

Cómo citar este artículo:

Rezzonico, G. (2022). Efecto de la implementación de un programa de flexibilidad sobre los ROM articulares y la velocidad de los golpes rectos de puño en atletas de boxeo y muay thai. *MLS Sport Research*, 2(1), 18-36. doi: 10.54716/mlssr.v2i1.1065.

EFECTO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE FLEXIBILIDAD SOBRE LOS RANGOS DE MOVILIDAD ARTICULAR Y LA VELOCIDAD DE LOS GOLPES RECTOS DE PUÑO EN ATLETAS DE BOXEO Y MUAY THAI

Gabriel Rezzonico

Círculo Internacional de Expertos en Deportes de Combate (Argentina)
gabriel_rezzonico@yahoo.com.ar · <https://orcid.org/0000-0002-8074-2711>

Resumen. El objetivo de esta investigación fue determinar los resultados de la implementación de un programa para el desarrollo de la Flexibilidad en atletas de Boxeo y Muay Thai, sobre la rangos de movilidad (ROM) articulares y la producción de Velocidad de los golpes rectos de puño. Se utilizó una metodología cuantitativa con un diseño de investigación preexperimental. A partir de la evaluación de la Flexibilidad en 10 atletas de Boxeo y Muay Thai utilizando el método Flexitest, y tras evidenciar los niveles más bajos de esta capacidad en las zonas de tobillo, hombro y muñeca, se desarrolló un programa de entrenamiento de 6 semanas de duración utilizando los métodos dinámico, estático y FNP para el entrenamiento de estas zonas. También se evaluaron las Velocidades pico alcanzadas por los participantes en golpes de puño rectos lanzados al aire. Se observaron diferencias estadísticamente significativas al comparar los rangos articulares pre y post programa de entrenamiento de la Flexibilidad en las articulaciones de tobillo y hombro. Con respecto a la Velocidad no se observaron diferencias estadísticamente significativas en ninguno de los gestos evaluados. La fuerza de asociación resultó de baja a nula al correlacionar la Flexibilidad y producción de Velocidad de los gestos. Si bien se mejoró la Flexibilidad de hombros y tobillos, la Velocidad de los gestos de golpeo no se vio modificada y no se pudo considerar una asociación entre ambas variables.

Palabras clave: flexibilidad, rango de movimiento, boxeo, muay thai, golpe de puño.

EFFECT OF THE IMPLEMENTATION OF A FLEXIBILITY PROGRAM ON JOINT RANGE OF MOTION AND THE SPEED OF STRAIGHT FIST BLOWS IN BOXING AND MUAY THAI ATHLETES

Abstract. The objective of this research was to determine the results of the implementation of a program for the development of Flexibility in Boxing and Muay Thai athletes, on the joint range of motion (ROM) and the production of Speed of straight fist blows. A quantitative methodology was used with a pre-experimental research design. From the evaluation of Flexibility in 10 Boxing and Muay Thai athletes using the Flexitest method, and after evidencing the lowest levels of this capacity in the ankle, shoulder and wrist

areas, a 6-week training program was developed using the dynamic, static and FNP methods for the training of these areas. Peak speeds achieved by participants in straight fist blows thrown into the air were also assessed. Statistically significant differences were observed when comparing the joint ranges pre and post program training of Flexibility in the ankle and shoulder joints. With respect to Speed, no statistically significant differences were observed in any of the gestures evaluated. The strength of association was low to zero when correlating the Flexibility and Speed production of the gestures. Although the flexibility of shoulders and ankles was improved, the speed of the striking gestures was not modified and could not be considered an association between both variables.

Keywords: flexibility, range of motion, boxing, muay thai, fist blow.

Introducción

La Flexibilidad, junto con la Fuerza, Resistencia y Velocidad, es una de las capacidades biomotoras que condiciona el rendimiento deportivo (Hohmann et al., 2005). Sin embargo, a lo largo de la historia se ha visto desfavorecido su desarrollo, a causa de estudios que generaron una mala percepción sobre los efectos de su implementación (Chaabene et al., 2019). En este contexto se vuelve importante reconsiderar los beneficios de la utilización de los trabajos de estiramiento en la preparación de los atletas.

En Deportes de Combate el desarrollo de ejercicios de Flexibilidad, además de proponerse debido a una costumbre de índole histórica (Chaabene et al., 2019), estaría considerado como un condicionante del rendimiento en la mayoría de sus modalidades (Basar et al., 2014; El-Ashker, 2018; Franchini & Herrera-Valenzuela, 2021; Lima, 2017; Lenka & Shah, 2019; Sánchez-Sánchez et al., 2014; Saraiva et al., 2014; Schwartz et al., 2015; Slimani et al., 2016; Wongputthichai & Ketchatturat, 2017).

Diversos autores han postulado sobre los beneficios de poseer adecuados niveles de esta capacidad, a partir de su impacto positivo sobre las producciones de fuerza-velocidad durante las contracciones musculares (Del Rio Valdivia et al., 2015; Hunter & Marshall, 2001; Kokkonen et al., 2007 y 2010), motivo por el cual se determinó conocer los niveles de esta capacidad en un grupo de atletas de Boxeo y Muay Thai.

Luego de evaluar la Flexibilidad a partir del método Flexitest (Araujo, 2005 y 2008) en una muestra compuesta por 10 competidores de estas disciplinas, y tras el análisis de los resultados, se evidenciaron los niveles más bajos de rangos de movimiento (ROM) en las zonas de tobillo, muñeca y hombro.

De acuerdo con la problemática encontrada, se determinó la implementación de un programa para el desarrollo de la Flexibilidad con la muestra de atletas mencionada y se analizaron los resultados obtenidos, con el fin de evaluar su efecto sobre los ROM y la Velocidad de ejecución de los golpes rectos de puño.

Flexibilidad y rendimiento deportivo

En el ámbito del deporte, mejoras en la Flexibilidad podrían relacionarse con aumentos en la capacidad para aplicar fuerza muscular y lograr acciones más potentes (Kokkonen et al., 2007 y 2010; Shrier, 2004).

Los gestos deportivos, y particularmente los de carácter balístico, involucran acciones de encadenamientos musculares en los que se combinan una serie de reacciones de acortamiento y alargamiento de varios músculos en distintos grados, los cuales ocurren en distintos planos de movimiento a la vez siguiendo un patrón de activación espiralado-diagonal (McAtee & Charland, 2010). De este modo, cuando el deportista se mueve

activando su musculatura antagonista para acumular energía a utilizar luego en la acción agonista, puede llegar a alcanzar con ello un mayor ROM y recorrido para su aceleración, lo que puede permitirle aplicar una mayor cantidad de Fuerza (Weineck, 2005).

Tomando lo antedicho en consideración, mejoras en la Flexibilidad de los deportistas podrían ofrecer beneficios sobre la producción de Fuerza-Velocidad, a partir de su incidencia sobre el ciclo estiramiento-acortamiento (CEA).

El CEA, presente en la mayoría de las acciones deportivas, permite enlazar una acción de estiramiento muscular excéntrica con otra de acortamiento muscular concéntrica realizada a alta intensidad, para así desarrollar una gran cantidad de fuerza en un período de tiempo muy breve a partir de la utilización de la energía potencial almacenada en los componentes elásticos (Copoví Lanusse, 2015).

La mejora de la Flexibilidad podría tener un impacto positivo sobre el CEA debido a una reducción en el *stiffness* pasivo o resistencia de las estructuras a la deformación, permitiendo un óptimo estiramiento con una mayor reserva de energía cinética potencial por una acumulación refleja de un mayor número de fibras musculares en la secuencia motora (Gleim & McHugh, 1997; Kim, 2006; Medeiros & Lima, 2017; Rodríguez Casallas & Gracia Díaz, 2015; Weineck, 2005).

Los beneficios con mejoras de la Flexibilidad sobre la performance del CEA se encontrarían en contraste con respecto al rol del *stiffness* muscular activo en acciones isométricas o concéntricas aisladas. Esto es así, ya que en estos casos un mayor *stiffness* habría demostrado estar positivamente relacionado con la producción de fuerza isométrica, tasa de desarrollo de la fuerza isométrica y concéntrica (Ver Figura 1), lo que se explicaría por una transmisión de fuerza contráctil más eficiente en las unidades músculo tendinosas.

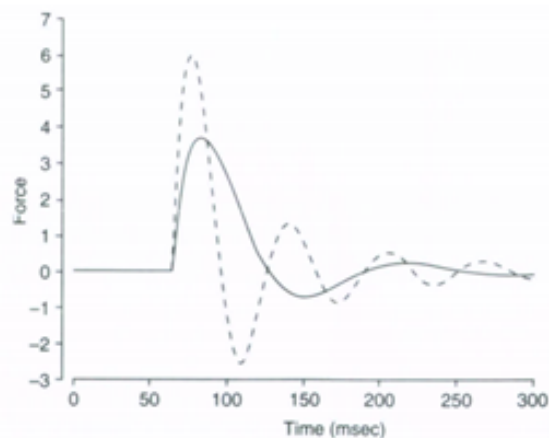


Figura 1. Curva fuerza-tiempo y stiffness muscular.

Nota: representación de las oscilaciones generadas al aplicar fuerzas sobre dos sistemas. Un sistema con mayor stiffness (línea punteada) permitiría que se produzca una mayor transmisión de fuerza inicial y oscilará a una frecuencia mayor. Tomado de Gleim, G. W. & McHugh, M. P. (1997). Flexibility and Its Effects on Sports Injury and Performance (p. 290). *Sports Medicine*.

Siguiendo el trabajo de investigación llevado a cabo por Rees et al. (2007), el entrenamiento de Flexibilidad a través del método FNP (Facilitación Neuromuscular

Propioceptiva), no sólo podría generar mejoras sobre los ROM, sino también un aumento del *stiffness* musculo-tendinoso con mejoras sobre el desarrollo de la Fuerza.

De acuerdo con Medeiros & Lima (2017), otra propiedad visco-elástica que tiene influencia sobre la mejora del rendimiento muscular es la reducción de la histéresis, o pérdida de energía como calor. Según estos investigadores, a partir de un régimen de estiramientos puede influirse positivamente sobre este parámetro permitiendo una reducción en la disipación de energía en la unidad músculo-tendinosa.

Los datos adquiridos sobre la cinemática de los golpes en los estudios de Cheraghi et al. (2014), indicaron que los boxeadores flexionan parcialmente las articulaciones de sus extremidades superiores, especialmente la del codo, al comienzo del gesto. Piorkowski et al. (2011) también encontraron a partir del análisis de grabaciones de video, que durante el inicio de un golpe de puño los ejecutantes realizaban contra movimientos de flexión/extensión de rodilla. Aparentemente, de manera intuitiva estos deportistas estarían utilizando el CEA para lanzar golpes, permitiendo pensar que el desarrollo de la Flexibilidad podría estar relacionado con mejoras en la habilidad para lanzar golpes de puño de forma más veloz y potente.

Método

La metodología empleada para esta investigación fue de tipo cuantitativa, ya que partió de la recopilación y análisis de datos compuestos por un puntaje para veinte movimientos pasivos articulares y la Velocidad pico en diferentes combinaciones de golpes rectos de puño.

Diseño de Investigación

El diseño de investigación fue preexperimental y el tipo investigación-acción, considerando que se trató de una problemática evidenciada en un grupo específico de deportistas y para los cuales se llevó a cabo una propuesta de intervención, la cual se incluyó como parte de sus entrenamientos cotidianos.

El desarrollo presentó un carácter longitudinal, ya que los datos se recolectaron en un pre test y luego de la actividad condicionante (de 6 semanas de duración) en un post test.

Población y Muestra

El estudio se realizó con una muestra no probabilística compuesta por 6 deportistas de Boxeo (1 mujer y 5 hombres) y 4 de Muay Thai (4 hombres), quienes llevaban a cabo sus entrenamientos de manera conjunta en el centro de entrenamiento Integral Fitness ubicado en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. El criterio de inclusión consistió en poseer más de un año de experiencia de entrenamiento en estas actividades y haber participado en alguna competencia tanto de forma *amateur* como profesional. Además, no debían estar cursando la recuperación de ninguna lesión que pudiera comprometer los resultados de los *tests*.

Variables

La variable dependiente estuvo compuesta por los niveles de Flexibilidad de los participantes y la Velocidad alcanzada en los golpes de puño rectos, mientras que la variable independiente se conformó por la actividad condicionante, es decir, el programa de entrenamiento de esta capacidad física (Ver Figura 2).

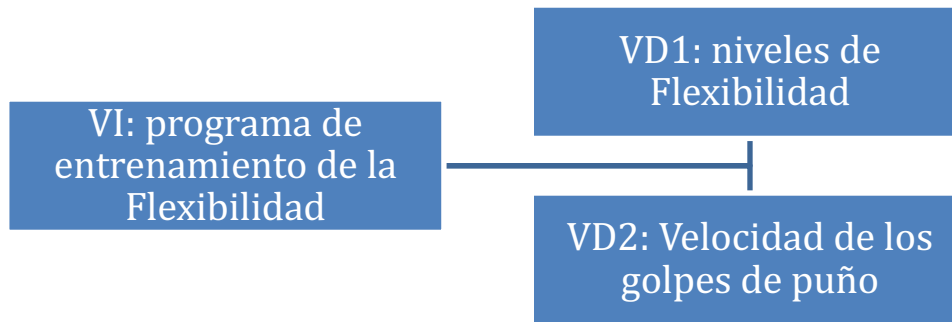


Figura 2. Variables del estudio.

Nota: VI - variable independiente, VD - variable dependiente.

Instrumentos de Medición y Técnicas

Para la evaluación de los niveles de Flexibilidad de los participantes se utilizó el método Flexitest (Araujo, 2005). Esta herramienta permite la medición de 20 movimientos articulares realizados de forma pasiva y ha sido utilizada en deportistas de distintas disciplinas (Farinatti et al., 2014; Marinho et al., 2011; Montealegre Suárez & Vidarte Claros, 2019; Roa López, 2009). El máximo ROM alcanzado por cada articulación se comparó con una lista de imágenes que muestran diferentes posiciones, permitiendo asignar un puntaje para cada uno en función de su amplitud. De acuerdo con el puntaje otorgado, se ha establecido la siguiente escala de valoración: 0 muy pobre, 1 pobre, 2 media, 3 buena y 4 muy buena. Además, la suma de los resultados de todos los movimientos ofreció un indicador del nivel de Flexibilidad global del sujeto llamado flexindex. Al no producirse diferencias significativas entre los dos lados del cuerpo exceptuando condiciones patológicas (Braganca de Viana et al., 2008), la medición de las extremidades se llevó a cabo sólo sobre el lado derecho de los participantes. Con respecto a la fiabilidad de esta prueba, se determinaron niveles altos intra e inter observadores para Flexitest (Araujo, 2005 y 2008).

Para conocer la Velocidad de ejecución de golpes rectos aislados y en combinaciones se hizo uso de acelerómetros *Hykso Punch Trackers*. Estos implementos se colocan en las muñecas de los deportistas y permiten conocer la Velocidad pico desarrollada durante los gestos específicos de golpeo (Omcirk et al., 2021). Su diseño se encuentra preparado específicamente para esta tarea, permitiendo la recolección de datos a partir de la sincronización remota con dispositivos móviles como *smartphones* o *tablets*. Se determinó un buen nivel de fiabilidad intra-herramienta de estos sensores, al compararlos con los datos obtenidos del análisis de los gestos a través del software Kinovea (López et al., 2020).

Procedimientos

Evaluación inicial

En primer lugar, se comenzó evaluando los niveles de Flexibilidad de los deportistas a través del método Flexitest (Araujo, 2005). Para esto, se organizó una sesión específicamente para ello en el horario matutino y distanciado con un mínimo de treinta minutos de cualquier ejercicio físico, considerando que en las primeras horas del día los niveles de Flexibilidad son mayores (Rodríguez Casallas & Gracia Díaz, 2015) y que el

aumento de la temperatura corporal podría modificar la resistencia muscular y articular (Bishop, 2003).

Una vez obtenidos todos los puntajes individuales, también se agruparon de acuerdo a las zonas del cuerpo quedando conformados así siete promedios: tobillo, rodilla, cadera, tronco, muñeca, codo y hombro.

Tras el análisis de los resultados se concluyó que los niveles más bajos de Flexibilidad se presentaron en las zonas de tobillo, hombro y muñeca.

Durante la jornada de evaluación también se registraron las velocidades pico alcanzadas en golpes rectos lanzados al aire con ambas manos (jab y directo) y en combinaciones de estos movimientos (jab-directo y jab-directo-jab-directo) utilizando dispositivos *Hykso Punch Trackers*. El objetivo de esto fue obtener un indicador de rendimiento de los golpes de puño rectos, para luego compararlos tras la aplicación del programa para el desarrollo de la Flexibilidad.

Periodización del entrenamiento

Considerando los resultados de las evaluaciones se desarrolló un plan para el entrenamiento de la Flexibilidad, enfocado únicamente en las 3 zonas donde se evidenciaron los ROM máx bajos: tobillo, muñeca y hombro.

Esta periodización se basó en el modelo presentado en el trabajo de Lima et al. (2019), en donde la carga de los entrenamientos se dosificó siguiendo un escalonamiento incremental a lo largo de las semanas. El trabajo se programó con una frecuencia de tres estímulos semanales, ubicados en un momento del día inmediatamente posterior al que se desarrollara el entrenamiento de Fuerza (Leite et al., 2017), para de esta forma asegurar una mayor adherencia y lograr que se completaran.

El macrociclo, de una duración de 6 semanas (Franchini & Herrera-Valenzuela, 2021), se dividió en dos mesociclos de tres semanas cada uno (Ver Tablas 1 y 2). Durante el primer mesociclo se utilizaron ejercicios bajo los métodos de estiramiento dinámico y estático. Al pasar al segundo mesociclo se mantuvieron los trabajos dinámicos, pero con el objetivo de incrementar la intensidad de los trabajos los ejercicios estáticos pasaron a desarrollarse bajo la modalidad FNP en sus dos variantes: tensión-relajación agonista y tensión-relajación antagonista (Franchini & Herrera-Valenzuela, 2021; Hohmann et al., 2005; Kim, 2006; McAtee & Charland, 2010; Peck et al., 2014; Weineck, 2005).

Tabla 1

1er Mesociclo

Nº	Ejercicio	Método	MICROCICLO 1		MICROCICLO 2		MICROCICLO 3	
			Reps/Seg	Series	Reps/Seg	Series	Reps/Seg	Series
1	Rotaciones de tobillos	Dinámico	12c/l	3	12c/l	4	15c/l	4
2	Dorsiflexión de tobillos	Estático	20"	3	30"	3	30"	4
3	Flexión plantar	Estático	20"	3	30"	3	30"	4
4	Circunducciones de hombros con banda elástica	Dinámico	12c/l	3	15c/l	4	15c/l	4
5	Rotación interna de hombros	Estático	20"	3	30"	3	30"	4
6	Rotación externa de hombros	Estático	20"	3	30"	3	30"	4
7	Abducción posterior de hombros	Estático	20"	3	30"	3	30"	4
8	Aducción posterior de hombros	Estático	20"	3	30"	3	30"	4
9	Rotaciones de muñecas	Dinámico	12c/l	3	12c/l	4	15c/l	4
10	Flexión de muñecas	Estático	20"	3	30"	3	30"	4
11	Extensión de muñeca	Estático	20"	3	30"	3	30"	4

Nota: modelo del primer mesociclo de la periodización del entrenamiento de Flexibilidad.

Tabla 2

2do Mesociclo

N°	Ejercicio	Método	MICROCICLO 1		MICROCICLO 2		MICROCICLO 3	
			Reps	Series	Reps	Series	Reps	Series
1	Rotaciones de tobillos	Dinámico	15c/1	4	15c/1	4	20c/1	4
2	Dorsiflexión de tobillos	FNP agonista	5"x20"	1	5"x20"	2	5"x20"	3
	Flexión plantar	FNP antagon	5"x20"	1	5"x20"	2	5"x20"	3
3	Circunducciones de hombros con banda elástica	FNP agonista	5"x20"	1	5"x20"	2	5"x20"	3
	Rotación interna de hombros	FNP antagon	5"x20"	1	5"x20"	2	5"x20"	3
4	Rotación externa de hombros	Dinámico	15c/1	4	15c/1	4	20c/1	4
5	Abducción posterior de hombros	FNP agonista	5"x20"	1	5"x20"	2	5"x20"	3
	Aducción posterior de hombros	FNP antagon	5"x20"	1	5"x20"	2	5"x20"	3
6	Rotaciones de muñecas	FNP agonista	5"x20"	1	5"x20"	2	5"x20"	3
	Flexión de muñecas	FNP antagon	5"x20"	1	5"x20"	2	5"x20"	3
7	Extensión de muñeca	FNP agonista	5"x20"	1	5"x20"	2	5"x20"	3
	Rotaciones de tobillos	FNP antagon	5"x20"	1	5"x20"	2	5"x20"	3
8	Dorsiflexión de tobillos	FNP agonista	5"x20"	1	5"x20"	2	5"x20"	3
	Flexión plantar	FNP antagon	5"x20"	1	5"x20"	2	5"x20"	3
9	Circunducciones de hombros con banda elástica	Dinámico	15c/1	4	15c/1	4	20c/1	4
10	Rotación interna de hombros	FNP agonista	5"x20"	1	5"x20"	2	5"x20"	3
	Rotación externa de hombros	FNP antagon	5"x20"	1	5"x20"	2	5"x20"	3
11	Abducción posterior de hombros	FNP agonista	5"x20"	1	5"x20"	2	5"x20"	3
		FNP antagon	5"x20"	4	5"x20"	2	5"x20"	3

Nota: modelo del segundo mesociclo de la periodización del entrenamiento de Flexibilidad.

Evaluación final

Para un apropiado control de la intensidad de los ejercicios, se les solicitó a los deportistas que alcanzaran niveles de dolor moderados durante su ejecución (Ver Figura 3), equivalentes a 5-6 puntos en una escala de esfuerzo percibido (Apostopoulos, 2015).

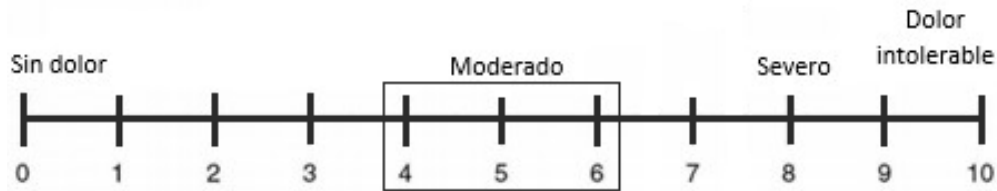


Figura 3. Escala de esfuerzo percibido.

Nota: nivel de dolor al que deben apuntar los deportistas (4 a 6) cuando realicen los ejercicios de Flexibilidad.

Una vez completadas las seis semanas de periodización, los atletas fueron citados nuevamente siguiendo los mismos criterios que se establecieron para la evaluación inicial: horario matutino y previo al desarrollo de sus entrenamientos.

Se evaluaron los veinte movimientos articulares correspondientes al protocolo Flexitest y también la Velocidad de ejecución de los golpes rectos.

Análisis Estadístico

Las variables categóricas se informaron como número de presentación y porcentaje. Las variables continuas que asumieron una distribución normal se reportaron como media y desvío estándar (DE). De lo contrario, se utilizó la mediana y rango intercuartílico (RIQ). Para determinar la distribución muestral de las variables continuas se utilizaron pruebas estadísticas (prueba de Shapiro-Wilk) y métodos gráficos (histogramas y cuantil-cuantil).

Se exploraron los cambios pre y post implementación del programa de flexibilidad mediante el uso de pruebas estadísticas de inferencia estadística. Para ello, se utilizó la prueba t de Student para muestras pareadas o la prueba de los rangos con signo de Wilcoxon.

Por otro lado, se evaluó la fuerza de asociación entre los cambios en la Flexibilidad y los cambios en la producción de Velocidad en golpes de puño rectos. Para este objetivo, se utilizó el coeficiente de correlación r de Pearson o el coeficiente de correlación rho de Spearman, según correspondiera. La magnitud de la correlación se consideró muy alta (0.9 a 1.0), alta (0.7 a 0.89), moderada (0.5 a 0.69), baja (0.3 a 0.49) y nula (< 0.3) (Mukaka 2012). Se consideró significativo un p valor <0,05. Para el análisis de los datos se utilizó el software IBM SPSS Macintosh, versión 24.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA).

Resultados

Flexibilidad

Al inicio, la mediana del puntaje total en el flexindex fue de 46.5 (RIQ 40.75 - 52) puntos, con un mínimo y máximo de 36 y 56 puntos, respectivamente (figura 4). Luego del programa de entrenamiento la mediana en el flexindex fue de 54 (RIQ 50.75 - 58.25) puntos.

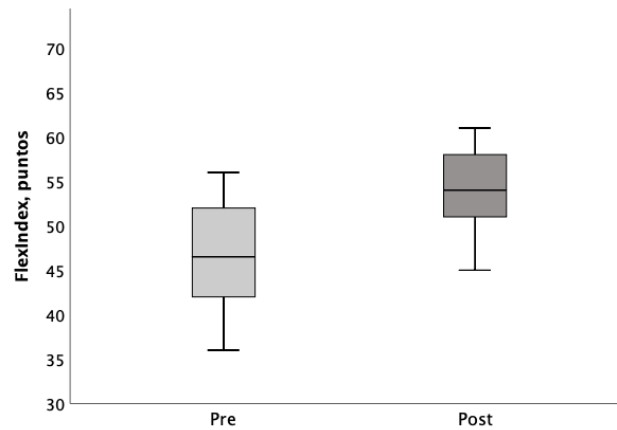


Figura 4. Diagrama de cajas para la variable flexindex pre y post entrenamientos.

Al determinar los cambios entre el inicio y fin del programa se observó una media de diferencias de 7.9 (DE 5.28) puntos, con un mínimo de 1 y un máximo de 15 puntos. Estas diferencias resultaron estadísticamente significativas ($p=0.001$). En la figura 5 se presentan los puntajes individuales en la variable flexindex pre y post programa.

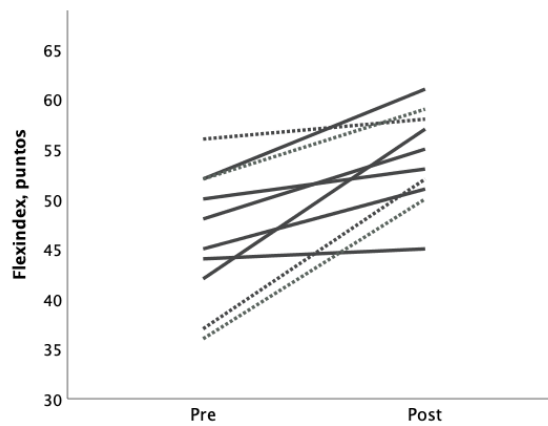


Figura 5. Puntajes individuales en la variable flexindex pre y post entrenamientos.

Nota: el deporte de los participantes se representa con líneas continuas (Boxeo) y punteadas (Muay Thai).

En la tabla 3 se presentan las comparaciones pre y post programa de la flexibilidad de los diferentes movimientos evaluados.

Tabla 3

Comparación de la flexibilidad pre y post entrenamientos

Variables	Pre	Post	valor p
Dorsiflexión de tobillo	2 (1.75 - 2)	2 (2 - 3)	0.014
Flexión plantar de tobillo	2 (1 - 2)	3 (2 - 3)	0.008
Flexión de rodilla	3 (3 - 4)	3 (3 - 4)	0.56
Extensión de rodilla	2 (1.75 - 2)	2 (2 - 2)	0.32
Flexión de cadera	3 (2 - 3)	2.5 (2 - 3)	0.56
Extensión de cadera	3 (2 - 3)	3.5 (2 - 4)	0.014
Aducción de cadera	3 (3 - 3.25)	4 (3 - 4)	0.18
Abducción de cadera	3 (2.75 - 3)	3 (3 - 3)	0.32
Flexión de tronco	3 (2 - 3)	3 (3 - 3)	0.046
Extensión de tronco	2.5 (2 - 3.25)	3 (3 - 3.25)	0.034
Flexión lateral de tronco	3 (2 - 4)	3 (2.75 - 4)	0.48
Flexión de muñeca	2 (2 - 2)	2 (2 - 3)	0.083
Extensión de muñeca	2 (2 - 2)	2 (2 - 2.25)	0.32
Flexión de codo	3 (2 - 4)	3 (3 - 3.25)	0.41
Extensión de codo	2 (2 - 2)	2 (2 - 2)	0.99
Aducción posterior del hombro desde abducción a 180°	2.5 (1.75 - 3)	3 (2 - 4)	0.034
Aducción posterior o extensión de hombro	1 (1 - 2)	2 (1 - 2.25)	0.059
Extensión posterior de hombro	1 (0.75 - 2)	1 (1 - 2)	0.18
Rotación lateral de hombro con abducción de 90° y flexión de codo a 90°	1.5 (1 - 2)	2.5 (1.75 - 3)	0.024
Rotación medial de hombro con abducción de 90° y flexión de codo a 90°	2.5 (2 - 3.25)	4 (3 - 4)	0.014

Nota: n=10, todos los valores numéricos se expresan en mediana y rango intercuartílico (RIQ).

Rango de Movimiento

En la tabla 4 se presentan las comparaciones pre y post programa de flexibilidad para el ROM de los diferentes grupos articulares evaluados. Sólo se observaron diferencias estadísticamente significativas al comparar los valores en las articulaciones de tobillo y hombro ($p=0.006$ y $p=0.005$, respectivamente).

Tabla 4

Comparación del rango de movimiento pre y post entrenamientos

Variables	Pre	Post	valor p
Tobillo	1.75 (1.5 - 2)	2.5 (2.5 - 3)	0.006
Rodilla	2.5 (2 - 3)	2.5 (2.5 - 3)	0.41
Cadera	2.88 (2.31 - 3)	3.13 (2.69 - 3.5)	0.12
Tronco	2.5 (2 - 3.33)	3 (3 - 3.33)	0.06
Muñeca	2 (2 - 2.38)	2 (2 - 2.63)	0.32
Codo	2.5 (2 - 3)	2.5 (2.5 - 2.63)	0.41
Hombro	1.7 (1.2 - 2.5)	2.4 (1.95 - 2.85)	0.005

Nota: n=10, todos los valores numéricos se expresan en mediana y rango intercuartílico (RIQ).

En la figura 6 se representan las medianas de cada grupo articular evaluado pre y post programa de entrenamiento de la flexibilidad.

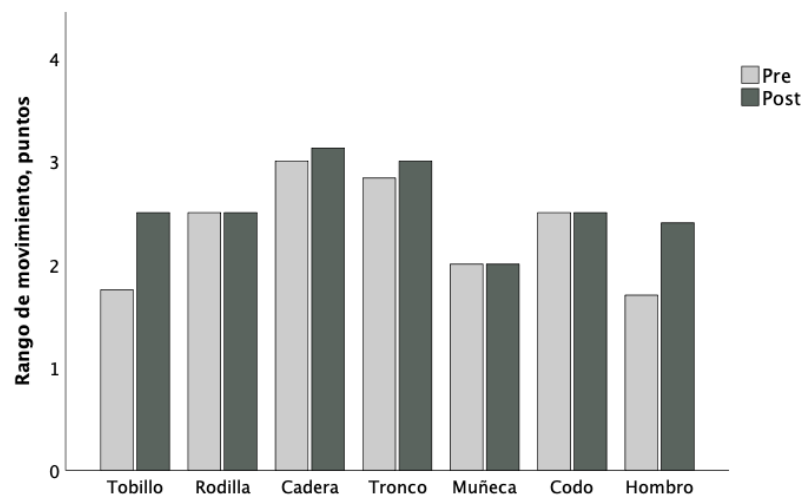


Figura 6. Rango de movimiento pre y post entrenamientos.

Nota: gráfico de barras de la variable rango de movimiento para los diferentes grupos articulares evaluados pre y post programa de entrenamiento.

Producción de Velocidad

En la tabla 5 se presentan las comparaciones en la Velocidad pre y post programa de Flexibilidad. No se observaron diferencias estadísticamente significativas en ninguno de los gestos evaluados.

Tabla 5

Comparación de la Velocidad pre y post programa de Flexibilidad

Variables	Pre	Post	Media de las diferencias	valor p
Jab (m/s)				
1	4.69 (0.7)	4.54 (0.6)	-0.15 (0.60)	0.45
1,2	4.13 (0.73)	4.32 (0.62)	0.19 (0.89)	0.52
1,2,3,4	5.43 (1.3)	5.88 (1.4)	0.46 (1.01)	0.18
Directo (m/s)				
1	5.41 (0.68)	5.82 (0.85)	0.41 (0.84)	0.16
1,2	4.48 (0.62)	4.67 (0.82)	0.19 (0.80)	0.47
1,2,3,4	5.06 (1.66)	5.12 (1.32)	0.06 (1.08)	0.86

Nota: todos los valores numéricos se expresan en media y desvío estándar (DE).

Correlación entre los cambios en la Flexibilidad y Velocidad

Para correlacionar el cambio en la variable Flexibilidad (flexindex) y los cambios en la producción de Velocidad de los diferentes gestos de golpes rectos (Jab y Directo, 1, 1,2 y 1,2,3,4) se utilizó el coeficiente de correlación rho de Spearman (Ver tabla 6). La fuerza de la asociación resultó baja al correlacionar la Flexibilidad y la producción de Velocidad de los gestos Jab 1, Directo 1 y Directo 1,2. La fuerza de la asociación resultó nula al correlacionar la Flexibilidad y la producción de Velocidad en los gestos *Jab* 1,2, *Jab* 1,2,3,4 y Directo 1,2,3,4 (tabla 6).

Tabla 6

Correlación entre los cambios en el flexindex y la Velocidad en Jab y Directo

	rho de Spearman	valor p
Jab (m/s)		
1	-0.426	0.22
1,2	-0.257	0.47
1,2,3,4	-0.120	0.74
Directo (m/s)		
1	-0.363	0.30
1,2	-0.309	0.38
1,2,3,4	-0.171	0.64

Nota: todos los valores numéricos se expresan en media y desvío estándar (DE).

Discusión y conclusiones

Discusión

En diversas investigaciones se hace mención sobre los beneficios en el rendimiento de distintos gestos tras la implementación de programas para la mejora de la Flexibilidad (Del Río Valdivia et al., 2015; Hunter & Marshall, 2001; Kokkonen et al., 2007 y 2010), pero en ninguno de los casos se han evaluado parámetros específicos de los gestos del golpeo en deportes de combate. Por este motivo, en el presente estudio se ha indagado sobre la relación entre mejoras de Flexibilidad y las producciones de Velocidad de los golpes de puño rectos.

A pesar de que en el desarrollo del programa de intervención se llevaron a cabo ejercicios de Flexibilidad bajo el método FNP, en contraposición a los resultados evidenciados en el trabajo de investigación de Rees et al. (2007), esto no parecería haber tenido un impacto directo sobre la producción de Fuerza de los gestos evaluados. Si bien se ha considerado que la Velocidad de ejecución de los golpes de puño influye sobre la Fuerza y Potencia desarrolladas (Mack et al., 2010; Tiwari et al., 2020), el uso de un dispositivo que midiera específicamente estas últimas variables, como el empleado por Dunn et al. (2019) en su investigación el cual contó con una celda de carga para medir la Fuerza aplicada, habría sido de gran utilidad con el fin de obtener una mayor cantidad de datos sobre el rendimiento de los gestos específicos evaluados.

El análisis de los resultados de la presente investigación arrojó una considerable mejora en los niveles del flexindex. Siendo este un indicador de la Flexibilidad de los

sujetos a nivel global (Araujo, 2008), puede vislumbrarse un impacto positivo sobre esta capacidad. De momento que no se ha podido evidenciar una mejora en las producciones de Velocidad de los golpes rectos, esto impide la posibilidad de proponer que existe algún impacto positivo sobre el CEA a partir del aumento en los niveles de Flexibilidad como plantean algunos autores (Gleim & McHugh, 1997; Kim, 2006; Medeiros & Lima, 2017; Rodríguez Casallas & Gracia Díaz, 2015; Weineck, 2005).

Tomando en cuenta que el programa de Periodización para el entrenamiento de la Flexibilidad de 6 semanas de duración aplicado sobre atletas de Boxeo y Muay Thai, arrojó mejoras estadísticamente significativas sobre los ROM de las articulaciones de hombros y tobillos de los participantes, esto podría servir como referencia para su utilización en poblaciones similares de deportistas con los que se busque optimizar esta capacidad. Además, esta Periodización se encuentra alineada con las propuestas de investigadores como Lima et al. (2019), quienes mencionaron la importancia de la sistematización para obtener resultados positivos.

Cabe destacar que aunque la periodización del entrenamiento de la Flexibilidad sólo contempló el trabajo sobre las zonas de hombro, muñeca y tobillo, la comparación de los ROM pasivos pre y post entrenamientos también arrojó mejoras sobre las zonas del tronco y cadera, pudiendo esto ser atribuido al efecto que tiene la interconexión de los músculos a través de las cadenas cinéticas de movimiento (McAtee & Charland, 2010). Esto podría promover un funcionamiento más eficiente de los distintos segmentos corporales durante la realización de los gestos deportivos, por lo que sería propicio considerar el análisis de su relación con la incidencia de lesiones.

Pese a que no se haya podido establecer una relación entre las mejoras en los niveles de Flexibilidad y la Velocidad en los gestos específicos, los hallazgos de investigaciones que han relacionado positivamente estas dos variables vuelven necesario que se indague más sobre esta posible asociación en deportistas de golpeo. Para ello, se requiere abandonar los estereotipos infundados por la tradicionalidad generada tras miles de años de historia en estos deportes (Balmaseda, 2009; Trial & Wu, 2013), y la apertura por parte de los entrenadores para fomentar este tipo de trabajos de investigación.

Conclusiones

A la luz de los resultados de la presente investigación, se ha podido indagar sobre el efecto de la implementación de un programa de Flexibilidad sobre los ROM articulares y la Velocidad de ejecución de los golpes rectos en una muestra de diez atletas de Boxeo y Muay Thai.

Tras la evaluación de la Flexibilidad a partir del método Flexitest en 20 movimientos articulares de forma pasiva, y habiendo evidenciado los niveles más bajos de esta capacidad en hombros, muñecas y tobillos, se llevó a cabo un programa de periodización de 6 semanas para su mejora.

Al determinar los cambios entre el inicio y fin del programa se observó una diferencia estadísticamente significativa en los niveles de Flexibilidad global (flexindex) de los participantes.

Con respecto a los grupos articulares en los que se determinaron cambios en los ROM, sólo se observaron diferencias estadísticamente significativas al comparar los valores en las articulaciones de tobillo y hombro, demostrando que las muñecas no siguieron el mismo trazado.

Finalmente, no se observaron diferencias estadísticamente significativas en las producciones de Velocidad en ninguno de los gestos evaluados. La fuerza de la asociación entre los cambios en los niveles de Flexibilidad y las producciones de Velocidad de los gestos de golpeo resultó baja al correlacionar los golpes aislados Jab (1) y Directo (2), y el Directo lanzando 1,2. La fuerza de la asociación resultó nula al correlacionar la Flexibilidad y la producción de Velocidad en los gestos de Jab lanzando 1,2 y 1,2,3,4 y el golpe Directo lanzando 1,2,3,4. Estos resultados impiden generar cualquier tipo de asociación entre las mejoras obtenidas en la Flexibilidad y las producciones de Velocidad de los golpes de puño rectos.

Debido a que la muestra de participantes fue pequeña esto ha generado dos limitaciones al estudio: la imposibilidad de contar con un grupo control y su respectiva aleatorización.

Por otra parte, el trabajo con deportistas que se encuentran cursando el calendario competitivo genera una dificultad para la proyección longitudinal de una investigación, debido a que en muchos casos las cargas de entrenamiento deben ser modificadas al acercarse una competencia, interfiriendo con el desarrollo del trabajo.

Futuras investigaciones deberían considerar la evaluación de otras variables de rendimiento en estos atletas, como pueden ser la aplicación de Fuerza de golpeo, agilidad y resistencia, así como también de otros golpes (*cross*, *uppercut* y patadas para el caso del Muay Thai). Además, el trabajo con un grupo control y una muestra aleatorizada permitiría concluir con mayor robustez sobre la evidencia de los resultados obtenidos en la investigación.

Referencias

- Apostopoulos, N., Metsios, G. S., Flouris, A. D., Koutedakis, Y., & Wyon, M. A. (2015). The relevance of stretch Intensity and position – a systematic review. *Frontiers in Psychology*, 6(1128). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01128>
- Araujo, C. G. (2005). *Flexitest. El método de evaluación de la flexibilidad*. Paidotribo.
- Araujo, C. G. (2008). Flexibility assessment: Normative values for flexitest from 5 to 91 years of age. *Arquivos brasileiros de cardiologia*, 90, 257-263. <https://doi.org/10.1590/s0066-782x2008000400008>
- Balmaseda, M. (2009). *Escuela Cubana de Boxeo. Su enseñanza y preparación técnica*. Wanceulen.
- Basar, S., Duzgun, I., Guzel, N. A., Cicioglu, I., & Celik, B. (2014). Differences in Strength, flexibility and stability in freestyle and Greco-Roman wrestlers. *Journal of back and musculoskeletal rehabilitation*, 27(3), 321-330. <https://doi.org/10.3233/BMR-130451>
- Braganca de Viana, M. M., Bastos de Andrade, A., Salguero del Valle, A., & González Boto, R. (2008). Flexibilidad: conceptos y generalidades. *EFDeportes Revista Digital*. <https://www.efdeportes.com/efd116/flexibilidad-conceptos-y-generalidades.htm>
- Chaabene, H., Behm, D. G., Negra, Y., & Granacher, U. (2019). Acute effects of static stretching on muscle strength and power: an attempt to clarify previous caveats. *Frontiers in Physiology*, 10(1468). <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.01468>

- Cheraghi, M., Alinejad, H. A., Archi, A. R., & Shirzad, E. (2014). Kinematics of Straight Right Punch in Boxing. *Annals of Applied Sport Science*, 2(2), 39-50. <https://doi.org/10.18869/ACADPUB.AASSJOURNAL.2.2.39>
- Copoví Lanusse, R. (2015). Análisis del volumen de entrenamiento pliométrico para la mejora del salto. Apunts. *Educación Física y Deportes*, 120, 43,51. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2015/2\).120.06](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2015/2).120.06)
- Del Río Valdivia, J. E., Flores Moreno, P. J., González, J. B., Barajas Pineda, L. T., Medina Valencia, R. T., & Gómez Gómez, E. (2015). Efectos de un programa de flexibilidad en el desarrollo de la fuerza muscular en jugadoras de futbol femenil. *Educación Física y Ciencia*, 17(2). <http://www.efyc.fahce.unlp.edu.ar/article/view/EFyCv17n02a06>
- Dunn, E. C., Humberstone, C. E., Iredale, K. F., & Blazeovich, A. J. (2019). A damaging punch: Assessment and application of a method to quantify punch performance. *Translational Sports Medicine*, 2, 146– 152. <https://doi.org/10.1002/tsm2.71>
- El-Ashker, S. (2018). The impact of a boxing training program on physical fitness and technical performance effectiveness. *Journal of Physical Education and Sport*, 18(2), 926-932. <https://doi.org/10.7752/jpes.2018.02137>
- Farinatti, P., Rubini, E., Silva, E., & Vanfraechem, J. (2014). Flexibility of the Elderly after One-Year Practice of Yoga y Calistenia. *International Journal of Yoga Therapy*, 24(1), 71-77. <https://doi.org/10.17761/ijyt.24.1.5003007856u32q52>
- Franchini, E., & Herrera-Valenzuela, T. (2021). Developing flexibility for combat sports athletes. *Revista de Artes Marciales Asiáticas*, 16(1). <https://doi.org/10.18002/rama.v16i1s.7005>
- Gleim, G. W., & McHugh, M. P. (1997). Flexibility and Its Effects on Sports Injury and Performance. *Sports Medicine*, 24(59), 289-299. <https://doi.org/10.2165/00007256-199724050-00001>
- Hohmann, A., Lames, M., & Letzeier, M. (2005). Introducción a la Ciencia del Entrenamiento. Paidotribo.
- Hunter, J. P., & Marshall, R. N. (2002). Effects of power and flexibility training on vertical jump technique. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(3), 478-86. <https://doi.org/10.1097/00005768-200203000-00015>.
- Kokkonen, J., Nelson, A. G., Eldredge, C., & Winchester, J. B. (2007). Chronic Static Stretching Improves Exercise Performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(10), 1825-1831. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e3181238a2b>.
- Kokkonen, J., Nelson, A. G., Tarawhiti, T., Buckingham, P., & Jason, B. (2010). Early-Phase Resistance Training Strength Gains in Novice Lifters Are Enhanced by Doing Static Stretching. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(2), 502-506. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181c06ca0>
- Leite, T. B., Costa, P. B., Leite, R. D., Novaes, J. S., Fleck, S. J., & Simao, R. (2017). Effects of Different Number of Sets of Resistance Training on Flexibility. *International Journal of Exercise Science*, 10(3), 354-364. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28966703>
- Lenka, P. K., & Shah, V. B. (2019). A Comparative study of Agility, Flexibility and Explosive power of National level Player of Karate, Boxing and Taekwondo. *International Journal of Health, Physical Education and Computer Science in*

Sports, 35(1), 152-154.
<https://www.journalofsports.com/archives/2019/vol4/issue1/4-1-54>

- Lima, C. D., Brown, L. E., Li, Y., Herat, N., & Behm, D. (2019). Periodized versus Non-periodized Stretch Training on Gymnasts Flexibility and Performance. *International Journal of Sports Medicine*, 40, 779-788. <https://doi.org/10.1055/a-0942-7571>
- Lima, P.O., Lima A. A., Coelho, A. C., Lima, Y. L., Almeida, G. P., Bezerra, M. A., & de Oliveira, R. R. (2017). Biomechanical Differences in Brazilian Jiu-Jitsu Athletes: The Role of Combat Style. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 12(1), 67-74. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28217417>
- López, I., Cirer-Sastre, R., Los Arcos López de Pariza, J., Corbi, F., Calleja Gonzalez, J. y Sitko, S. (2020). Concurrent validity and reliability of an accelerometer to assess punching velocity in boxers. *Gazzetta medica italiana*. https://www.researchgate.net/publication/342231155_Concurrent_validity_and_reliability_of_an_accelerometer_to_assess_punching_velocity_in_boxers
- Mack, J., Stojasih, S., Sherman, D., Dau, N., & Bir, C. (2010). Amateur boxer biomechanics and punch force. *ISBS - Conference Proceedings Archive*. <https://ojs.ub.uni-konstanz.de/cpa/article/view/4491>
- Marinho, B. F., Del Vecchio, F. B., & Franchini, E. (2011). Condición Física y Perfil Antropométrico de Atletas de Artes Marciales Mixtas. *Revista de Artes Marciales Asiáticas*, 6(2), 7-18. <https://doi.org/10.18002/rama.v6i2.4>
- McAtee R., & Charland, J. (2010). *Estiramientos Facilitados*. Panamericana.
- Medeiros, D. M., & Lima, C. S. (2017). Influence of chronic stretching on muscle performance: systematic review. *Human Movement Science*, 54, 220-229. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2017.05.006>
- Montealegre Suárez, D. P., & Vidarte Claros, J. A. (2019). Perfil antropométrico, somatotipo y condición física de niños patinadores de Neiva. *Acciónmotriz*, 22, 43-50. <https://accionmotriz.com/index.php/accionmotriz/article/view/129>
- Omcirk, D., Vetrovsky, T., Padecky, J., Vanbell, S., Malecek, J., & Tufano, J. J. (2021). Punch trackers: correct recognition depends on punch type and training experience. *Sensors*, 21(2968). <https://doi.org/10.3390/s21092968>
- Peck, E., Chomko, G., Gaz, D. V., & Farrell, A. M. (2014). The Effects of Stretching on Performance. *Current Sports Medicine Reports*, 13(3), 179-85. <https://doi.org/10.1249/JSR.0000000000000052>
- Piorkowski, B. A., Lees, A., & Barton, G. (2011). Single maximal versus combination punch kinematics. *Sports Biomechanics*, 10(1), 1-11. <https://doi.org/10.1080/14763141.2010.547590>
- Rees, S. S., Murphy, A. J., Watsford, M. L., McLachlan, K. A., & Coutts, A. J. (2007). Effects of Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Stretching on Stiffness and Force-Producing Characteristics of the Ankle in Active Women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(2), 572-577. <https://doi.org/10.1519/R-20175.1>
- Roa López, I. B. (2009). Índice de Flexibilidad en Deportistas de Rendimiento de la Ciudad de Bogotá. *Umbral Científico*, 15, 34-39. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30415144005>

- Rodríguez Casallas, J. I., & Gracia Díaz, A. J. (2015). Evaluación del método Flexitest en los niños y niñas de la escuela de ciclismo de Cajicá – categoría pre infantil e infantil. *Actividad Física y Deporte*, 1(2). <https://revistas.udca.edu.co/index.php/rdafd/article/view/309>
- Sánchez-Sánchez, J., Pérez, A., Boada, P., García, M., Moreno, C. y Carretero, M. (2014). Estudio de la flexibilidad de luchadores de kickboxing de nivel internacional. *Archivos de Medicina del Deporte*, 31(2), 85-91. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:159902475>
- Saraiva, A. R., Reis, V. M., Costa, P. B., Bentes, C. M., Costa e Silva, G. V., & Novaes, J. S. (2014). Chronic effects of different resistance training exercise orders on flexibility in elite judo athletes. *Journal of Human Kinetics*, 40, 129-137. <https://doi.org/10.2478/hukin-2014-0015>
- Schwartz, J., Takito, M. Y., Del Vecchio, F. B., Antonietti, L. S., & Franchini, E. (2015). Health-related physical fitness in martial arts and combat sports practitioners. *Sport Sciences for Health*, 11, 171-180. <https://doi.org/10.1007/s11332-015-0220-6>
- Shrier, I. (2004). Does stretching improve performance? A systematic and critical review of the literature. *Clinical Journal of Sports Medicine*, 14(5). <https://doi.org/10.1097/00042752-200409000-00004>
- Slimani, M., Chaabene, H., Davis, P., Franchini, E., Cheouer, F., & Chamari, K. (2016). Performance Aspects and Physiological Responses in Male Amateur Boxing Competitions: A Brief Review. *Journal of Strength and Conditioning*, 31(4), 1132-1141. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:19859722>
- Tiwari, A. K., Pandey, A. S., Dhillon, M. S., & Badhyal, S. (2020). Design and Development of a Device for Performance Analysis and Injury Prevention in Boxing. *Journal of Postgraduate Medicine Education and Research*, 54(4), 231–235. <https://www.jpmer.com/doi/JPMER/pdf/10.5005/jp-journals-10028-1401>
- Trial W., & Wu, T. (2013). A kinematic analysis of the Thai boxing clinch. *Advances in Biomechanics and Applications*, 1(1), 057-066. <https://doi.org/10.12989/aba.2013.1.1.057>
- Weineck, J. (2005). Entrenamiento Total. Paidotribo.
- Wongputthichai, P., & Ketchatturat, J. (2017). The Effect of Applied Plyometric Training Program on Anthropometry, Muscle Strength Test and Flexibility Test in Male Thai Boxing Athletes. *KKU Research Journal*, 17(3). <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:114097352>

Fecha de recepción: 20/01/2022

Fecha de revisión: 18/03/2022

Fecha de aceptación: 28/04/2022