

Sport Performance

# Respuesta Mecánica Muscular en el Pectoral Mayor en Nadadores Mediante el Uso de la Tensiomiografía

## Mechanical Muscle Response in the Major Pectoralis in Swimmers Through the use of Tensiomyography

Bueno Russo, Rodrigo.<sup>1</sup>, Díaz Ureña, Germán.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Europea de Madrid

**Dirección de contacto:** [rodrigo.bueno.russo@hotmail.com](mailto:rodrigo.bueno.russo@hotmail.com)

Rodrigo Bueno Russo

Fecha de recepción: 17 de julio de 2020

Fecha de aceptación: 11 de noviembre de 2020

## RESUMEN

La tensiomiografía (TMG) es un método no invasivo de evaluación muscular, esta se utiliza para poder analizar la respuesta muscular a un estímulo dado tono muscular. El objetivo este estudio es analizar la respuesta mecánica muscular en el pectoral mayor (PM) en nadadores después de un entrenamiento de resistencia láctica desarrollada al estilo crol. Para ello, un total de 30 nadadores masculinos pertenecientes a la categoría junior y absoluto, realizaron una sesión de entrenamiento de resistencia láctica con un análisis del PM derecho. Los resultados mostraron cambios con aumento de valor del pos en el Td ( $p < 0,584$ ), en el Tc ( $p < 0,363$ ) y una disminución del pos en el Dm ( $p < 0,178$ ), en el Tr ( $p < 0,125$ ) y en el Ts ( $p < 0,004$ ) siendo este último estadísticamente significativo. En conclusión, una sesión de resistencia láctica provoca cambios en la respuesta muscular en natación.

**Palabras Clave:** natación, pectoral, tensiomiografía

## ABSTRACT

Tensiomyography (TMG) is a non-invasive method of muscle evaluation, it is used to analyze the muscle response to a stimulus given muscle tone. The objective of this study is to analyze the muscular mechanical response in the pectoralis

major (PM) in swimmers after the development of a lactic resistance training developed in the crawl style. For this, a total of 30 male swimmers belonging to the junior and absolute categories, carried out a lactic resistance training session with an analysis of the right PM. The results show changes with an increase in the value of pos in Td ( $p < 0.584$ ), in Tc ( $p < 0.363$ ) and a decrease in pos in Dm ( $p < 0.178$ ), in Tr ( $p < 0.125$ ) and in Ts ( $p < 0.004$ ), the latter being statistically significant. In conclusion, a lactic resistance session causes changes in the muscular response in swimming.

**Keywords:** swimming, pectoralis, tensiomyography

## INTRODUCCIÓN

La natación, visto desde una perspectiva más analítica, se puede decir que es un deporte individual el cual combina las capacidades físicas de la fuerza, velocidad, resistencia y flexibilidad (Cuartero, Del Castillo, Torrallardona, & Murio, 2010). Según la especialidad de cada nadador, unas predominan sobre la otra en materia de entrenamiento. La función del músculo, comienza con el estímulo, acortándose y generando una fuerza o resistiendo una carga (López-Chicharro & Fernandez-Vaquero, 2006). Según el tipo de entrenamiento desarrollado se consigue que el músculo desarrolle diversas capacidades. Así, mediante el entrenamiento de fuerza, se obtiene el aumento de la fuerza y de los volúmenes de los músculos entrenados y mediante el entrenamiento de la resistencia, como es el caso del entrenamiento de natación el músculo obtiene las propiedades de la resistencia a la fatiga (Mirella, 2006).

El significado de resistencia, corresponde a la forma de exigencia motora con características condicionales de la cual derivan los procesos energéticos que por lo general, son la base material de las características coordinativas (Navarro-Valdivielso, 1998); dentro de esta capacidad, se encuentra la resistencia láctica, la cual, para nadadores que son especialistas en pruebas de 100m, debe ser trabajada en la etapa específica de preparación (Cuartero et al., 2010), cuyo objetivo es poder mantener una carga durante un tiempo prolongado, especialmente en los deportes cíclicos tales como la natación. (Navarro-Valdivielso, 1998). Los cuatro estilos en los que se practica natación son el crol, la espalda, la braza y la mariposa. Respecto al estilo crol, este se caracteriza por ser un gesto cíclico-asimétrico que se desarrolla en varias fases de brazos, las cuales se dividen en acciones propulsivas y de recobro (Arellano-Colomina, Ferro-Sanchez, De la Fuente-Caynzos, & Rivera-Sánchez, 2001; Chollet, 1997; Counsilman, 2002; Maglischo, 2003; Riewald & Rodeo, 2015). Las acciones propulsivas se dividen a su vez en cuatro fases: entrada y extensión, movimiento hacia abajo, movimiento hacia dentro y movimiento hacia arriba. En la fase propulsiva, uno de los músculos protagonistas es el pectoral mayor (PM) (Arellano-Colomina et al., 2001; Chollet, 1997; Counsilman, 2002; Daguerre-Galindo, 2010; Maglischo, 2003; McLeod, 2010; Riewald & Rodeo, 2015). Valorar la respuesta muscular de este músculo ante un entrenamiento de natación puede resultar interesante para entender cómo responde la musculatura analizada ante el estímulo del desarrollo de una sesión.

Para ello, diversos autores han utilizado la TMG en deportes de semejantes patrones de movimiento, como es el caso de los socorristas (Barcala-Furelos et al., 2020), o en otros de diferentes extremidades utilizadas en nuestro estudio como es en el fútbol (De la Cruz Torres, Albornoz Cabello, & Espejo Antúnez, 2016), en el vóley (Rodríguez-Matoso, 2013), en el judo (Monteiro, Hormigo, Crisóstomo, Pratas, & Rico, 2016) y en el surf (Ubago-Guisado et al., 2017). Se trata de una herramienta que permite analizar la características contráctiles de los músculos superficiales (Dahmane, Valencic, Knez, & Erzen, 2000). Esta herramienta se ha utilizado en los procesos de análisis de la respuesta muscular en otros deportes diferentes al estudiado en esta ocasión, por lo que parece ser una herramienta útil para poder responder a la hipótesis y a los objetivos propuestos, que pueda abrir un camino en el campo de la investigación en este deporte mediante la TMG; cuya técnica de evaluación, no invasiva, que permite analizar la respuesta mecánica de estructuras musculares específicas (Benítez-Jiménez, Fernández-Roldán, Montero-Doblas, & Romacho-Castro, 2013; De la Cruz-Rojas, 2015; Rodríguez-Matoso, 2013; Serrano-Gomez & Hernández-Mendo, 2011), se pueden valorar las posibles alteraciones en la respuesta muscular para poder indicar la posible aparición de un tipo concreto de fatiga. Uno de los propósitos de la TMG, es la evaluación de la fatiga muscular, la cual ha sido estudiada por varios autores (De la Cruz-Rojas, 2015; García-Manso et al., 2011; Macgregor, Hunter, Orizio, Fairweather, & Ditroilo, 2018). Esta evaluación se hace por medio de la medición de las distintas variables; tiempo de deformación (Td) el cual mide el tiempo en milisegundos (ms) que tarda en desplazarse el músculo el 10% de la deformación máxima (Dm), tiempo de contracción (Tc) el cual mide el tiempo en los ms que tarda en desplazarse el músculo el 90% de la Dm, la cual mide cuanto se desplaza la musculatura en milímetros (mm), el tiempo de restauración (Tr) que mide los ms que tarda en relajarse la musculatura y tiempo de sustentación (Ts) que mide los ms que dura la contracción muscular.

El objetivo de este estudio es analizar los cambios producidos en el pectoral mayor en nadadores después de realizar un entrenamiento de resistencia láctica.

## MÉTODO

---

Esta investigación se realizó de acuerdo con las normas éticas de buena práctica clínica (Declaración de Helsinki, revisión de Edimburgo, 2000) y respetando los aspectos establecidos en la legislación vigente en materia de investigación clínica:

- Convenio para la protección de los Derechos Humanos.
- Ley de protección de datos (del 13/12 - 15/99).
- Ley básica reguladora de materia de información y documentación (del 14/11 - 41/02).

Este proyecto ha sido aprobado por CEIC de la Comunidad de Madrid. Cumpliendo con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales (LOPD) y garantía de los derechos digitales, que contempla la protección de datos personales en el sector de la investigación científica y de los ensayos médicos. A cada deportista se le asignó un número que solo fue conocido por el investigador principal.

### Muestra

Para el cálculo del tamaño muestral se utilizó el software Gpower v.3.1., el cual informó que, para un análisis de dos colas, un tamaño del efecto ( $d$  de Cohen = 0,6), un error  $\alpha = 0,05$  y una potencia estadística ( $1-\beta = 0,8$ ), el tamaño muestral a priori fue de 24 participantes.

La muestra fue seleccionada utilizando un muestreo por conveniencia; los 30 nadadores elegidos, de género masculino, provenientes de la comunidad de Madrid, pertenecían a la categoría junior-absoluto y su el estilo de natación dominante era el crol.

### Variables

Las variables que hemos utilizado para este estudio se dividen en dos partes:

- Independientes: Tipo de sesión de entrenamiento.
- Dependientes: Td, Tc, Dm, Tr y Ts.

### Procedimiento

Se midió la respuesta mecánica muscular del PM derecho mediante TMG antes (pre) y después (pos) de un entrenamiento de resistencia láctica (tabla 2). Para el correcto desarrollo de la sesión, se dividió previamente a los nadadores en grupos de 5 deportistas; cada grupo llegó con una diferencia de 25min lo cual permitió analizar la respuesta mecánica del PM previo al entrenamiento a todos los sujetos y de esta manera que los tiempos de espera entre las mediciones con la TMG y la sesión, sea de una manera más homogénea.

Para la valoración de la respuesta muscular, se utilizó un tensiomiografo modelo TMG system 100, fabricado en Eslovenia. Se analizaron las variables del Td, Tc, Dm, Tr y Ts, según el protocolo propuesto por Rodríguez-Matoso (2013) así como las indicaciones del fabricante para la colocación de los electrodos y del sensor con un impulso eléctrico por debajo del estímulo máximo de umbral (García-García, Cuba-Dorado, Álvarez-Yates, Carballo-López, & Iglesias-Caamaño, 2019).

A continuación, se realizó la sesión de agua (tablas 1 y 2) donde se analizaron los parámetros de nado (tiempo, la velocidad media, la frecuencia de brazada y el número de ciclos), en el desarrollo del trabajo principal, el cual fue realizado a crol, el nadador en la primera repetición de cada serie salió del poyete, posteriormente, continuó el entrenamiento realizando el resto de trabajo desde abajo. Una vez finalizada sesión, se volvió a analizar la respuesta mecánica del músculo analizado antes de realizar la vuelta a la calma.

**Tabla 1.** Calentamiento en seco.

SERIE	REPETICIÓN	VELOCIDAD EJECUCIÓN	TAREA	INTENSIDAD	DESCANSO
5 min	-	Vmedia	Movilidad articular (tobillos, cadera y hombros)	Baja	Continuo
5 min	Series de 30s	Estático	Core (planchas)	Moderada	15s
5 min	Series de 30s	Valta	Activación muscular veloz-acíclica	Vigoroso	15s

Nota: s(segundos). min(minutos). velocidad de ejecución (define la intensidad con la que se desarrolla el ejercicio). intensidad (define la magnitud del esfuerzo). Vmedia (velocidad media). Valta (velocidad alta).

**Tabla 2.** Sesión de agua.

SERIE	REPETICIÓN (m)	DISTANCIA TOTAL(m)	TAREA	RITMO	DESCANSO
1	600	600	Nado continuo	AEL	
4	100	400	Remadas	AEM	Pasivo (45s)
8	25	200	3 apnea-1 nado	Apnea: AEI Nado: AEL	Pasivo (1min)
1	400	400	Piernas (pns)	AEL	
8	50	400	Nado Progresivo	1-AEL 2-AEM 3-AEI 4-PAE	Pasivo (1min)
1	300	300	Nado	AER	
4	4x25	400	Nado a crol	TOLA	5s./4min.

Nota: s(segundos). min(minutos). m(metros). AEL (aeróbico ligero). AEM (aeróbico medio). AEI (aeróbico intenso). PAE (potencia aeróbica). TOLA (tolerancia al lactato). S (segundos). min (minutos). m (metros).

## Análisis de datos

Para poder analizar las características del grupo que ha participado del estudio de investigación, se llevaron a cabo varios análisis, mediante el programa estadístico IBM SPSS Statistics V.21.0.0.0. de 64 bits del año 2012, fabricado en Chicago, Estados Unidos. Se estableció como nivel de significación un valor p de 0,05. Tras comprobar la normalidad de la muestra mediante la prueba de Shapiro-Wilks, las variables que no siguieron un modelo de distribución normal fueron analizadas a través de gráficos Q-Q e histogramas para descartar la presencia de valores extremos en la distribución. Los estadísticos descriptivos empleados fueron: la media, la desviación típica, los valores máximos y mínimos y los intervalos de confianza al 95%. Se utilizaron 5 variables dependientes (Td, Tc, Tr, Dm y Ts). Se llevó a cabo una comparación de medias por medio de una prueba t de para muestras relacionadas para valorar cada una de las variables dependientes de manera individual en el caso de las variables con distribución normal y para las variables con distribución no normal se realizó una prueba de los rangos con signo de Wilcoxon. Para el tamaño del efecto, se utilizó la d de Cohen para las variables con distribución normal y la r de Spearman) para las variables con distribución. Se estableció como significación un nivel de p de 0,05.

## RESULTADOS

La tabla 3 muestra los valores medios de los distintos parámetros de nado analizados, en donde se reflejan el tiempo de nado (TN), la velocidad media de nado (VMN), la frecuencia de brazada (FB) y los números de ciclos (NC).

**Tabla 3.** Media y DT de las diversas variables de nado.

	<b>TN (s.)</b>	<b>VMN (m/s)</b>	<b>FB (ciclos/min)</b>	<b>NC (nº)</b>
$\bar{x}$	57,11	1,76	47,22	33
$\pm$ DT	3,31	0,10	3,25	5

Nota: TN (tiempo de nado).  $\bar{x}$  (valor medio de cada variable). VMN (velocidad media de nado). FB (frecuencia de brazada). NC (número de ciclo). (valor medio de cada parámetro). DT (desviación típica).

La tabla 4 y la tabla 5 muestran los estadísticos descriptivos en relación al pre y al pos respectivamente en las cinco variables analizadas con la TMG en el PM en el cual encontramos un aumento de valores en el pos en relación al pre en el Td y en el Tc; y una disminución de valores en el Dm, en el Tr y en el Ts.

**Tabla 4.** Análisis descriptivo del PM en el Pre.

	$\bar{x}$	$\pm$ DT	IC (95%)	Mínimo	Máximo
<b>Td (ms)</b>	22,6	3,5	(21,3-23,9)	16,1	31,8
<b>Tc (ms)</b>	28,2	6,5	(25,8-30,6)	16,5	43,6
<b>Dm (mm)</b>	5,4	2,8	(4,4-6,5)	0,7	11,5
<b>Tr (ms)</b>	90,5	140,8	(37,9-143,1)	1,7	663
<b>Ts (ms)</b>	280,1	249,1	(187,1-373,1)	25,3	957,1

Nota:  $\pm$  DT (desviación típica). IC (índice de correlación). Td (tiempo de deformación). Tc (tiempo de contracción). Dm (deformación máxima). Ts (tiempo de sustentación). Tr (tiempo de relajación). SA (serie con descanso activo). ms (milisegundos). mm (milímetros).  $\bar{x}$  (valor medio de cada parámetro).

**Tabla 5.** Análisis descriptivo del PM en el Pos.

	$\bar{x}$	$\pm$ DT	IC (95%)	Mínimo	Máximo
<b>Td (ms)</b>	23,2	5,5	(21,1-25,2)	9,3	42,6
<b>Tc (ms)</b>	29,4	5,8	(27,2-31,6)	18,3	42,9
<b>Dm (mm)</b>	4,7	2,8	(3,6-5,7)	0,7	10,9
<b>Tr (ms)</b>	48,8	47	(27,3-62,4)	1,9	243,4
<b>Ts (ms)</b>	182,3	213,2	(102,7-261,9)	47,1	947,1

Nota:  $\bar{x}$  (valor medio de cada parámetro).  $\pm$  DT (desviación típica). IC (índice de correlación). Td (tiempo de deformación). Tc (tiempo de contracción). Dm (deformación máxima). Ts (tiempo de sustentación). Tr (tiempo de relajación). SA (serie con descanso activo). ms (milisegundos). mm (milímetros).

La tabla 6 muestra la comparativa entre el pre y el pos en las cinco variables del PM. Como se puede observar, encontramos cambios en todos los parámetros, con un aumento del Td y Tc y, disminución de los valores del Dm, Tr y Ts, siendo este último estadísticamente significativo con una disminución de los valores del pos en relación al pre.

**Tabla 6.** Comparativa del pre y del pos en relación al pectoral mayor.

	$\bar{x}$	$\pm DT$	$\Delta\%$	t/Z	d/r	p
<b>Td (ms)</b>	0,60	5,92	2,66	-0,554	0,10	0,584
<b>Tc (ms)</b>	1,77	6,94	4,18	-0,924	0,17	0,363
<b>Dm (mm)</b>	0,79	2,92	-14,36	-1,347	0,49	0,178
<b>Tr (ms)</b>	45,69	154,99	-34,91	-1,532	0,08	0,125
<b>Ts (ms)</b>	97,78	267,54	-50,49	-2,890	0,39	0,004

Nota:  $\bar{x}$  (valor medio de cada parámetro).  $\pm DT$  (desviación típica).  $D\%$  (porcentaje de incremento entre el pre y el pos).  $P$  (significatividad). t/Z (t de student/ wilcoxon). d/r (d de Cohen). Td (tiempo de deformación). Tc (tiempo de contracción). Dm (deformación máxima). Ts (tiempo de sustentación). Tr (tiempo de relajación). SA (serie con descanso activo). ms (milisegundos). mm (milímetros).

## DISCUSIÓN

El PM es considerado como un músculo de gran influencia en la fase propulsiva del nado en el estilo crol (McLeod, 2010). En función de esto, este músculo debería presentar cambios en su respuesta mecánica tal y como proponen Gravestock et al. (2018) y García-Manso et. al. (2012).

En este estudio se ha encontrado diferencias significativas entre el pre y el pos en el parámetro del Ts con una disminución de valores en el pos en relación al pre, lo que podría indicar una acumulación de fatiga en el PM. García-Manso et al. (2011) sugieren que al encontrar cambios en los parámetros del Ts con una disminución moderada de valores, la respuesta muscular presenta a priori, un deterioro general en la respuesta neural.

Sin embargo, lo indicado por García-Manso et al. (2011) no coincide con lo propuesto por Sánchez-Sánchez et al. (2018). Estos autores indican en un análisis de la respuesta mecánica del bíceps femoral y del recto femoral luego de una sesión de sprint, que el Ts, al igual que ocurre en los resultados de este estudio, disminuyen significativamente en las dos extremidades analizadas lo que indica que el músculo a priori no presenta signos de fatiga. Por tanto, las adaptaciones en los parámetros de TMG dependen del tipo de acción y el grupo muscular afectado (Rodríguez-Matoso et al., 2012).

Los estiramientos y el calentamiento realizado en esta sesión, podrían influir en la disminución de los valores de Ts encontrados en esta investigación; García-Manso et al. (2015), sugieren, tras el análisis de 10 jóvenes gimnastas femeninas en relación a dos protocolos de estiramientos en donde el Ts ha disminuido significativamente se incluya un programa de estiramientos en su calentamiento para de esta manera poder encontrar la respuesta mecánica menos afectada después de esta.

Respecto a las variables del Tc y del Dm, Monteiro et al. (2016) encontraron diferencias significativas en un estudio de fuerza máxima en el press de banca en estas variables en el PM mientras que en este estudio se encontraron cambios no significativos con un aumento en el pos del Tc y una disminución en el pos del Dm. Esto puede ser debido a que el estímulo producido por el entrenamiento propuesto por Monteiro et al. (2016) genera una respuesta a nivel muscular distinta a la natación. A raíz de esto, se puede establecer que el PM necesita una intensidad más alta en la producción de fuerza para generar cambios en estas variables.

Por lo tanto, podemos concluir que un entrenamiento de resistencia láctica en natación produce cambios en las características mecánicas del músculo pectoral mayor, encontrando una disminución del tiempo de sustentación.

## APORTACIÓN DIDÁCTICA

Después de un entrenamiento de resistencia láctica no se producen cambios en la respuesta del PM lo que puede indicar que este músculo no es el limitante de la necesidad de parar la tarea de entrenamiento láctico.

## REFERENCIAS

- Arellano-Colomina, R., Ferro-Sanchez, A., De la Fuente-Caynzos, B., & Rivera-Sánchez, A. (2001). Estudio de los resultados del análisis de la competición en las pruebas estilo libre en los campeonatos de España absolutos de natación 1999 y 2000. In *Análisis biomecánico de la técnica en natación: Programa de control del deportista de alta competición (CSD)*. Madrid.
- Barcala-Furelos, R., González-Represas, A., Rey, E., Martínez-Rodríguez, A., Kalén, A., Marques, O., & Rama, L. (2020). Is Low-Frequency Electrical Stimulation a Tool for Recovery after a Water Rescue? A Cross-Over Study with Lifeguards. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(1), 10.
- Benítez-Jiménez, A., Fernández-Roldán, K., Montero-Doblas, J. M., & Romacho-Castro, J. A. (2013). Fiabilidad de la tensiomiografía (TMG) como herramienta de valoración muscular. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de La Actividad Física y El Deporte*, 13(52), 647-656.
- Chollet, D. (1997). Sport swimming. *Scientific approach*. Barcelona: INDE Publicaciones.
- Counsilman, J. (2002). The science of swimming (Prentice-H). Barcelona: Hispano Europea.
- Cuartero, M., Del Castillo, J. A., Torrallardona, X., & Murio, J. (2010). Entrenamiento de las Especialidades de Natación. Madrid: Cultivalibros.
- Daguerre-Galindo, J. (2010). Anatomía aplicada. Madrid.
- Dahmane, R., Valencic, V., Knez, N., & Erzen, I. (2000). Evaluation of the ability to make noninvasive estimation of muscle contractile properties on the basis of the muscle belly response. *Medical & Biological Engineering & Computing*, 39, 51-55.
- De la Cruz-Rojas, J. M. (2015). Análisis descriptivo entre los paradigmas experto vs novato de los valores contráctiles de distintos músculos en jugadores de tenis a través del uso de tensiomiografía. *Universidad de Castilla-La Mancha*.
- De la Cruz Torres, B., Albornoz Cabello, M., & Espejo Antúnez, L. (2016). Efecto inmediato del vendaje Dynamic Tape sobre la torsión tibial externa con dolor en un futbolista. *Revista Andaluza de Medicina Del Deporte*, 9(1), 50-53.
- García-García, O., Cuba-Dorado, A., Álvarez-Yates, T., Carballo-López, J., & Iglesias-Caamaño, M. (2019). Clinical utility of tensiomyography for muscle function analysis in athletes. *Journal of Sport Medicine*, 12(10), 49-69. Retrieved from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31114403/>
- García-Manso, J. M., López-Bedoya, J., Rodríguez-Matoso, D., Ariza-Vargas, L., Rodríguez-Ruiz, D., & Vernetta-Santana, M. (2015). Static-stretching vs. contract-relax - proprioceptive neuromuscular facilitation stretching: study the effect on muscle response using tensiomyography. *European Journal of Human Movement*, 34, 96-108. Retrieved from <http://www.eurjhm.com/index.php/eurjhm/article/view/331>
- García-Manso, J. M., Rodríguez-Matoso, D., Sarmiento, S., de Saá-Guerra, Y., Vaamonde, D., Rodríguez-Ruiz, D., & Da Silva-Grigoletto, M. E. (2012). Effect of high-load and high-volume resistance exercise on the tensiomyographic twitch response of biceps brachii. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 22(4), 612-619. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2012.01.005>
- García-Manso, J. M., Rodríguez-Ruiz, D., Rodríguez-Matoso, D., de Saa, Y., Sarmiento, S., & Quiroga, M. (2011). Assessment of muscle fatigue after an ultra-endurance triathlon using tensiomyography (TMG). *Journal of Sports Sciences*, 29(6), 414-619.
- Gravestock, H. J., & Barlow, M. J. (2018). The use of tensiomyography to evaluate neuromuscular profile and lateral symmetry in competitive female surfers. *Advances in Skeletal Function Assessment*, 1(2), 16-20.
- López-Chicharro, J., & Fernandez-Vaquero, A. (2006). Fisiología del Ejercicio (3rd ed. ). Madrid: Editorial Medica Panamericana.
- Macgregor, L. J., Hunter, A. M., Orizio, C., Fairweather, M. M., & Ditroilo, M. (2018). Assessment of Skeletal Muscle Contractile Properties by Radial Displacement: The Case for Tensiomyography. *Sports Medicine*, Vol. 48, pp. 1607-1620. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0912-6>
- Maglischo, E. (2003). Swimming Fastest (1st ed. ). Champaign, United States of America: Human Kinetics.
- McLeod, I. (2010). Swimming anatomy (1st ed. ). Champaign, United States of America: Human Kinetics.
- Mirella, R. (2006). Las nuevas metodologías del entrenamiento de la fuerza, la resistencia, la velocidad y la flexibilidad. Barcelona: Editorial Paidotribo.
- Monteiro, L., Hormigo, A., Crisóstomo, J., Pratas, P., & Rico, B. C. (2016). Avaliacao do perfil neuromuscular dos judocas de elite masculinos e femininos com recurso à tensiomiografia. *Gymnasium*, 1(1), 2.
- Navarro-Valdivielso, F. (1998). La Resistencia. Madrid: Editorial Gymnos.
- Riewald, S., & Rodeo, S. (2015). Science of Swimming Faster. Champaign, United States of America: Human Kinetics.
- Rodríguez-Matoso, D. (2013). Aplicación de la tensiomiografía en la evaluación de la respuesta muscular en adaptaciones agudas y crónicas al ejercicio físico. *Universidad de las Palmas de Gran Canaria*.
- Rodríguez-Matoso, D., García-Manso, J. M., Sarmiento, S., De Saá-Guerra, Y., Vaamonde, D., Rodríguez-Ruiz, D., & Da Silva-Grigoletto, M. E. (2012). Evaluación de la respuesta muscular como herramienta de control en el campo de la actividad física, la salud y el deporte. *Revista Andaluza de Medicina Del Deporte*, 5(1), 28-40.
- Sánchez-Sánchez, J., Bishop, D., García-Unanue, J., Ubago-Guisado, E., Hernando, E., López-Fernández, J., ... Gallardo, L. (2018). Effect of a Repeated Sprint Ability test on the muscle contractile properties in elite futsal players. *Scientific Reports*, 8(1), 17284. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-35345-z>
- Serrano-Gomez, I., & Hernández-Mendo, A. (2011). Análisis de simetría: La Tensiomiografía. *XIII Congreso Andaluz de Psicología de La Actividad Física y El Deporte*, 0, 1-21.
- Ubago-Guisado, E., Rodríguez-Cañamero, S., López-Fernández, J., Colino, E., Sánchez-Sánchez, J., & Gallardo, L. (2017). Muscle contractile properties on different sport surfaces using tensiomyography. *Journal of Human Sport and Exercise*, 12(1), 167-179. <https://doi.org/10.14198/jhse.2017.121.14>

### Versión Digital