

Resistencia isométrica de los músculos flexores profundos del cuello y ángulo craneovertebral en boxeadores de la Selección Colombia

Isometric resistance of the deep flexor muscles of the neck and craniovertebral angle in boxers of the Colombia team

Diego Fabricio Rodríguez-Camacho¹, Juan Felipe Correa-Mesa²

¹Ministerio del Deporte, Centro de Ciencias del Deporte, Bogotá-Colombia. dierodriguez@mindeporte.gov.co

²Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá. juanfelipecorme@gmail.com

Resumen

Introducción: en el boxeo, se ha identificado que la zona de riesgo durante el combate es la cabeza, por lo que resulta indispensable tener adecuado control cervical. **Objetivo:** describir la resistencia isométrica de los músculos flexores profundos del cuello y el ángulo craneovertebral en los boxeadores de la selección Colombia. **Materiales y métodos:** estudio descriptivo en el que participaron 37 deportistas, seleccionados a conveniencia, 25 hombres y 12 mujeres, con edades promedio de $\pm 24,1$ y $\pm 23,0$ respectivamente. Se aplicó el test de flexión craneocervical y de ángulo craneovertebral, y se hizo análisis correlacional entre las variables estudiadas con el paquete estadístico R 4.1.1. **Resultados:** el 40,5% de la muestra presenta postura de cabeza adelantada leve, 37,8% con valores normales y 21,6% con postura de cabeza adelantada moderada, siendo esta última predominante en los hombres. Sólo el 46% de los participantes pudo alcanzar el nivel 2 de activación durante el test de flexión craneocervical, el 24,3% nivel 4, el 18,9% alcanzó el nivel 6, solo un atleta ejecutó el nivel 8 y 3 atletas completaron el test, culminando el nivel 10. En cuanto a la correlación de la muestra total en el nivel de activación y ángulo craneovertebral derecho e izquierdo, se obtuvo un valor p 0.04098 y 0.02236 respectivamente, indicando que, a mayor valor del ángulo, menor es el nivel de activación durante el test de flexión craneocervical. **Conclusiones:** los boxeadores presentaron valores bajos de resistencia isométrica al realizar el test de flexión craneocervical, la mayoría de los boxeadores presentó postura de cabeza adelantada leve y moderada. Existe correlación entre un mayor ángulo craneovertebral y un menor nivel de activación de músculos flexores profundos de cuello.

Palabras clave: boxeo, traumatismos en atletas, dolor en cuello, fisioterapia.

Abstract

Introduction: in boxing, it has been identified that the risk zone during combat is the head, therefore it is essential to have adequate cervical control. **Objective:** to describe the isometric resistance of the deep flexor muscles of the neck and the craniovertebral angle in boxers of the Colombian team. **Materials and methods:** descriptive study, with a sample of 37 athletes selected at convenience, 25 male and 12 female, with mean ages of ± 24.1 and ± 23.0 respectively. The craniocervical flexion test and craniovertebral angle were measured. Correlational analysis was made between the variables studied with the statistical package R 4.1.1. **Results:** 40.5% of the sample presented mild forward head posture, 37.8% with normal values and 21.6% with moderate forward head posture, the latter being predominant in men. Only 46% of the participants were able to reach level 2 activation during the craniocervical flexion test, 24.3% level 4, 18.9% reached level 6, a single athlete performed level 8 and 3 athletes completed the test culminating in level 10. Regarding the correlation of the total sample in the activation level and the right and left craniovertebral angle, a p-value of 0.04098 and 0.02236 was obtained respectively, indicating that, the higher the value of the angle, the lower the level activation during the craniocervical flexion test. **Conclusions:** the boxers presented low values of isometric resistance when performing the craniocervical flexion test, most of the boxers presented slight and moderate forward head posture. There is a correlation between a greater craniovertebral angle and a lower level of activation of the deep neck flexor muscles.

Keywords: boxing, athletic injuries, neck pain, physical therapy specialty.

Introducción

El boxeo es uno de los deportes de combate más antiguos a nivel mundial. Su desarrollo y ejecución requiere de capacidades condicionales y coordinativas asociadas con variables fisiológicas, bioquímicas, biomecánicas, nutricionales, entre otras, las cuales determinan los logros deportivos del atleta. Esta modalidad tiene como objetivo exponer a dos contrincantes a un combate calificado por los golpes logrados con los puños en cualquier zona de la cabeza, frente y en cualquier zona por encima de la cintura (Chaabène et al., 2015).

Actualmente, las modalidades populares del boxeo son profesional y amateur, siendo este último foco de atención por su participación en los juegos olímpicos (Chaabène et al., 2015). Sin embargo, es un deporte peligroso debido a las graves consecuencias derivadas de su práctica, desde una fractura de la nariz, cambios en la función cognitiva, alteraciones en el aprendizaje declarativo y la memoria, enfermedades neurodegenerativas, lesiones oculares y hasta la muerte por múltiples traumas craneocerebrales asociados, probablemente, a laceraciones en la arteria vertebral (Siewe et al., 2014; Wilde et al., 2016).

En un estudio realizado por Siewe et al. (2014), se reportaron 192 lesiones diagnosticadas en 44 boxeadores durante un año mientras participaban en competencias. Del total, 88 fueron en cabeza

(conmoción, contusión periorbital, fractura del hueso nasal, entre otras), 47 en miembros superiores, 27 en tórax y espalda y 30 en miembros inferiores, datos que corroboran la vulnerabilidad de la cabeza, la cara y el cuello durante la práctica de este deporte.

De igual manera, un estudio realizado con boxeadores de Bosnia y Herzegovina, mostró que, del total de los golpes registrados durante el combate, la mayoría se direccionan a la cabeza, siendo un 29% con jab y un 23% con upper, valores que confirman que la zona de riesgo durante el combate es la cabeza, para lo cual se requiere un adecuado control cervical brindado por estabilizadores estáticos y dinámicos, con los que el boxeador puede protegerse y/o reducir las consecuencias de traumas de alta velocidad (Davis et al., 2015).

Aunque son escasos los estudios epidemiológicos de boxeo, en Estados Unidos se reportaron en servicios de urgencias 8.716 lesiones anuales asociadas a su práctica, durante un periodo de 18 años, siendo el género masculino el más afectado (Siewe et al., 2014). En otro estudio se realizó un reporte de los juegos olímpicos de Rio 2016, en donde durante 17 días se presentaron 1.101 lesiones en 11.274 atletas, lo que equivale a 9.8 lesiones por cada 100 participantes. Los datos reportaron que el boxeo ocupó el segundo lugar de la incidencia, con el 30% del total de las lesiones. De las lesiones presentadas en boxeo se encontraron 2 fracturas, 2 subluxaciones, 1 fractura por estrés, 3 lesiones en piel y 7 conmociones (de las 9 reportadas en todo el evento), lo que demuestra que, al ser un deporte de contacto, siempre expone al atleta a un trauma directo en la cabeza, la cual, al no contar con protección derivada del cabezote, exige un adecuado funcionamiento y control neuromuscular y biomecánico (Soligard et al., 2017).

En la revisión sistemática de Bromley et al. (2018), en deportes de combate olímpico se identificó que las estructuras que sufren lesiones con mayor frecuencia son cabeza y cara, representando casi la mitad del total de las lesiones reportadas (45,8%). Además, se debe considerar la cantidad de golpes que recibe el boxeador amateur durante un combate oficial, que por lo general tiene tres asaltos de tres minutos cada uno; esto, dado a que en la literatura se reportan frecuencias de hasta 38 golpes/minuto, datos que, en definitiva, evidencian la exposición y el alto riesgo a sufrir conmoción cerebral, lo que puede traer consigo enfermedades y secuelas graves como demencia pugilística o encefalopatía del boxeador y lesión cerebral traumática crónica, con manifestaciones como disartria, bradicinesia, bradifrenia, temblor, alteraciones en la marcha, entre otros (Davis et al., 2015; Erlanger, 2015).

Tomando como referentes los segmentos comprometidos y con mayor riesgo a lesión (cabeza y cara), es necesario desarrollar estrategias que contribuyan a mejorar el control cervical, y con esto el control postural necesario para la adquisición, adaptación y perfeccionamiento de posturas propias del gesto deportivo, y que permiten dar respuesta a la demanda de la práctica deportiva, lo cual, junto con otras variables, influyen en el rendimiento deportivo (Rodríguez & Alvis, 2017).

Ahora, es común observar que los trabajos de fuerza en boxeo sobre musculatura de cuello hacen énfasis en estructuras superficiales como el trapecio, el esternocleidomastoideo y los músculos paravertebrales superficiales, incluyendo los trabajos en cintura escapular y hombro, entre otros. Sin embargo, en la actualidad se han documentado disfunciones mecánicas derivadas de imbalance entre estos músculos superficiales y los músculos flexores profundos del cuello (músculo largo de la cabeza y músculo largo del cuello) como cabeza y hombros adelantados, con incremento de la lordosis cervical y cambios en el ángulo craneovertebral, que pueden estar asociados a la postura de cabeza adelantada (Kim & Kwag, 2016).

Sumado a lo anterior, la presencia de dolor en cuello y hombros posterior a los entrenamientos y las competencias son muy comunes en los boxeadores, razón por la cual, encontrar un tratamiento preventivo antes que curativo, se convierte en un reto para el fisioterapeuta y demás profesionales de las ciencias aplicadas al deporte. De hecho, en el estudio de Kim y Kwag se describieron cambios posturales y disminución del dolor crónico en cuello y hombros mediante el entrenamiento de los músculos flexores profundos del cuello. Estos investigadores demostraron cambios significativos en la postura y la disminución del dolor luego del entrenamiento de dichos músculos, por medio del Stabilizer Pressure Biofeedback de Chattanooga, siguiendo el protocolo del test de flexión craneocervical (Kim & Kwag, 2016).

La prueba de flexión craneocervical es un método indirecto que permite cuantificar, con presión de aire, la actividad funcional de los músculos flexores profundos de cuello, los cuales generan un leve aplanamiento de la lordosis cervical y una mínima flexión de la cabeza. Adicionalmente, este test brinda parámetros para el entrenamiento, los cuales han reportado resultados positivos en la disminución de dolor cervical y mejoría en el control postural corrigiendo disfunciones como la postura de cabeza adelantada (Jull et al., 2008).

De esta manera, la postura de cabeza adelantada, siendo una de las disfunciones posturales más frecuentes (determinada por las variaciones, específicamente la disminución del ángulo craneovertebral mediante fotometría), está relacionada con una serie de trastornos músculo esqueléticos y neurales como dolor crónico en el cuello, cefalea e incluso síndrome de túnel de carpo (Salahzadeh et al., 2014; Youssef, 2016). Por lo anterior, cualquier trauma, alteración o imbalance en músculos intrínsecos y extrínsecos de cuello, pueden ser factores de riesgo sensibles a condicionar la práctica deportiva en combate.

En síntesis, al considerar que la debilidad de músculos profundos del cuello se asocia con la postura de cabeza adelantada, disminución del ángulo craneovertebral, cervicalgia crónica y disfunciones posturales que afectan los hombros (Mani et al., 2017), su entrenamiento puede ser una alternativa para incluir al plan de prevención de lesiones en boxeadores. Sin embargo, en la actualidad no existen datos de caracterización, ni una línea de base que contemple estas características en población deportiva en Colombia, razón por la cual, en el presente estudio se

planteó como objetivo describir la resistencia isométrica de los músculos flexores profundos del cuello y el ángulo craneovertebral en los boxeadores de la selección Colombia.

Materiales y métodos

Estudio de tipo descriptivo en el que participaron 37 deportistas seleccionados a conveniencia, 25 hombres y 12 mujeres, con edades promedio de $\pm 24,1$ hombres y $\pm 23,0$ mujeres, pertenecientes a la Selección Colombia de Boxeo.

Criterios de inclusión: atletas que conforman la selección Colombia de Boxeo, concentrados en la ciudad de Bogotá, y haber comprendido y diligenciado el consentimiento informado. *Criterios de exclusión:* sujetos con lesiones musculoesqueléticas en cuello o miembros superiores, conmoción cerebral aguda derivada del deporte y/o que no se encontraran entrenando bajo la misma planificación que el grupo en general.

Se utilizó el test de flexión craneocervical (CCFT) para medir la resistencia isométrica de los músculos flexores profundos de cuello siguiendo las dos etapas del protocolo descrito por Jull et al. (2008). La medición se realizó en el laboratorio de biomecánica del Centro de Ciencias del Deporte del Ministerio del Deporte de Colombia, con el sensor de presión Neck Coach de Core Coach™. Dos fisioterapeutas supervisaron la prueba, considerando como signos de compensación o errores: incapacidad para mantener la posición de manera estable, reclutamiento de músculos superficiales, mantenimiento de la presión con movimientos bruscos. Para reducir los sesgos entre los evaluadores y el boxeador, se colocó electromiografía de superficie en el músculo esternocleidomastoideo de forma bilateral para identificar las compensaciones; además, se realizó filmación en video en tiempo real para comparar los criterios inter- evaluador, ubicando un fisioterapeuta junto al boxeador, mientras otro visualizaba en pantalla la prueba.

La medición del ángulo craneovertebral también se realizó en el laboratorio de biomecánica. Inicialmente se ubicó un marcador en la vértebra C7, luego se realizó fotometría capturando la postura estática en vista lateral derecha e izquierda en posición bípeda. Posteriormente se utilizó el software Kinovea 0.8.15 para digitalizar las imágenes y calcular el ángulo craneocervical partiendo de la vértebra C7 hasta el trago auditivo, y desde C7 una línea horizontal con proyección anterior. La medición parte de la premisa según la cual, entre menor es el ángulo craneovertebral, mayor es la inclinación de la cabeza hacia delante (Youssef, 2016).

Se realizó análisis descriptivo (medidas de tendencia central, dispersión y medidas de valores extremos) para las variables de interés controlando por género. Además, se realizaron pruebas de hipótesis para diferencia de medias (t de student) de las variables de interés. También se realizó un análisis de correlación entre pares de variables: ángulo craneovertebral derecho e izquierdo y el nivel de activación (controlado y no controlado por género) y se verificó la significancia estadística de estos coeficientes de correlación. Para el análisis de los datos se usó el paquete estadístico R 4.1.1.

En el aspecto ético, en el estudio se tomó como referencia el artículo 11 de la Resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia, que clasifica esta investigación en categoría de riesgo mínimo. Además, se obtuvo el aval del Comité de Ética en Ciencias Sociales y Exactas de la Escuela Militar de Cadetes General José María Córdoba de la ciudad de Bogotá (acta 14137/19 de noviembre de 2019). También se contemplaron los principios éticos de la Declaración de Helsinki para investigaciones médicas en seres humanos de la Asociación Médica Mundial (AMM, 2020).

Resultados

Inicialmente se realizó una tipificación de las variables medidas en el estudio por género (tablas 1 y 2).

Tabla 1. Tipificación de las variables en hombres: edad, ángulo derecho, ángulo izquierdo, porcentaje de asimetría y nivel de activación.

Variable	Mínimo	1 Cuartil	Mediana	Media	3 Cuartil	Máximo	Desv. Estándar
Edad	17.00	18.00	24.00	24.16	28.00	39.00	6.0324
ACV Derecho	39.00	46.00	49.00	50.04	54.00	63.00	5.6012
ACV Izquierdo	41.00	46.00	50.00	50.04	53.00	60.00	5.0620
% Asimetría	-16.279	-6.9767	0.0000	-0.4087	6.1224	17.4603	7.9569
CCFT (Nivel de activación)	2.00	2.00	2.00	3.92	6.00	10.00	2.5482

Tabla 2. Tipificación de las variables en mujeres: edad, ángulo derecho, ángulo izquierdo, porcentaje de asimetría y nivel de activación.

Variable	Mínimo	1 Cuartil	Mediana	Media	3 Cuartil	Máximo	Desv. Estándar
Edad	17.00	17.75	21.00	23.08	28.75	33.00	6.2005
ACV Derecho	41.00	45.75	48.00	47.83	50.50	53.00	3.8337
ACV Izquierdo	42.00	43.00	48.50	47.92	53.00	55.00	4.9627
% Asimetría	-11.111	-3.8719	-0.9615	-0.1575	2.8311	12.2449	6.1904
CCFT (Nivel de activación)	2.000	2.000	4.000	4.333	6.000	10.000	2.3868

En el análisis descriptivo del ángulo craneovertebral, se estableció una clasificación de los resultados para determinar si algún participante presentaba postura de cabeza adelantada mediante un consenso de los parámetros de normalidad por varios autores (Mani et al., 2017; Salahzadeh et al., 2014; Shaghayeghfard et al., 2016; Youssef, 2016); de esta manera, un ángulo craneovertebral entre 53,2° y 56,8° se considera normal, entre 46,9° y 49,1° se considera postura de cabeza adelantada leve, y entre 40,7° y 43,2° moderada. En el estudio se encontró que 11 hombres presentaron valores normales, 8 clasificación leve y 6 moderada; en las mujeres, 3 tuvieron valores normales, 7 leve y 2 moderado. En términos generales, se observó que el 40,5%

de la muestra presenta postura de cabeza adelantada leve, seguida de un 37,8% con valores normales y un 21,6% con postura de cabeza adelantada moderada, siendo esta última predominante en los hombres.

En cuanto al test de flexión craneocervical, el 46% de los participantes solamente pudieron desarrollar el nivel 2 de activación, el 24,3% nivel 4, un 18,9% alcanzó el nivel 6, un solo atleta ejecutó el nivel 8 y 3 atletas completaron el test en el nivel 10. Teniendo en cuenta que el nivel de activación esperado era 10, se identifica debilidad importante de los músculos flexores profundos de cuello predominante, nuevamente en los hombres.

Adicionalmente, se realizó una prueba de hipótesis general sin ser controlada por otras variables, con el fin de determinar si existía diferencia significativa entre ángulo izquierdo y derecho. De esta manera, al utilizar la prueba t de student para la diferencia de medias (prueba de Welch), se obtuvo un valor t (valor del estadístico) = -0.02277, df (grados de libertad) = 71.979, y un valor p= 0.9819, lo cual permite concluir que no hay diferencia significativa en cuanto el ángulo derecho e izquierdo.

Posteriormente se repitió la prueba anterior, controlando el sexo por medio de una regresión, lo cual mostró que la variable sexo no es significativa (valor p 0.95) para explicar una diferencia entre ángulo derecho e izquierdo (tabla 3).

Tabla 3. Prueba de hipótesis para determinar diferencia entre ángulos derecho e izquierdo controlado por sexo.

Coefficiente	Estimación	Error estándar	Valor t	Valor p
Intercepto	-0.08333	1.07451	-0.078	0.939
Sexo	0.08333	1.30719	0.064	0.950

En cuanto a la correlación en el nivel de activación y ángulo craneovertebral derecho, se obtuvo resultado de -0.337 con valor p 0.04098, lo cual muestra significancia estadística, de manera que, a mayor valor del ángulo derecho, menor es el nivel de activación durante el test de flexión craneocervical.

Para la correlación entre el nivel de activación y ángulo craneovertebral izquierdo, se obtuvo un resultado de -0.3745848 con valor p 0.02236, lo cual muestra igualmente una correlación significativa, en donde a mayor ángulo izquierdo, el nivel de activación durante el test de flexión craneocervical será menor.

Al determinar la correlación controlando por sexo, para las mujeres hay una correlación entre nivel de activación y el ángulo craneovertebral izquierdo de -0.5653727 con un valor p de 0.0554, lo cual es ligeramente significativo. En cambio, la correlación entre nivel de activación y ángulo craneovertebral derecho es de -0.2715589 con un valor p 0.3932, lo que muestra ausencia de relación y nula significancia estadística.

Por otro lado, para los hombres existe una correlación entre el nivel de activación y ángulo craneovertebral izquierdo de -0.2840042 con un valor p de 0.1689, mientras que la correlación entre nivel de activación y ángulo craneovertebral derecho es de -0.3500791, con un valor p 0.08624, indicando significancia al 10%.

La correlación controlada por género en ángulo craneovertebral izquierdo y el nivel de activación para mujeres es ligeramente significativa, con un valor p de 0.0554, y para hombres el ángulo craneovertebral derecho y el nivel de activación es significativo, pero al 10%. Lo anterior demuestra que, cuando se separa por género, se disminuyen los tamaños de muestra de manera significativa para ambos grupos, lo cual le baja la potencia y por ende existe poca probabilidad de rechazar H₀.

Discusión

Con base en los resultados obtenidos en el presente estudio, se observó que la mayoría de los boxeadores solamente lograron alcanzar el primer nivel de activación del test de flexión craneocervical, lo cual expresa la dificultad para mantener la posición de la cabeza en un momento de fuerza específica para su control y posicionamiento, en relación con la cabeza y el tronco.

Estos resultados son consistentes con los reportes de Falla et al. (2004), quienes aseguran que la disminución del rendimiento en este test se relaciona con la disfunción de los músculos flexores profundos de cuello, quienes reciben soporte y son compensados a partir de la activación de músculos superficiales con el fin de adaptarse en los casos de dolor cervical crónico o si se ha sufrido un trauma de alta energía como un whiplash. De esta manera, a medida que se desarrolla la prueba, la tendencia es la retracción del cuello para intentar presionar el sensor y mantener los valores para cada nivel a expensas de músculos como el esternocleidomastoideo, escalenos e incluso musculatura mandibular (Falla et al., 2004; Kim & Kwag, 2016). Teniendo en cuenta lo anterior, se podría asociar el resultado bajo que tuvieron los boxeadores debido a los cambios entre sinergias musculares superficial y profunda, derivadas de adaptaciones al dolor y a traumas repetitivos durante los combates y entrenamientos.

Sumado a lo anterior, en este estudio se observó que los participantes realizaban activación compensatoria del músculo esternocleidomastoideo para mantener la presión, razón por la cual, de acuerdo con el protocolo, se debía suspender el intento y/o repetirlo. Estos hallazgos pueden explicarse a partir del estudio de Sterling et al. (2003), quienes aseguran que personas con cambios en el control motor asociados a traumas, como el whiplash cervical, tuvieron mayor actividad del esternocleidomastoideo durante el test de flexión craneocervical, lo cual resulta coherente y puede relacionarse con los traumas y mecanismos de conmoción que sufren los boxeadores durante los combates.

De hecho, Jull & Falla (2016), encontraron que las deficiencias para el desempeño de pruebas de flexión craneocervical, se derivan de imbalance entre músculos superficiales y profundos a nivel del cuello, asociados a cambios compensatorios como incrementos en la velocidad del

movimiento, apertura mandibular, hiperactividad del esternocleidomastoideo y la elevación de la cabeza, concluyendo así que existe una relación inversa entre niveles altos de actividad en musculatura flexora superficial de cuello, con niveles bajos y pobre activación de músculos flexores profundos. Sin embargo, resultaría necesario contemplar variables cinéticas y cinemáticas de la cabeza y el cuello para poder soportar de manera dinámica estos resultados y extrapolarlos en la ejecución del gesto deportivo en boxeo.

En lo referente al ángulo craneovertebral, método utilizado ampliamente como indicador de severidad en casos de cabeza adelantada debido a su fiabilidad y validez comprobada en distintos estudios (Shaghayeghfard et al., 2016), estudios demuestran que el 61% de los atletas obtuvieron valores que los clasifican con postura de cabeza adelantada entre leve y moderada (Mani et al., 2017; Ruivo et al., 2014). Aunque estos hallazgos se presentaron sin ninguna sintomatología dolorosa ni limitación del movimiento cervical, se requiere complementar el hallazgo con otras mediciones adicionales, ya que existen factores asociados al deporte que pueden alterar los resultados.

Lo anterior podría argumentarse por la postura exigida en boxeo, en donde la protrusión de la cabeza, la elevación y la protrusión del hombro, son algunos de los fundamentos técnicos básicos para la posición de guardia (Balmaseda, 2015; Degtiariov, 1992), lo cual, al analizar el cuerpo como un complejo de cadenas musculares, desencadena cambios en el centro de masa y la gravedad, exigiendo respuestas adaptativas y cambios de tensión y compensación entre las cadenas anteriores y posteriores de tronco (Busquet, 1998). No obstante, a pesar de que los participantes del estudio fueron asintomáticos, debe prestarse atención a los cambios posturales presentes, debido a que, en condiciones habituales, una exagerada posición de cabeza adelantada puede asociarse al patrón cruzado superior descrito por Janda, caracterizado por hipoactividad de los músculos flexores profundos de cuello, trapecios medio e inferior, entre otros, con hiperactividad de los músculos superficiales y que conllevan a una serie de disfunciones como la mencionada cabeza adelantada, disquinesia escapular y patrones de dolor en hombro (Bayattork et al., 2020). De esta manera, es clara la relevancia que tiene la caracterización deportiva para la toma de decisiones y la búsqueda de la clasificación diagnóstica más acertada posible desde las ciencias aplicadas al deporte.

Por otro lado, al realizar el análisis correlacional, se encontró significancia estadística para el ángulo craneovertebral y el nivel de activación obtenido en el test de flexión craneocervical, en donde, a mayor es el ángulo, menor es el nivel de activación de los músculos flexores profundos de cuello. Estos hallazgos resultan contradictorios, teniendo en cuenta que el correcto funcionamiento de los músculos largo de la cabeza y largo del cuello es esencial para el control de la cabeza con relación al cuello, y que a medida que sean trabajos, ya sea de manera controlada o en conjunto con los músculos accesorios y superficiales, implicarían una postura de la cabeza con ángulo craneovertebral dentro de parámetros normales. De hecho, como se mencionó, un cambio

postural como la cabeza adelantada presente en el patrón de desequilibrio muscular propuesto por Janda, puede estar asociado con trastornos musculoesqueléticos (Bayattork et al., 2020), por los cuales, al involucrar hipoactividad de los músculos cervicales profundos, mecánicamente se reduce el ángulo craneovertebral.

Adicionalmente, en la revisión sistemática Blomgren et al. (2018), se demuestra la importancia del entrenamiento multimodal en fuerza de los músculos flexores profundos de cuello, para mejorar el control neuromuscular y reducir el dolor crónico; sin embargo, este entrenamiento implica estímulos de baja carga, teniendo en cuenta la función y la estructura de estos músculos. Basados en esos resultados, se plantea una concordancia entre un adecuado funcionamiento muscular como estabilizador dinámico y una postura de la cabeza con normalidad relativa, en donde habitualmente se esperaría que el tragus de la oreja sea perpendicular al hombro o tronco (Salahzadeh et al., 2014).

Los resultados del análisis correlacional de este estudio también difieren de los resultados reportados por Chung & Jeong. (2018), quienes confirman que, por medio de ejercicios de flexión craneocervical y ejercicios isométricos durante 8 semanas, disminuye el dolor cervical y la discapacidad percibida por esta condición, justificada por una restauración de la lordosis cervical, un incremento en la resistencia de músculos flexores cervicales profundos y el rango de movimiento cervical activo. Si retomamos nuevamente la premisa biomecánica de la postura de cabeza adelantada y el patrón de desequilibrio de Janda, en la cual hay una disminución del ángulo craneovertebral por debajo de $49,6^\circ$, hiperlordosis cervical y compensaciones de músculos en hombro y tronco, un nivel de activación pobre de los músculos flexores profundos de cuello, en lugar de contribuir a la estabilización cervical, promovería un incremento de la disfunción (Kim et al., 2019).

No obstante, aunque este estudio muestra la primera caracterización de resistencia isométrica en músculos profundos de cuello y ángulo craneovertebral en boxeadores de alto rendimiento en Colombia, se deben considerar limitaciones que pudieron influir en los resultados, como la dificultad de algunos participantes para ejecutar la prueba de flexión craneocervical sin compensar de manera extrema con músculos superficiales en cuello. Otro factor que pudo influir en los resultados, fue la toma fotográfica de la postura en posición bípeda, pues a pesar de que algunos estudios sugieren que la posición ideal para medir el ángulo craneovertebral es la posición bípeda, la cual disminuye confusiones y ajustes que puede hacer la columna vertebral cuando se adopta la posición sedente (Shaghayeghfard et al., 2016), las disfunciones mecánicas o trastornos musculoesqueléticos en extremidades y en columna pudieron haber influido en la adopción postural de los participantes.

Conclusiones

Los participantes del estudio presentan valores bajos para resistencia isométrica de los músculos flexores profundos de cuello, los cuales cumplen un papel esencial en el control postural durante la posición de combate del boxeador. Una gran proporción de los boxeadores evaluados presenta postura de cabeza adelantada, aunque debe contemplarse el gesto deportivo y variables adicionales que soporten esta deficiencia postural.

Los boxeadores que presentaron mayor ángulo craneovertebral, realizaron menor activación de los músculos largo de la cabeza y largo del cuello. No obstante, se requieren más estudios que realicen seguimiento al cambio de estas variables durante una o más temporadas.

Conflicto de intereses y financiación

Lo autores declaran no tener ningún conflicto de intereses ni haber recibido apoyo económico para realizar el presente estudio.

Agradecimientos

Los autores expresan sus agradecimientos a la fisioterapeuta del Ministerio del Deporte de Colombia, Paola Catalina Paredes, y a los estudiantes de especialización en Terapia Manual Ortopédica de la Universidad de La Sabana, Manuel Rubio, Nancy Fuquen, Juan Tascón, Silfredo Peña y Laura Rincón, por su colaboración durante las mediciones realizadas.

Referencias

- AMM Asociación Médica Mundial (2020). *Declaración de Helsinki. Investigación médica en seres humanos*.
<https://www.wma.net/es/que-hacemos/etica-medica/declaracion-de-helsinki/>
- Balmaseda, M. (2015). *Escuela Cubana de Boxeo. Su enseñanza y preparación técnica*. Wanceulen Editorial.
- Bayattork, M., Seidi, F., Minoonejad, H., Andersen, L. L., & Page, P. (2020). The effectiveness of a comprehensive corrective exercises program and subsequent detraining on alignment, muscle activation, and movement pattern in men with upper crossed syndrome: protocol for a parallel-group randomized controlled trial. *Trials*, 21, 255.
<https://doi.org/10.1186/s13063-020-4159-9>
- Blomgren, J., Strandell, E., Jull, G., Vikman, I., & Røijezon, U. (2018). Effects of deep cervical flexor training on impaired physiological functions associated with chronic neck pain: a systematic review. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 19, 415. <https://doi.org/10.1186/s12891-018-2324-z>
- Bromley, S. J., Drew, M. K., Talpey, S., McIntosh, A. S., & Finch, C. F. (2018). A systematic review of prospective epidemiological research into injury and illness in Olympic combat sport.

British Journal of Sports Medicine, 52(1), 8-16.

<https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-097313>

Busquet, L. (1998). *Las cadenas musculares*. Paidotribo.

Chaabène, H., Tabben, M., Mkaouer, B., Franchini, E., Negra, Y., Hammami, M., Amara, S., Chaabène, R. B., & Hachana, Y. (2015). Amateur boxing: physical and physiological attributes. *Sports Medicine*, 45(3), 337-352. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0274-7>

Chung, S., & Jeong, Y.-G. (2018). Effects of the craniocervical flexion and isometric neck exercise compared in patients with chronic neck pain: a randomized controlled trial. *Physiotherapy Theory and Practice*, 34(12), 916-925. <https://doi.org/10.1080/09593985.2018.1430876>

Davis, P., Benson, P. R., Pitty, J. D., Connorton, A. J., & Waldock, R. (2015). The activity profile of elite male amateur boxing. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10(1), 53-57. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2013-0474>

Degtiariov, I. P. (1992). *Boxeo: manual para los institutos de cultura física*. Rubiños 1860.

Erlanger, D. M. (2015). Exposure to sub-concussive head injury in boxing and other sports. *Brain Injury*, 29(2), 171-174. <https://doi.org/10.3109/02699052.2014.965211>

Falla, D. L., Jull, G. A., & Hodges, P. W. (2004). Patients with neck pain demonstrate reduced electromyographic activity of the deep cervical flexor muscles during performance of the craniocervical flexion test. *Spine*, 29(19), 2108-2114. <https://doi.org/10.1097/01.brs.0000141170.89317.0e>

Jull, G. A., O'Leary, S. P., & Falla, D. L. (2008). Clinical assessment of the deep cervical flexor muscles: the Craniocervical Flexion Test. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 31(7), 525-533. <https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2008.08.003>

Jull, G., & Falla, D. (2016). Does increased superficial neck flexor activity in the craniocervical flexion test reflect reduced deep flexor activity in people with neck pain? *Manual Therapy*, 25, 43-47. <https://doi.org/10.1016/j.math.2016.05.336>

Kim, J., & Kwag, K. (2016). Clinical effects of deep cervical flexor muscle activation in patients with chronic neck pain. *Journal of Physical Therapy Science*, 28(1), 263-273. <https://doi.org/10.1589/jpts.28.269>

Kim, J. Y., & Kwag, K. I. (2016). Clinical effects of deep cervical flexor muscle activation in patients with chronic neck pain. *Journal of Physical Therapy Science*, 28(1), 269-273. <https://doi.org/10.1589/jpts.28.269>

Kim, J.-E., Seo, T.-B., & Kim, Y.-P. (2019). The effect of a Janda-based stretching program range of motion, muscular strength, and pain in middle-aged women with self-reported muscular

skeletal symptoms. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 15(1), 123-128.

<https://doi.org/10.12965/jer.1836606.303>

Mani, S., Sharma, S., Omar, B., Ahmad, K., Muniandy, Y., & Singh, D. K. A. (2017a). Quantitative measurements of forward head posture in a clinical settings: a technical feasibility study.

European Journal of Physiotherapy, 19(3), 119-123.

<https://doi.org/10.1080/21679169.2017.1296888>

Ministerio de Salud. *Resolución 8430 de 1993, por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud.*

<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/RESOLUCION-8430-DE-1993.pdf>

Rodríguez, D. F. & Alvis, K. (2017). Influencia del esquema corporal en el rendimiento deportivo.

Revista Médicas UIS, 30(3), 63-69. <https://doi.org/10.18273/revmed.v30n2-2017007>

Ruivo, R. M., Pezarat, P., & Carita, A. I. (2014). Cervical and shoulder postural assessment of adolescents between 15 and 17 years old and association with upper quadrant pain.

Brazilian Journal of Physical Therapy, 18(4), 364-371.

<https://doi.org/10.1590/bjpt-rbf.2014.0027>

Salahzadeh, Z., Maroufi, N., Ahmadi, A., Behtash, H., Razmjoo, A., Gohari, M., & Parnianpour, M. (2014). Assessment of forward head posture in females: observational and photogrammetry methods. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 27(2), 131-139.

<https://doi.org/10.3233/BMR-130426>

Shaghayeghfard, B., Ahmadi, A., Maroufi, N., & Sarrafzadeh, J. (2016). Evaluation of forward head posture in sitting and standing positions. *European Spine Journal*, 25(11), 3577-3582.

<https://doi.org/10.1007/s00586-015-4254-x>

Siewe, J., Rudat, J., Zarghooni, K., Sobottke, R., Eysel, P., Herren, C., Knöll, P., Illgner, U., & Michael, J. (2014). Injuries in competitive boxing. A prospective study. *International Journal of Sports Medicine*, 36(03), 249-253.

<https://doi.org/10.1055/s-0034-1387764>

Soligard, T., Steffen, K., Palmer, D., Alonso, J. M., Bahr, R., Lopes, A. D., Dvorak, J., Grant, M.-E., Meeuwisse, W., Mountjoy, M., Pena Costa, L. O., Salmina, N., Budgett, R., & Engebretsen, L. (2017). Sports injury and illness incidence in the Rio de Janeiro 2016 Olympic Summer Games: a prospective study of 11274 athletes from 207 countries.

British Journal of Sports Medicine, 51(17), 1265-1271. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-097956>

Sterling, M., Jull, G., Vicenzino, B., Kenardy, J., & Darnell, R. (2003). Development of motor system dysfunction following whiplash injury. *Pain*, 103(1), 65-73.

[https://doi.org/10.1016/S0304-3959\(02\)00420-7](https://doi.org/10.1016/S0304-3959(02)00420-7)

Wilde, E. A., Hunter, J. V., Li, X., Amador, C., Hanten, G., Newsome, M. R., Wu, T. C., McCauley, S. R., Vogt, G. S., Chu, Z. D., Biekman, B., & Levin, H. S. (2016). Chronic effects of boxing: diffusion tensor imaging and cognitive findings. *Journal of Neurotrauma*, 33(7), 672-680.

<https://doi.org/10.1089/neu.2015.4035>

Youssef, A. R. (2016). Photogrammetric quantification of forward head posture is side dependent in healthy participants and patients with mechanical neck pain. *International Journal of Physiotherapy*, 3(3). <https://doi.org/10.15621/ijphy/2016/v3i3/100838>