Hoggart, 2005) para medir la intensidad de dolor.

La escala de Greipp (1985) clasifica el dolor en una escala tipo Likert de 0 a 6: (0) No dolor; (1) Un poco de dolor de vez en cuando, no hay problema; (2) Dolor habitual después de la práctica; (3) Algún dolor cada vez que muevo el brazo; (4) El dolor es molesto quizás durante ocho horas al día. Podría afectar a mi habilidad para la práctica; (5) El dolor es muy molesto, casi con certeza que afecta mi capacidad para la práctica; (6) Dolor fuerte, al menos 12 horas al día (a menos que use hielo, medicación, etc.). Casi imposible realizar la práctica. Por su parte, la escala NPRS contiene 11 puntos en una línea continua (0-10), donde 0 corresponde a la ausencia de dolor y 10 al máximo dolor posible. El 0 (sin dolor), 1-3 (dolor leve), 4-6 (dolor moderado), 7-10 (dolor severo).

Para valorar el rango de movimiento de la flexión, extensión, rotación externa e interna del rango de movimiento del hombro de los nadadores se utilizó el protocolo “ROM-SPORT” descrito por Cejudo et al., (2019). Se seleccionaron estas pruebas ya que fueron consideradas apropiadas por la *American Medical Association*, e incluidas en los manuales de la *Sports Medicine and Science*. Igualmente, estudios previos muestran gran validez y fiabilidad (Cejudo et al., 2019).

Para ello se utilizó un inclinómetro ISOMED Bi-Level Inclinometer (United States) con barra telescópica extensible. Antes de cada sesión de evaluación, el inclinómetro se calibraba en 0° (Cejudo et al., 2019). Para las mediciones también se utilizó una camilla plegable de aluminio.

Una semana antes del inicio del estudio, todos los participantes completaron una sesión de familiarización con el fin de conocer la correcta ejecución técnica de las pruebas exploratorias. Y Antes de realizar las mediciones los nadadores realizaron un pequeño calentamiento durante 5 minutos, con ejercicios de movilidad del hombro y cuello principalmente. Tras dicho calentamiento y antes de comenzar con el entrenamiento de natación correspondiente, se realizaban las valoraciones con una duración de 10 minutos por nadador. Las valoraciones fueron llevadas a cabo siempre por los mismos evaluadores, una persona que se encargaba de realizar la medición con el inclinómetro y otra persona que fijaba la articulación para evitar movimientos compensatorios.

### 2.3. Medidas/test de valoración

Para cada sujeto se seguía el mismo procedimiento, se realizaban dos mediciones del ROM máximo en cada movimiento, tanto en el brazo dominante (definido como el preferido del participante para realizar un lanzamiento con los brazos), como en el no dominante, y se sacaba la puntuación media de las dos mediciones. Se proporcionó un descanso de 30 segundos entre cada prueba. Los sujetos fueron medidos con la ropa de entrenamiento, es decir, con bañador.

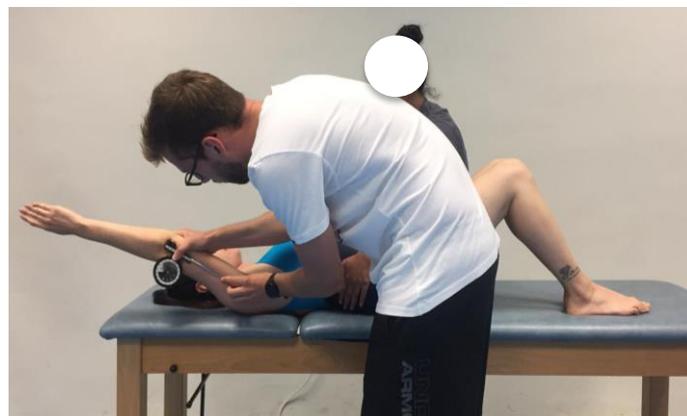
El protocolo consistió en 4 pruebas:

1- ROM extensión de hombro. El sujeto se colocaba en la camilla en posición de decúbito prono, con piernas estiradas, y el evaluador realizaba un movimiento de extensión del brazo hacia atrás, realizado en plano sagital con ligera flexión de codo. La persona asistente estabilizaba la zona escapular contra la camilla (Figura 1).



**Figura 1.** Rango de movimiento de extensión de hombro.

2- ROM flexión de hombro. El sujeto se situaba en la camilla en posición decúbito supino, y con las rodillas flexionadas, movimiento sagital del brazo hacia delante del plano frontal con el codo extendido. El asistente estabiliza el tórax contra la camilla (Figura 2).



**Figura 2.** Rango de movimiento de flexión de hombro.

3- ROM rotación externa. El sujeto se colocaba en la camilla en posición decúbito supino y con las rodillas flexionadas, en el plano transversal movimiento sagital de rotación externa del hombro. El asistente fija el hombro contrario contra la camilla (Figura 3).



**Figura 3.** Rango de movimiento de rotación externa.

4- ROM rotación interna. El sujeto se situaba en la camilla en posición decúbito supino y con las rodillas flexionadas, en el plano transversal movimiento sagital de rotación interna del hombro. El asistente fija los dos hombros contra la camilla para evitar la antepulsión (Figura 4).



**Figura 4.** Rango de movimiento de rotación interna.

Los criterios para detener la medición fueron los siguientes: (1) cuando la persona que fijaba apreciaba algún movimiento compensatorio que alterara el ROM; (2) cuando el sujeto sentía dolor en el hombro; y (3) cuando el examinador no podía continuar el movimiento.

## 2.4. Análisis estadístico

Antes del análisis estadístico, la distribución normal de los conjuntos de datos se verificará mediante la prueba Kolomogorov-Smirnov, mientras que la prueba Levene se utilizará para determinar el supuesto de homogeneidad. Las estadísticas descriptivas, medias y desviaciones típicas se calcularían para todas las variables del ROM por separado.

Para examinar diferencias de asimetría entre hombro dominante y no dominante, o diferencias entre las variables sexo, categoría y ROM se utilizará un ANOVA de medidas repetidas.

El análisis estadístico de los datos será llevado a cabo a través del programa IBM SPSS Statistics 25 (SPSS Inc., Chicago, IL, United States) para Windows. Para todos los análisis, el nivel de significación se establecía en  $p < 0.05$ . Los datos se presentarán como media  $\pm$  desviación estándar (DS).

## 3. REFERENCIAS

1. Bak, K., & Magnusson, S. P. (1997). Shoulder strength and range of motion in symptomatic and pain-free elite swimmers. *The American journal of sports medicine*, 25(4), 454-459.
2. Beach, M. L., Whitney, S. L., & Dickoff-Hoffman, S. A. (1992). Relationship of shoulder flexibility, strength, and endurance to shoulder pain in competitive swimmers. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 16(6), 262-268.
3. Blanch, P. (2004). Conservative management of shoulder pain in swimming. *Physical Therapy in Sport*, 5(3), 109-124.
4. Cejudo, A., Sánchez-Castillo, S., de Baranda, P. S., Gámez, J. C., & Santonja-Medina, F. (2019). Low Range of Shoulders Horizontal Abduction Predisposes for Shoulder Pain in Competitive Young Swimmers. *Frontiers in psychology*, 10.
5. Contreras-Fernández, J. J., Espinoza-Aravena, R., Liendo-Verdugo, R., Torres-Galaz, G., y Soza-Rex, F. (2010). Análisis de la rotación interna y externa de la articulación glenohumeral y su relación con el dolor de hombro en nadadores de élite. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 3(3).
6. De Martino, I., & Rodeo, S. A. (2018). The swimmer's shoulder: multi-directional instability. *Current reviews in musculoskeletal medicine*, 11(2), 167-171.
7. Dischler, J.D., Baumer, T.G., Finkelstein, E., Siegal, D.S. & Bey, M.J. (2017) Association Between Years of Competition and Shoulder Function in Collegiate Swimmers. *Sports*

*Health*,10(2), 113-118.

8. Ellenbecker, T. S., Roetert, E. P., Piorkowski, P. A., & Schulz, D. A. (1996). Glenohumeral joint internal and external rotation range of motion in elite junior tennis players. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 24(6), 336-341.
9. Figueiredo, P., Seifert, L., Vilas-Boas, J. P., & Fernandes, R. J. (2012). Individual profiles of spatio-temporal coordination in high intensity swimming. *Human movement science*, 31(5), 1200-1212.
10. Greipp, J. F. (1985). Swimmer's shoulder: the influence of flexibility and weight training. *The Physician and sportsmedicine*, 13(8), 92-105.
11. Harrington, S., Meisel, C., & Tate, A. (2014). A cross-sectional study examining shoulder pain and disability in Division I female swimmers. *Journal of sport rehabilitation*, 23(1), 65-75.
12. Heinlein, S. A., & Cosgarea, A. J. (2010). Biomechanical considerations in the competitive swimmer's shoulder. *Sports health*, 2(6), 519-525.
13. Hibberd, E. E., Laudner, K., Berkoff, D. J., Kucera, K. L., Yu, B., & Myers, J. B. (2016). Comparison of upper extremity physical characteristics between adolescent competitive swimmers and nonoverhead athletes. *Journal of athletic training*, 51(1), 65-69.
14. Hill, L., Collins, M., & Posthumus, M. (2015). Risk factors for shoulder pain and injury in swimmers: A critical systematic review. *The Physician and Sportsmedicine*, 43 (4), 412-420.
15. Kammer, CS, Young, CC, & Niedfeldt, MW (1999). Swimming injuries and illnesses. *The Physician and Sports Medicine*, 27 (4), 51-60.
16. Kibler, W. B., Chandler, T. J., Livingston, B. P., & Roetert, E. P. (1996). Shoulder range of motion in elite tennis players: effect of age and years of tournament play. *The American journal of sports medicine*, 24(3), 279-285.
17. Kluemper, M., Uhl, T., & Hazelrigg, H. (2006). Effect of stretching and strengthening shoulder muscles on forward shoulder posture in competitive swimmers. *Journal of sport rehabilitation*, 15(1), 58-70.
18. Maenhout, A.G., Palmans, T., De Muynck, M., De Wilde, L.F., & Cools, A.M. (2012). The impact of rotator cuff tendinopathy on proprioception, measuring force sensation. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 21(8), 1080-1086.
19. Matthews, M. J., Green, D., Matthews, H., & Swanwick, E. (2017). The effects of swimming fatigue on shoulder strength, range of motion, joint control, and performance in swimmers. *Physical Therapy in Sport*, 23, 118-122.
20. McLaine, S. J., Bird, M. L., Ginn, K. A., Hartley, T., & Fell, J. W. (2019). Shoulder

extension strength: a potential risk factor for shoulder pain in young swimmers?. *Journal of science and medicine in sport*, 22(5), 516-520.

21. McMaster, W.C. (1999). Shoulder injuries in competitive swimmers. *Clinics in Sports Medicine*, 18(2), 349-359.

22. McMaster, W. C., Roberts, A., & Stoddard, T. (1998). A correlation between shoulder laxity and interfering pain in competitive swimmers. *The American journal of sports medicine*, 26(1), 83-86.

23. McMaster, W. C., & Troup, J. (1993). A survey of interfering shoulder pain in United States competitive swimmers. *The American journal of sports medicine*, 21(1), 67-70.

24. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (2018). Anuario de estadísticas deportivas 2018.

25. Pérez, C.Z., Sanfilippo, L.A., & Jivelekian, A.C. (2015). Lesiones y accidentes deportivos en nadadores federados. *Instituto Superior de Deportes, Sports Magazine*, 7(24), 27-34.

26. Richardson, A. B., Jobe, F. W., & Collins, H. R. (1980). The shoulder in competitive swimming. *The American Journal of Sports Medicine*, 8(3), 159-163.

27. Riemann, B. L., Witt, J., & Davies, G. J. (2011). Glenohumeral joint rotation range of motion in competitive swimmers. *Journal of sports sciences*, 29(11), 1191-1199.

28. Rodeo, S. A., Nguyen, J. T., Cavanaugh, J. T., Patel, Y., & Adler, R. S. (2016). Clinical and ultrasonographic evaluations of the shoulders of elite swimmers. *The American journal of sports medicine*, 44(12), 3214-3221.

29. Rodriguez, L.P. y Gusi, N.F. (2002). Manual de prevención y rehabilitación de lesiones deportivas. Madrid: Editorial Síntesis.

30. Sein, M.L., Walton, J., Linklater, J., Appleyard R., Kirkbride, B., Kuah, D., & Murell, G. (2010). Shoulder pain in elite swimmers: primarily due to swim-volume-induced supraspinatus tendinopathy. *British Journal of Sports Medicine*, 44, 105-113.

31. Tabima Romero, A. M. (2019). Sistema de apoyo visual para entrenamientos de natación.

32. Tate, A., Turner, G. N., Knab, S. E., Jorgensen, C., Strittmatter, A., & Michener, L. A. (2012). Risk factors associated with shoulder pain and disability across the lifespan of competitive swimmers. *Journal of athletic training*, 47(2), 149-158.

33. Walker, H., Gabbe, B., Wajswelner, H., Blanch, P., & Bennell, K. (2012). Shoulder pain in swimmers: A 12-month prospective cohort study of incidence and risk factors. *Physical Therapy in Sport*, 13(4), 243-249.

34. Weldon, E., & Richardson, A. (2001). Upper extremity overuse injuries in swimming: a discussion of swimmer's shoulder, *Clinics in Sports Medicine*, 20(3), 423-438.
35. Williamson, A., & Hoggart, B. (2005). Pain: a review of three commonly used pain rating scales. *Journal of clinical nursing*, 14(7), 798-804.
36. Yanai, T., Hay, J. G., & Miller, G. F. (2000). Shoulder impingement in front-crawl swimming: I. A method to identify impingement. *Medicine and science in sports and exercise*, 32(1), 21-29.

