

Artículo Original. Tiro con arco tradicional: un estudio piloto de electromiografía de superficie. Vol. 5, n.º 3; p. 392-407, septiembre 2019. A Coruña. España ISSN 2386-8333.

## **Tiro con arco tradicional: un estudio piloto de electromiografía de superficie** **Traditional archery: A pilot study of surface electromyography**

David Lima Rodríguez<sup>1</sup>; Emerson Ramírez Farto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Graduado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte por la Universidad de Vigo

<sup>2</sup>Facultad de Ciencias de la Educación y Deporte (Universidad de Vigo)

Contacto: [david.19.lr@gmail.com](mailto:david.19.lr@gmail.com)

**Cronograma editorial:** *Artículo recibido: 15/10/2018 Aceptado: 30/07/2019 Publicado: 01/09/2019*

DOI: <https://doi.org/10.17979/sportis.2019.5.3.4595>

Para citar este artículo utilice la siguiente referencia: Lima, D.; Ramírez, E. (2019). Tiro con arco tradicional: un estudio piloto de electromiografía de superficie. *Sportis Sci J*, 5 (3), 392-407.

DOI: <https://doi.org/10.17979/sportis.2019.5.3.4595>

## Resumen

El tiro con arco siempre ha sido un deporte minoritario, por lo que es un deporte poco investigado. La técnica de disparo depende del control postural, determinado entre otros factores por la implicación muscular. Algunos autores han estudiado la importancia de la musculatura implicada.

El objetivo de este estudio piloto ha sido determinar la importancia del bíceps braquial del brazo de cuerda, porción lateral del tríceps braquial del brazo de cuerda, recto abdominal y erector spinae en su porción lumbar durante la acción técnica de tiro con arco en las divisiones de arco longbow y arco instintivo. Se analizó mediante electromiografía de superficie la activación muscular del bíceps braquial del brazo de cuerda, porción lateral del tríceps braquial del brazo de cuerda, recto abdominal y erector spinae en su porción lumbar el disparo de dos flechas a seis participantes.

Los resultados apuntan a un mismo patrón de activación máxima y activación absoluta en cuatro de los y las seis participantes con mayor nivel de experiencia y rendimiento técnico y mejor adaptabilidad al propio material de entrenamiento. Los dos participantes con diferente patrón de activación máxima y activación absoluta, presentan dichos patrones similares entre ellos.

Siendo los resultados de este estudio no aptos para la generalización, parece ser necesaria una mayor implicación de la porción lateral del tríceps braquial del brazo de cuerda respecto al bíceps braquial del brazo de cuerda. Pese a no haber sido posible comparar la implicación del recto abdominal con la implicación del erector spinae, la implicación máxima y absoluta del erector spinae puede tener influencia en la adopción de una postura poco estable durante la acción técnica de disparo de una flecha. Se requiere más investigación para poder profundizar en estos contenidos.

## Palabras clave

Tiro con arco; electromiografía; EMGs; activación muscular.

## Abstract

Archery has always been a minority sport, therefore is a little investigated sport. The archery technique depends on the postural control, which is determined by the muscular activity, among others. Some authors have studied the importance of the musculature involved.

The aim was to determine the importance of brachial biceps of the draw arm, lateral portion of the brachial triceps of the draw arm, anterior abdominal and lumbar portion of erector spinae during the technical action of archery in the divisions of longbow and instinctive bow. Brachial biceps of the draw arm, lateral portion of the brachial triceps of the draw arm, anterior abdominal and lumbar portion of erector spinae of six archers were analysed by surface electromyography.

The results of the study reflect a similar pattern of maximum activation is appreciated as on the absolute activation in four of the six archers with higher level of experience and

Artículo Original. Tiro con arco tradicional: un estudio piloto de electromiografía de superficie. Vol. 5, n.º 3; p. 392-407, septiembre 2019. A Coruña. España ISSN 2386-8333.

performance and better adaptability to the personal training bow. Both the archers with different pattern of maxim and absolute activation, have similar patterns between them. Being the results of the study non suitable to the generalization, a higher implication of lateral portion of the brachial triceps of the draw arm is more necessary than the brachial biceps of the draw arm. In spite of the fact that it is not possible to compare the implication of the anterior abdominal with the activation of the lumbar portion of erector spinae, the maxim and absolute implication of the erector spinae may have influence in a inestable body posture during the archery technic. More investigation is needed to go deeper in these contents.

## Keywords

Archery; Electromyography; EMGs; muscular activation

## Introducción

El Tiro con Arco es un deporte que, aun con sus altibajos, siempre ha sido minoritario, con 17.586 licencias españolas en 2016 (Consejo Superior de Deportes, 2018), lo que puede ser una de las razones por las que también sea un deporte con escasa investigación y en los últimos años haya surgido un mayor conocimiento científico sobre su estructura.

La técnica de los deportes de precisión es caracterizada por el control postural el cual depende, entre otros factores, de la implicación y eficacia muscular (Gianikellis et al., 1997; Marín Villada y col., 2013; Lee y col., 2009). Esto lleva a que diferencias en la activación muscular, entre otras, pueden estar relacionadas con la habilidad de tiro con arco, siendo esto importante para una mejor comprensión de las habilidades requeridas en tiro con arco y para orientar mejor su entrenamiento (Shinohara y Urabe, 2018).

La estabilidad del arco se logra mediante la activación e intensidad de activación de la musculatura requerida en el gesto específico de tiro con arco (Gianikellis et al., 1997). Estos autores enumeran la musculatura encargada de realizar el gesto técnico de tiro, con arco y que mediante su cocontracción se logra mantener la posición de anclaje estable (Gianikellis et al., 1997; Enoka, 2015), y Jiménez (1988) previamente la clasificó en musculatura principal: angular de la escapula, primer y segundo radial, trapecio, flexor común superficial de los dedos, romboides mayor y menor, flexor profundo de los dedos, serrato anterior, extensor común de los dedos (antagónico, fundamental en la “suelta”), deltoides (porciones anterior, medial y posterior), extensor propio del índice (antagónico, fundamental en la “suelta”),

Para citar este artículo utilice la siguiente referencia: Lima, D.; Ramírez, E. (2019). Tiro con arco tradicional: un estudio piloto de electromiografía de superficie. *Sportis Sci J*, 5 (3), 392-407.

DOI: <https://doi.org/10.17979/sportis.2019.5.3.4595>

Artículo Original. Tiro con arco tradicional: un estudio piloto de electromiografía de superficie. Vol. 5, n.º 3; p. 392-407, septiembre 2019. A Coruña. España ISSN 2386-8333.

supraespinoso, pronador redondo, subescapular, pronador cuadrado, infraespinoso, supinador largo, redondo mayor (brazo de arco), supinador corto, redondo menor (brazo de cuerda), faja lumbo-abdominal y erectores espinales, tríceps; musculatura accesoria: esternocleidomastoideo, redondo mayor (brazo de cuerda), dorsal ancho, será motor principal (apertura descendente) o accesorio (apertura horizontal); poco relevantes: pectoral mayor, bíceps braquial.

En estudios más recientes, Tejo N. et al., (2017) observaron que, en un arquero experimentado, los músculos multífidos estabilizan más la zona lumbar durante las primeras 36 flechas, tras las cuales la estabilizan en menor medida. También observaron que hay una diferencia significativa en la activación del músculo serrato anterior del lado que tracciona de la cuerda respecto al que estabiliza el arco. En cuanto a la musculatura del brazo de cuerda, la activación del tríceps braquial la consideraron constante.

Ertan H. et al., (2005) afirman que, al abrir el arco, se intenta sostener y tensar la cuerda con los músculos del antebrazo, pero conforme el movimiento de apertura se desarrolla, el porcentaje de éstos disminuye implicándose más los músculos del brazo, de la cintura escapular y parte de los músculos de la espalda. También explican que para realizar la suelta debe haber una coordinación agonista-antagonista en el momento de disparo, de forma que los músculos flexores de los dedos se relajen al tiempo que se contraigan los músculos extensores de los dedos. Esto último lo reafirman Tejo N. et al., (2017), al comprobar que los arqueros de élite presentan una mayor activación de los músculos extensores de los dedos y que este hecho no solo no interfiere en el movimiento, sino que también aumenta las posibilidades de tener un mayor rendimiento. En referencia a la mano de arco, Ertan H. (2009) afirma que el no contraer los músculos flexores y extensores de los dedos, o solo los extensores, es un indicador de rendimiento, dado que minimiza la magnitud de la paradoja del arquero.

El objetivo de este estudio ha sido comprobar la importancia de los músculos Tríceps Braquial en su Porción Lateral del Brazo de Cuerda (TBPLBC), Bíceps Braquial del Brazo de Cuerda (BBBC), Erector Spinae en su Porción Lumbar (ESPL) del lado dominante y del

Para citar este artículo utilice la siguiente referencia: Lima, D.; Ramírez, E. (2019). Tiro con arco tradicional: un estudio piloto de electromiografía de superficie. *Sportis Sci J*, 5 (3), 392-407.

DOI: <https://doi.org/10.17979/sportis.2019.5.3.4595>

Artículo Original. Tiro con arco tradicional: un estudio piloto de electromiografía de superficie. Vol. 5, n.º 3; p. 392-407, septiembre 2019. A Coruña. España ISSN 2386-8333.

Recto Abdominal (RA) del lado dominante en la ejecución técnica de tiro con arco tradicional.

## Metodología

### *Participantes*

Han participado seis personas federadas, tres hombres, con edades comprendidas entre los veintiséis y los sesenta años y tres mujeres, con edades comprendidas entre los cuarenta y dos y los cincuenta y dos años. De las seis personas, dos hombres son zurdos y uno diestro, dos de ellos compiten con Longbow y uno con Instintivo. Las tres mujeres son diestras y compiten una con Longbow y dos con Instintivo.

Los y las participantes tienen entre cuatro meses y diez años de experiencia en arco tradicional, y mantienen una frecuencia de entrenamiento de una hora y media a seis horas a la semana. En cuanto a la potencia de arco con la que entrenan y compiten, los hombres varían de treinta y seis a cuarenta y cinco lbs y las mujeres de treinta a treinta y cinco lbs.

### *Material*

Para llevar a cabo el estudio se ha realizado un análisis con EMGs. El dispositivo empleado para el análisis electromiográfico ha sido un dispositivo Biosignals Plux® (Plux Wireless Biosignals, Lisbon, Portugal), de cuatro canales genéricos, con un puerto auxiliar, una resolución de hasta 16 bits/canal, una velocidad de muestreo de hasta 400Hz/canal, comunicación Bluetooth Clase II y un alcance de hasta 10m. Los sensores empleados presentan una Ganancia de 1000, un Rango de + 1,5mV (con VCC = 3V), Ancho de Banda de 25-500Hz, Impedancia de Entrada: > 100GOhm y CMRR: 100dB (BiosignalsPlux, 2017). El sistema de este dispositivo ha sido empleado y validado en diversos estudios publicados en revistas científicas de diferente temática, como los trabajos de Krašna, S. et al. (2017), Muñoz, J., et al. (2017) y Romero-Moraleda, B., et al. (2017).

En cuanto al material deportivo empleado para el estudio ha sido siguiente: dos arcos de iniciación de madera con el nock adaptado a la altura de la ventana, uno para diestro/a y otro para zurdo/a, ambos con palas de veintiocho a treinta lbs y tres flechas de iniciación. El fismelle se cuantificó de 8,35-8,5 pulgadas. Para el análisis de los datos se empleó el software

Para citar este artículo utilice la siguiente referencia: Lima, D.; Ramírez, E. (2019). Tiro con arco tradicional: un estudio piloto de electromiografía de superficie. *Sportis Sci J*, 5 (3), 392-407.

DOI: <https://doi.org/10.17979/sportis.2019.5.3.4595>

Artículo Original. Tiro con arco tradicional: un estudio piloto de electromiografía de superficie. Vol. 5, n.º 3; p. 392-407, septiembre 2019. A Coruña. España ISSN 2386-8333.

de hoja de cálculo Excel 2016 de Microsoft (Microsoft Corporation, Redmond, WA, EE.UU.) con el cual, para obtener las conclusiones del estudio, se realizaron varios procesos.

### ***Procedimiento***

Todos y todas las participantes, previamente a realizar el estudio, leyeron y firmaron una hoja informativa del estudio y consentimiento informado y un breve cuestionario en el que se recogió información referida a la edad, lateralidad, experiencia y frecuencia de entrenamiento.

Posteriormente se iniciaron las mediciones, que se realizaron sobre el brazo de cuerda se llevaron a cabo, al igual que la colocación de los sensores, por un experto en electromiografía. La colocación de los electrodos fue la siguiente: para TBPLBC, inmediatamente después a la inserción del tubérculo deltoideo o del deltoides, sobre el vientre muscular, con una separación entre ambos sensores de uno a dos cm; para BBBC, en la zona más voluminosa del vientre muscular, en el medio del brazo con una separación entre ambos sensores de uno a dos cm; para ESPL, se dibuja una línea imaginaria entre la parte superior de las crestas ilíacas. Esta línea intersecta la columna vertebral en el nivel intervertebral L3-L4. el sensor se coloca a uno o dos dedos de ancho de la apófisis espinosa del nivel identificado, con una separación entre ambos sensores de uno a dos cm; para RA, el sensor se coloca a una distancia lateral de dos dedos respecto a línea alba en la porción umbilical, con una separación entre ambos sensores de uno a dos cm. El electrodo de referencia se colocó en el olecranon del cúbito del brazo de cuerda.

Tras la colocación de los sensores, se realizó una comprobación de funcionamiento, realizando con un lastre de 2.5kg una flexión de codo y posteriormente una extensión de codo. Una vez comprobado que la colocación de los sensores era funcional, se procedió al registro de los datos durante el disparo de dos flechas. Se midieron la activación de TBPLBC, BBBC, ESPL y RA durante la acción técnica de disparo de dos flechas con el siguiente protocolo: Relajación (comienzo de registro) dos segundos; Ejecución completa, técnica y ritmo individual; Relajación dos segundos tras (finaliza registro).

Los datos obtenidos de cada músculo, en cada flecha y de cada persona se convirtieron a mV mediante una fórmula facilitada por la marca del dispositivo de EMGs (BiosignalsPlux,

Para citar este artículo utilice la siguiente referencia: Lima, D.; Ramírez, E. (2019). Tiro con arco tradicional: un estudio piloto de electromiografía de superficie. *Sportis Sci J*, 5 (3), 392-407.

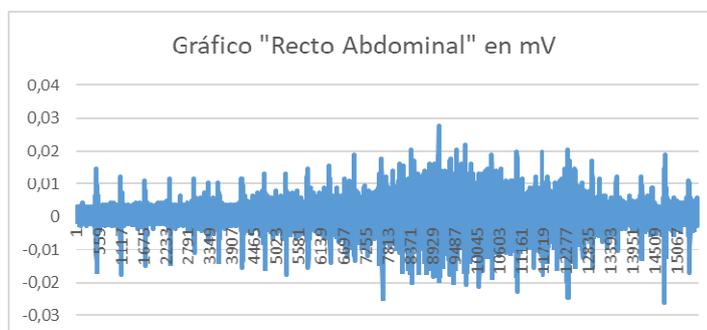
DOI: <https://doi.org/10.17979/sportis.2019.5.3.4595>

Artículo Original. Tiro con arco tradicional: un estudio piloto de electromiografía de superficie. Vol. 5, n.º 3; p. 392-407, septiembre 2019. A Coruña. España ISSN 2386-8333.

2017). Una vez convertidos los datos, se llevó a cabo el proceso de estandarización de los datos recogidos, el cual tuvo que realizarse manualmente tomando como referencia el comienzo de la activación del TBPLBC y el final de la activación del BBBC, dado que eran los puntos más claros en cada toma y en cada persona.

Una vez estandarizados los datos se aplicó la media cuadrática, Root Mean Square, en inglés (RMS) con la que se obtuvo la raíz cuadrada del promedio de los cuadrados de la muestra acotada (Cabrera Ávila y Montes Fernández, 2012), la cual no necesita una rectificación previa de la señal (Villarroya Aparicio, 2005), para medir el potencial eléctrico absoluto de la señal electromiográfica de cada músculo sobre los datos de toda la acción técnica de tiro con arco. Posteriormente se rectificaron las señales estandarizadas de cada músculo para obtener su valor máximo de activación, lo que permitió comparar el potencial eléctrico máximo en positivo de cada músculo durante toda la acción técnica de tiro con arco.

Durante el filtrado y estandarización de los datos se decidió suprimir del estudio los datos obtenidos de RA de cada flecha y de cada arquero/a, debido a que se grabaron artefactos de la frecuencia cardiaca mezclados con las señales eléctricas del músculo, como se puede comprobar en la *Figura 1*, lo que contaminó los datos de ese músculo.



**Figura 1. Gráfica del registro de la Activación RA con artefacto de la FC**

Dado el tamaño muestral, el análisis del estudio se llevó a cabo mediante la comparación del patrón de activación máxima y del potencial absoluto de la señal eléctrica de TBPLBC, BBBC y ESPL por cada arquero y arquera en cada flecha, y la comparación en la implicación media durante la acción de disparo de las dos flechas de cada arquero y arquera.

Una vez obtenidos los resultados, para favorecer su interpretación, se realizó vía telemática un segundo cuestionario compuesta por tres ítems relacionados al tiempo real de

Para citar este artículo utilice la siguiente referencia: Lima, D.; Ramírez, E. (2019). Tiro con arco tradicional: un estudio piloto de electromiografía de superficie. *Sportis Sci J*, 5 (3), 392-407.

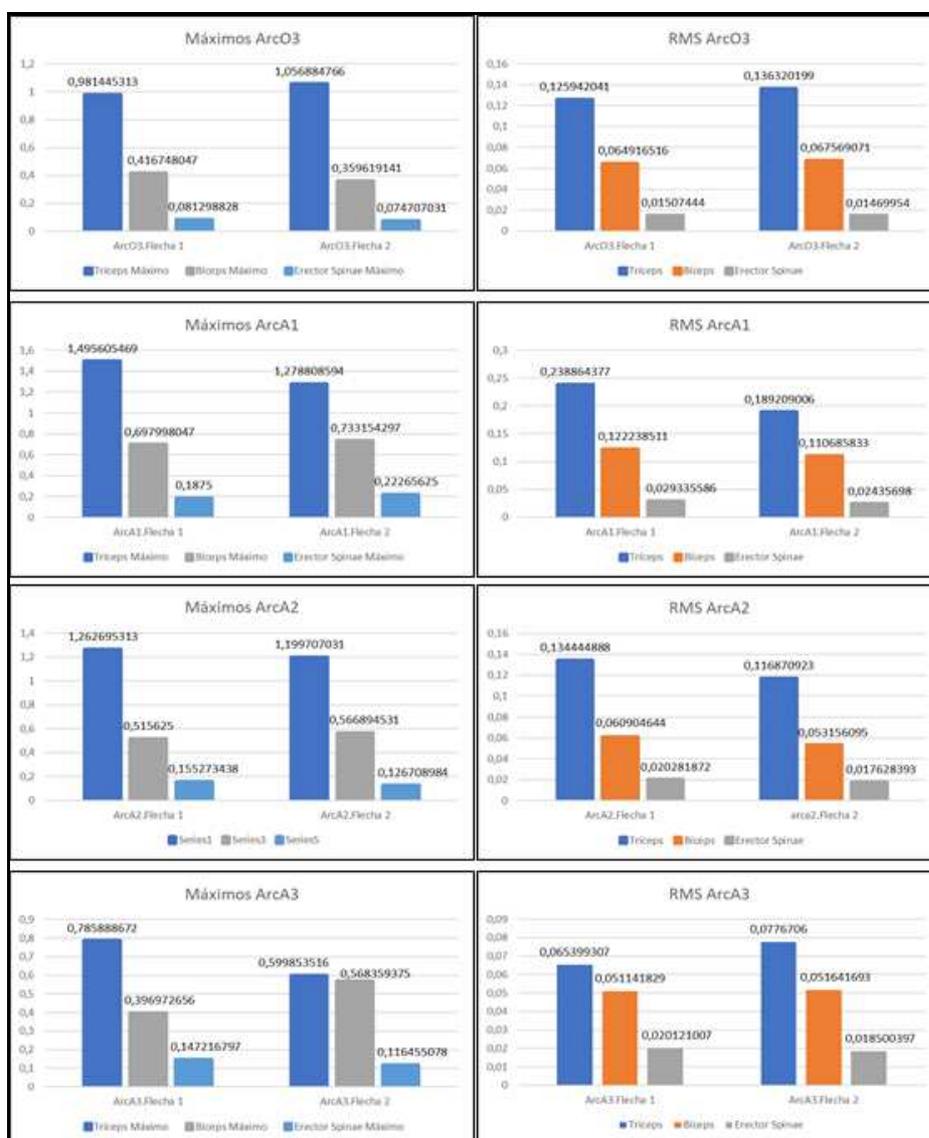
DOI: <https://doi.org/10.17979/sportis.2019.5.3.4595>

Artículo Original. Tiro con arco tradicional: un estudio piloto de electromiografía de superficie. Vol. 5, n.º 3; p. 392-407, septiembre 2019. A Coruña. España ISSN 2386-8333.

práctica en cada sesión de entrenamiento, a la idoneidad del arco con el que entrenan y a la capacidad técnica del arquero/a.

## Resultados

Los resultados muestran que 4 de los y las participantes mantienen el mismo patrón de activación máxima y absoluta, siendo mayor la implicación de TBPLBC, seguida de BBBC para las 2 flechas (*Figura 2*).



**Figura 2.** Gráficos de Implicación Muscular Máxima y Absoluta con mismo arco.

Para citar este artículo utilice la siguiente referencia: Lima, D.; Ramírez, E. (2019). Tiro con arco tradicional: un estudio piloto de electromiografía de superficie. *Sportis Sci J*, 5 (3), 392-407.

DOI: <https://doi.org/10.17979/sportis.2019.5.3.4595>

Artículo Original. Tiro con arco tradicional: un estudio piloto de electromiografía de superficie. Vol. 5, n.º 3; p. 392-407, septiembre 2019. A Coruña. España ISSN 2386-8333.

Solo 2 arqueros presentaron un patrón de activación máxima y absoluta contrario (Figura 3). ESPL mantiene una activación inferior en todos los arqueros y arqueras.

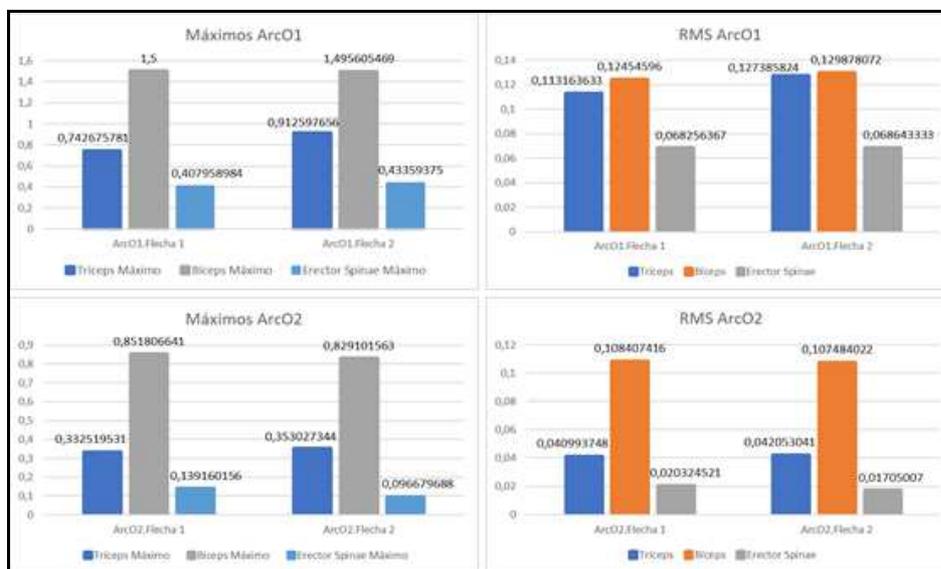


Figura 3. Gráficos de Implicación Muscular Máxima y Absoluta con patrón

A nivel promedio, como se puede observar en la Tablas 1 y 2 y en las Figuras 4 y 5, se mantiene la misma relación en el patrón de activación máxima de la musculatura, siendo los 2 primeros arqueros los que mantienen un patrón contrario al resto. Poniendo en relación estos tres músculos, la implicación máxima de ESPL cobra más importancia. Ambas situaciones se mantienen en la activación absoluta media.

Tabla 1

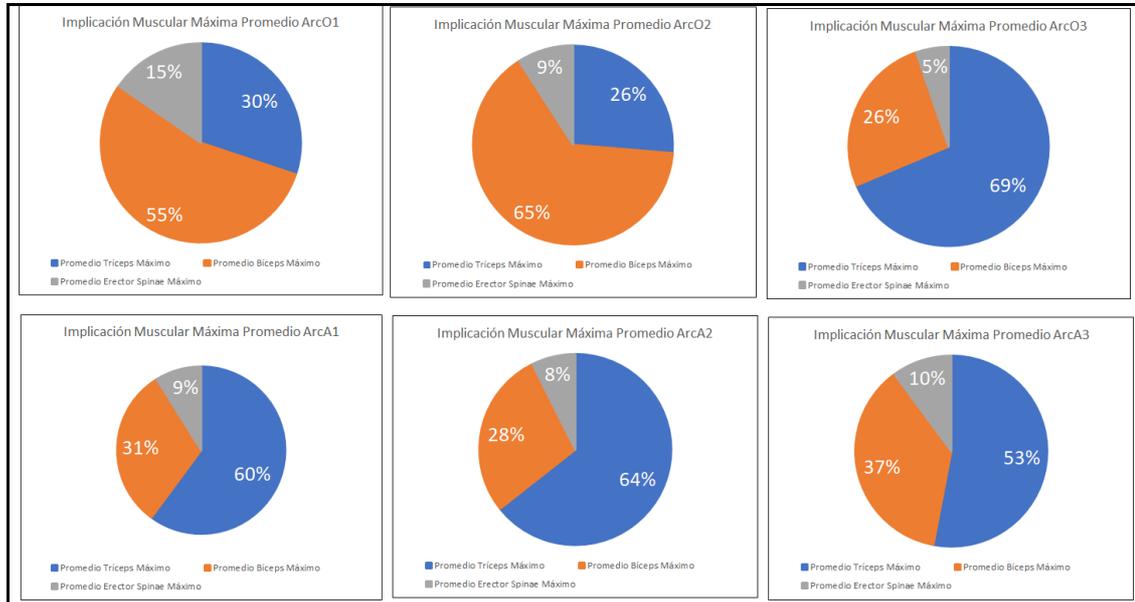
Comparación de Implicación Máxima entre músculos de cada arquero y arquera

Arquero/Arquera	% implicación TBPLBC	% implicación BBBC	% implicación ESPL
ArcO1	30% ( $\pm 0.003$ )	55% ( $\pm 0.12$ )	15% ( $\pm 0.018$ )
ArcO2	26% ( $\pm 0.016$ )	65% ( $\pm 0.014$ )	9% ( $\pm 0.03$ )
ArcO3	69% ( $\pm 0.05$ )	26% ( $\pm 0.04$ )	5% ( $\pm 0.004$ )
ArcA1	60% ( $\pm 0.15$ )	31% ( $\pm 0.024$ )	9% ( $\pm 0.02$ )
ArcA2	64% ( $\pm 0.04$ )	28% ( $\pm 0.03$ )	8% ( $\pm 0.02$ )
ArcA3	53% ( $\pm 0.13$ )	37% ( $\pm 0.12$ )	10% ( $\pm 0.02$ )

Para citar este artículo utilice la siguiente referencia: Lima, D.; Ramírez, E. (2019). Tiro con arco tradicional: un estudio piloto de electromiografía de superficie. *Sportis Sci J*, 5 (3), 392-407.

DOI: <https://doi.org/10.17979/sportis.2019.5.3.4595>

Artículo Original. Tiro con arco tradicional: un estudio piloto de electromiografía de superficie. Vol. 5, n.º 3; p. 392-407, septiembre 2019. A Coruña, España ISSN 2386-8333.



**Figura 4.** Gráficos de Implicación Muscular Máxima Promedio de arqueros y arqueras.

**Tabla 2**

*Comparación de Implicación Absoluta entre músculos de cada arquero y arquera.*

Arquero/Arquera	% implicación TBPLBC	% implicación BBBC	% implicación ESPL
ArcO1	38% ( $\pm 0.01$ )	40% ( $\pm 0.003$ )	22% ( $\pm 0.0002$ )
ArcO2	24.69% ( $\pm 0.0007$ )	64.19% ( $\pm 0.0006$ )	11.11% ( $\pm 0.002$ )
ArcO3	62% ( $\pm 0.007$ )	31% ( $\pm 0.0006$ )	7% ( $\pm 0.002$ )
ArcA1	60% ( $\pm 0.035$ )	33% ( $\pm 0.008$ )	7% ( $\pm 0.003$ )
ArcA2	62% ( $\pm 0.012$ )	28% ( $\pm 0.005$ )	10% ( $\pm 0.001$ )
ArcA3	50% ( $\pm 0.008$ )	36% ( $\pm 0.0003$ )	14% ( $\pm 0.001$ )

Para citar este artículo utilice la siguiente referencia: Lima, D.; Ramírez, E. (2019). Tiro con arco tradicional: un estudio piloto de electromiografía de superficie. *Sportis Sci J*, 5 (3), 392-407.

DOI: <https://doi.org/10.17979/sportis.2019.5.3.4595>

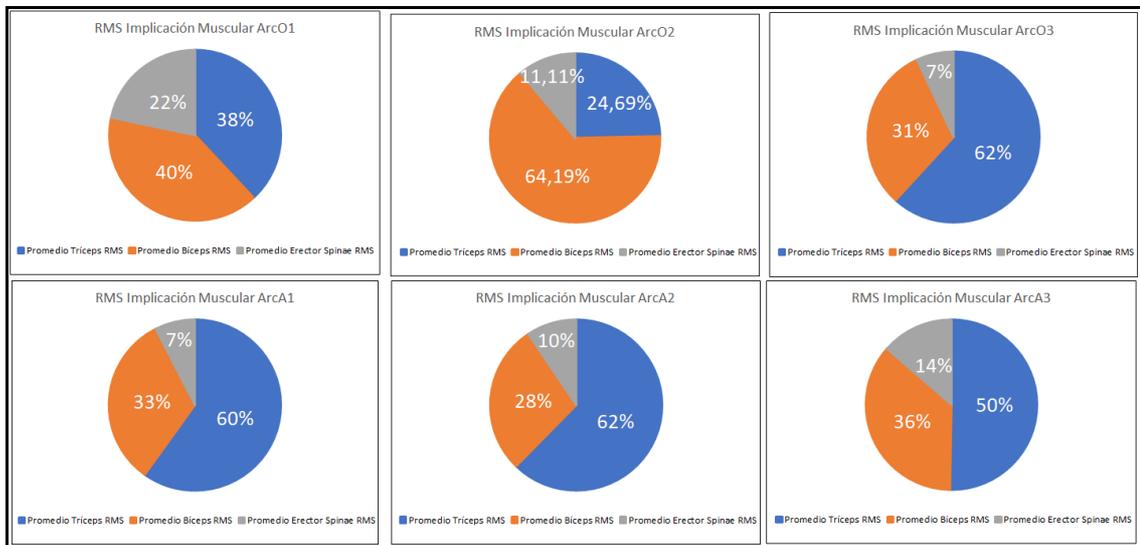


Figura 5. Gráficos de Implicación Muscular Absoluta Promedio de arqueros y Arqueras.

## Discusión

Los resultados de este estudio parecen confirmar parcialmente la asunción llevada a cabo por Jiménez (1988) respecto a la importancia del tríceps braquial y la escasa implicación del bíceps braquial en la acción técnica de disparo, dado que cuatro de los seis arqueros y arqueras que han participado, muestran una mayor implicación de TBPLBC que de BBBC. Los dos arqueros que muestran un patrón de activación contrario al resto han confirmado que la potencia de los arcos con los que acostumbran a entrenar es excesiva a sus capacidades, uno de los dos incluso afirma que no llega a la posición de anclaje, realizando la suelta antes de tiempo. En base a los resultados, se aprecia una relación en la coactivación del TBPLBC y del BBBC, y aunque tiene una mayor implicación el TBPLBC, BBBC también tiene relevancia en la acción técnica de tiro con arco, aunque según los resultados obtenidos en el trabajo de Shinohara y Urabe (2018), parece que la implicación del bíceps braquial y del tríceps braquial son significativamente más bajas en categorías de élite en comparación con principiantes.

Por otro lado, sería adecuado analizar la implicación de la totalidad del tríceps en la acción técnica de tiro con arco para determinar la implicación global de este músculo en este deporte, lo que orientaría mejor la preparación física de los arqueros y arqueras. De igual modo, sería importante profundizar en la importancia que tiene BBBC, es decir, determinar si

Para citar este artículo utilice la siguiente referencia: Lima, D.; Ramírez, E. (2019). Tiro con arco tradicional: un estudio piloto de electromiografía de superficie. *Sportis Sci J*, 5 (3), 392-407.

DOI: <https://doi.org/10.17979/sportis.2019.5.3.4595>

Artículo Original. Tiro con arco tradicional: un estudio piloto de electromiografía de superficie. Vol. 5, n.º 3; p. 392-407, septiembre 2019. A Coruña. España ISSN 2386-8333.

es un músculo agonista o un músculo sinergista en la acción técnica de tiro con arco, lo cual sería otro punto a tener en cuenta en la preparación física de los arqueros y arqueras.

Los y las participantes muestran una implicación máxima y absoluta de ESPL del 5% al 22% de la implicación muscular comparada, lo que puede interpretarse como un factor de riesgo de adoptar una posición en anteversión pélvica que aumente la lordosis lumbar. Esto puede producir inestabilidad a la parte superior del tronco, lo que, en el momento de localizar las distancias de la diana, acción que debe realizarse mediante la inclinación del tronco partiendo la cintura (Jiménez, 1988), se modificarán constantemente otros segmentos corporales. Respecto a esto, Tejo N. et al., (2017) afirman que la constancia de la precisión de los disparos depende de la postura que adopte el arquero, por lo que, además de la musculatura mencionada, también se ven involucradas las cadenas musculares de flexión y de extensión del tronco y de los miembros inferiores y a las cadenas de apertura y de cierre de miembro inferior, dándose una complementariedad de flexo-extensión-apertura-cierre, aportando así el equilibrio estático (Busquet, 2002; Busquet, 2001), salvo los músculos largo de la cabeza y espinoso de la cabeza, que deben estar relajados para evitar que se extienda el cuello (Jiménez, 1988). Por tanto, la activación de ESPL debería ir acompañada de la activación de la totalidad del CORE para prevenir que se produzca la anteversión pélvica mencionada (Niestroj et al., 2018; Myers, 2014).

En la práctica de tiro con arco se debe mantener una posición estática durante un tiempo máximo determinado soportando la resistencia que ejerce el arco durante la fase de anclaje, lo que puede hacer que se produzcan balanceos y temblores debido a la fatiga de la musculatura encargada de mantener esa posición (Jiménez, 1988). Esto hace que el tiro con arco demande un alto nivel de propiocepción y de control neuromuscular, de forma que, gracias a estos sentidos mecanorreceptores, se perciban los cambios posturales, se efectúen las respuestas anticipatorias pertinentes y se haga consciente el propio arquero o arquera de su posición (Lluch, A. et al., 2015), posibilitando la corrección voluntaria de la hiperlordosis lumbar que se menciona en el párrafo anterior. Así, podría impedirse o reducirse de forma consciente y autónoma la pérdida de perpendicularidad del plano frontal del arquero respecto al plano frontal de la diana (Jiménez, 1988).

Para citar este artículo utilice la siguiente referencia: Lima, D.; Ramírez, E. (2019). Tiro con arco tradicional: un estudio piloto de electromiografía de superficie. *Sportis Sci J*, 5 (3), 392-407.

DOI: <https://doi.org/10.17979/sportis.2019.5.3.4595>

Artículo Original. Tiro con arco tradicional: un estudio piloto de electromiografía de superficie. Vol. 5, n.º 3; p. 392-407, septiembre 2019. A Coruña. España ISSN 2386-8333.

Durante la realización de este trabajo se han percibido una serie de dificultades y errores subsanables. Las dos principales dificultades encontradas han sido, en primer lugar, la escasa literatura científica referente a la temática de este trabajo, aún más escasa la especializada en tiro con arco tradicional, y, en segundo lugar, la poca disponibilidad de los medios necesarios para realizar el estudio, tanto materiales como a nivel de muestra. Por otro lado, se encontraron varias dificultades para estandarizar los datos a comparar, las cuales pudieron ser debidas al protocolo de registro de datos empleado.

## Conclusiones

La primera conclusión que se obtiene del presente estudio es que los resultados obtenidos, dado el tamaño muestral y el procedimiento que se ha tenido que seguir para la obtención de los mismos, no pueden servir de generalización en cuanto a la implicación muscular en el tiro con arco, nada más allá que para una ligera orientación didáctica.

Por otro lado, aunque la mayor implicación es de TBPLBC, BBBC también es importante en la acción técnica, pudiendo ser un importante sinergista en este deporte y dada la magnitud de la implicación relativa de ESPL, el trabajo de core bien diseñado y planificado debería tomar especial importancia en el tiro con arco.

En cuanto al procedimiento de este estudio, sería adecuado repetirlo con un protocolo de registro más rígido, estandarizando los tiempos de preparación, realización y final de disparo, lo que obligaría a plantear una intervención previa en la cual, sin modificar los movimientos de la acción técnica individual, se prepare a los y las participantes a un ritmo de ciclo de disparo determinado, con lo que se pretende una estandarización objetiva de los datos a analizar posteriormente. De igual modo, sería aconsejable un mayor tamaño muestral que permita hacer comparaciones entre sexos y categorías.

En futuros estudios, sería adecuado analizar la implicación global del tríceps braquial en este deporte y sería interesante analizar el timing de activación de la musculatura implicada en la acción técnica de tiro con arco de forma que se tengan más datos para la correcta orientación didáctica en su entrenamiento físico-técnico.

Para citar este artículo utilice la siguiente referencia: Lima, D.; Ramírez, E. (2019). Tiro con arco tradicional: un estudio piloto de electromiografía de superficie. *Sportis Sci J*, 5 (3), 392-407.

DOI: <https://doi.org/10.17979/sportis.2019.5.3.4595>

Artículo Original. Tiro con arco tradicional: un estudio piloto de electromiografía de superficie. Vol. 5, n.º 3; p. 392-407, septiembre 2019. A Coruña. España ISSN 2386-8333.

## Agradecimientos

El autor reconoce y agradece la colaboración D. Javier Carballo López, gracias a la cual se pudo procesar y comparar los datos registrados en el presente estudio.

## Bibliografía

- BiosignalsPlux. (2017). BiosignalsPlux: wireless biosignals. Lisboa, Portugal: Learn/Publications. Recuperado de: <http://biosignalsplux.com/en/>
- BiosignalsPlux. (2017). Electromyography (EMG) Sensor Data Sheet [En línea]. [Consultada el 09/06/2018] Recuperado de: [http://biosignalsplux.com/datasheets/EMG\\_Sensor\\_Datasheet.pdf](http://biosignalsplux.com/datasheets/EMG_Sensor_Datasheet.pdf)
- Busquet L. (2002). *Las cadenas musculas. Tomo I. Tronco, columna cervical y miembros superiores*. Barcelona, España: Paidotribo.
- Busquet L. (2001). *Las cadenas musculas. Tomo IV. Miembros inferiores*. Barcelona, España: Paidotribo.
- Cabrera Ávila E. V., Montes Fernández E. I. (2012). Obtención y análisis de señales electromiográficas de las articulaciones tibiofemoral y femororotuliana aplicada a la detección y rehabilitación de problemas musculares en el movimiento de la rodilla (tesis de Ingeniería). Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador. Recuperado de: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/2819/1/UPS-CT002464.pdf>
- Consejo Superior de Deportes (2018) Memoria 2016/ Licencias y Clubes federados. [En línea]. [Consultada el 10/11/2017]. Versión PDF. Recuperado de: <http://www.csd.gob.es/csd/estaticos/asoc-fed/historico-de-licencias.pdf>
- Enoka R.M. (2015) *Neuromechanics of Human Movement*. 5ed. Champaign: Human Kinetics.
- Ertan, H. (2009). Muscular activation patterns of the bow arm in recurve archery, *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12(3), 357-360. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2008.01.003>
- Ertan, H., Soyly, A. R., & Korkusuz, F. (2005). Quantification the relationship between FITA scores and EMG skill indexes in archery. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 15(2), 222-227. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2004.08.004>

Para citar este artículo utilice la siguiente referencia: Lima, D.; Ramírez, E. (2019). Tiro con arco tradicional: un estudio piloto de electromiografía de superficie. *Sportis Sci J*, 5 (3), 392-407.

DOI: <https://doi.org/10.17979/sportis.2019.5.3.4595>

Artículo Original. Tiro con arco tradicional: un estudio piloto de electromiografía de superficie. Vol. 5, n.º 3; p. 392-407, septiembre 2019. A Coruña. España ISSN 2386-8333.

Gianikellis, K. Maynar Marino, M. Arribas Fernández, & F (1997). La electromiografía (emg) como método para determinar la intervención muscular en los deportes de precisión. Consejo Superior de Deportes. Serie ICd 13.

Jiménez, E. (1988). *Tiro con Arco. Técnica, Mecánica y Planificación del Entrenamiento*. Madrid, España: ESM.

Krašna, S., Đorđević, S., Hribernik, M., & Trajkovski, A. (2017). A novel approach to measuring muscle mechanics in vehicle collision conditions. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 17(6), 1389. DOI: <https://doi.org/10.3390/s17061389>.

Lee k, Benner T. (2009). Shoulder Alignment. En: Adamson Spencer, (Ed), *Total archery inside the archer*. 1 ed. (pp. 190-196). California U.S.A.: Astra LLC

Lluch, A., Salvà, G., Esplugas, M., Llusà, M., Hagert, E., & Garcia-Elias, M. (2015). El papel de la propiocepción y el control neuromuscular en las inestabilidades del carpo. *Revista Iberoamericana de Cirugía de la Mano*, 43(1), 70-78. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ricma.2015.06.012> Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1698839615000134>

Marín Villada, A. F., & Vidarte Claros, J. A. (2013). Comportamiento de la actividad en los músculos primarios del disparo, en deportistas de selección Colombia de arco recurvo Recuperado de: [https://www.openaire.eu/search/publication?articleId=od\\_\\_\\_\\_\\_3056::16a92fb612d0c\\_c49937127c5e0972274](https://www.openaire.eu/search/publication?articleId=od_____3056::16a92fb612d0c_c49937127c5e0972274)

Muñoz, J., Gouveia, E., Cameirão, M., & Badia, S. (2017). PhysioLab - a multivariate physiological computing toolbox for ECG, EMG and EDA signals: A case of study of cardiorespiratory fitness assessment in the elderly population. *Multimedia Tools and Applications*, 77(9), 11521-11546. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11042-017-5069-z>.

Myers T.W. (2014) *Anatomy Trains – Myofascial Meridians for Manual and Movement Therapists*. Munich: Elsevier.

Niestroj C. K, Schöffl V, Küpper T. (2018). Acute and overuse injuries in elite archers. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 58 (7-8) 1063-70 DOI: <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.17.07828-8>.

Para citar este artículo utilice la siguiente referencia: Lima, D.; Ramírez, E. (2019). Tiro con arco tradicional: un estudio piloto de electromiografía de superficie. *Sportis Sci J*, 5 (3), 392-407.

DOI: <https://doi.org/10.17979/sportis.2019.5.3.4595>

Artículo Original. Tiro con arco tradicional: un estudio piloto de electromiografía de superficie. Vol. 5, n.º 3; p. 392-407, septiembre 2019. A Coruña. España ISSN 2386-8333.

- Romero-Moraleda, B., La Touche, R., Lerma-Lara, S., Ferrer-Peña, R., Paredes, V., Peinado, A. B., & Muñoz-García, D. (2017). Neurodynamic mobilization and foam rolling improved delayed-onset muscle soreness in a healthy adult population: A randomized controlled clinical trial. *PeerJ*, 5, e3908. DOI: <https://doi.org/10.7717/peerj.3908>.
- Shinohara, H., & Urabe, Y. (2017). Analysis of muscular activity in archery: A comparison of skill level. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 58 (12) DOI: <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.17.07826-4>
- Tejo N., Carvalheiro F., de Sousa E., Toribio T., Fernandes U., Saldanha M., Magalhães F. H., Mochizuki L. (2017). Coordenação no tiro com arco: diferenças entre o iniciante e o atleta de nível internacional. *Arquivos de Ciências do Esporte*, 5 (1), 13-15. Recuperado de: <http://seer.uftm.edu.br/revistaelectronica/index.php/aces/article/view/2084/2116>
- Villarroya Aparicio, M. A. (2005). Electromiografía cinesiológica. *Rehabilitación*, 39(6), 255-264. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0048-7120\(05\)74359-0](https://doi.org/10.1016/s0048-7120(05)74359-0). Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048712005743590>

Para citar este artículo utilice la siguiente referencia: Lima, D.; Ramírez, E. (2019). Tiro con arco tradicional: un estudio piloto de electromiografía de superficie. *Sportis Sci J*, 5 (3), 392-407.

DOI: <https://doi.org/10.17979/sportis.2019.5.3.4595>