

Cita: Guzmán-Cortés, J.A; Bernal, J & Villalva, A.F. (2023). Diferencias en el funcionamiento ejecutivo en boxeadores universitarios amateurs con distintos niveles de experiencia y categoría de peso. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 23(1), 206-218

Diferencias en el funcionamiento ejecutivo en boxeadores universitarios amateurs con distintos niveles de experiencia y categoría de peso

Differences in executive functioning in amateur college boxers with different levels of experience and weight category

Diferenças no funcionamento executivo em boxeadores universitários amadores com diferentes níveis de experiência e classes de peso.

Guzmán-Cortés, Jorge Alberto¹, Bernal, Jorge², Villalva, Ángel Fernando,³Guerrero, Vicente⁴

¹Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Hidalgo, México; ²Universidad Nacional Autónoma de México, México; ³Neuro INC, México, ⁴Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía, CDMX, México.

RESUMEN

El boxeo es un deporte popular que implica golpes repetitivos a la cabeza, los cuales podrían producir alteraciones en el funcionamiento cerebral. Aunque existe evidencia del daño cerebral causado por la práctica del boxeo a nivel profesional, permanece la controversia sobre los posibles riesgos en el boxeo aficionado. El objetivo del presente estudio fue analizar si existen diferencias en el funcionamiento ejecutivo en boxeadores universitarios amateurs en función de su nivel de experiencia en la práctica deportiva y su interacción con la categoría/peso. Método: Participaron 24 boxeadores mexicanos amateurs agrupados en novatos y experimentados y por su categoría de peso en ligero y medio. Se utilizó la Batería Neuropsicológica de Funciones Ejecutivas y Lóbulos Frontales BANFE-2 (Flores-Lázaro et al., 2014). Resultados: se realizó un MANOVA, los contrastes multivariados indican que hay diferencias en la interacción de las variables dependientes, de acuerdo con el nivel de experiencia $F(4,17) = 3.75$, $p = .023$, $\eta^2 = .469$, $1-\beta = .56$. En particular, las tareas en que se observan diferencias significativas son aquellas que evalúan el control inhibitorio (*stroop*) y la toma de decisiones de riesgo beneficio (juego de cartas), procesos que se encuentran asociados al funcionamiento de la corteza prefrontal orbito medial. Los hallazgos sugieren que la evaluación del funcionamiento ejecutivo puede ser una herramienta útil para evidenciar cambios funcionales en boxeadores amateur.

Palabras clave: Boxeo amateur, Conmoción cerebral, Daño cerebral traumático, Funciones Ejecutivas, Neuropsicología.

ABSTRACT

Boxing is a popular sport that involves repetitive blows to the head, which may cause disturbances in brain function. Although there is evidence of brain damage caused by professional boxing, controversy remains about the possible risks in amateur boxing. The aim of this study was to analyze whether there are differences in executive functioning in amateur college boxers based on their level of experience in sports practice and their interaction with category/weight. Method: 24 Mexican amateur boxers participated, grouped into novice and experienced and by their weight category (light and medium). The neuropsychological battery of executive functions and frontal lobes BANFE-2

Funcionamiento ejecutivo en boxeadores universitarios mexicanos

(Flores-Lázaro et al., 2014) was used. Results: a MANOVA was performed, the multivariate contrasts indicate that there are differences in the interaction of the dependent variables, according to the level of experience $F(4,17) = 3.75, p = .023, \eta^2 = .469, 1 - \beta = .56$. In particular, the tasks in which significant differences are observed are those that assess inhibitory control (stroop) and risk-benefit decision-making (card game), processes that are associated with the functioning of the orbito-medial prefrontal cortex. The findings suggest that the evaluation of executive functioning can be a useful tool to demonstrate functional changes in amateur boxers.

Keywords: Amateur boxing, Concussion, Traumatic brain injury, Executive functions, Neuropsychology.

RESUMO

O boxe é um esporte comum que envolve golpes repetitivos na cabeça dos atletas, o que pode causar distúrbios nas funções cerebrais. Embora hajam evidências de danos cerebrais causados pelo boxe profissional, a controvérsia permanece sobre os possíveis riscos no boxe amador. O objetivo do presente estudo foi analisar se existiam diferenças no funcionamento executivo de atletas de boxe amador universitários com base no nível de experiência, na prática esportiva e na interação com a categoria / peso. Método: participaram 24 boxeadores amadores, agrupados em novatos e experientes e por categoria de peso leve e médio. Foi utilizada a Bateria Neuropsicológica de Funções Executivas e Lobos Frontais BANFE-2 (Flores-Lázaro et al., 2014). Resultados: foi feita uma MANOVA, os contrastes multivariados indicaram que existiram diferenças na interação das variáveis dependentes, de acordo com o nível de experiência $F(4,17) = 3.75, p = .023, \eta^2 = .469, 1 - \beta = .56$. Em particular, as tarefas em que se observaram diferenças são aquelas que avaliam o controle inibitório (stroop) e a tomada de decisão risco-benefício (jogo de cartas), processos que estão associados ao funcionamento do córtex pré-frontal órbito-medial. Os resultados sugerem que a avaliação do funcionamento executivo pode ser uma ferramenta útil para demonstrar mudanças funcionais em pessoas que praticam o boxe amador.

Palavras chave: Boxe amador, Concussão, Traumatismo cranioencefálico, Funções executivas, Neuropsicologia.

INTRODUCCIÓN

El box es un deporte que desde su origen hasta nuestros días, ha mostrado modificaciones en su reglamento con el objetivo de evitar el mayor daño posible a los boxeadores (Davis et al., 2018; Lerena, 2020). Sin embargo, a pesar de la antigüedad del deporte, no es sino hasta hace algunas décadas que se comienza a sospechar de los riesgos que puede tener su práctica, para producir daño cerebral y en consecuencia alteraciones en su funcionamiento (Bianco et al., 2013). Estudios longitudinales han señalado que existe un mayor riesgo de sufrir una lesión en la cabeza respecto a otros deportes de contacto (89.9%), siendo estas en su mayoría conmociones cerebrales (McCrory 2007; Zazryn et al., 2008).

A pesar de la evidencia del daño cerebral causado por el boxeo profesional (Aviv et al., 2010; Banks et al., 2014a; Hart et al., 2012; Zhang et al., 2003), sigue existiendo controversia sobre los posibles riesgos de

lesión cerebral en el boxeo amateur. Se sabe, por estudios de resonancia magnética, que los boxeadores aficionados también muestran daños estructurales a nivel cerebral, producto de los múltiples golpes en la cabeza (Covassin et al., 2008; Hähnel et al., 2008; Loosemore et al., 2007; Muravskiy et al., 2019). No obstante, estos cambios se dan en una menor proporción, posiblemente debido a que los combates son de menor duración, que tienen menor número de rounds, diferencias en el peso de los guantes y a menor exposición de golpes en la cabeza, entre otros.

Algunos trabajos en esta área describen daños cerebrales debido a la práctica de box amateur, en diseños retrospectivos o estudios de caso, señalando cambios cerebrales macroestructurales en boxeadores retirados (Clausen et al., 2005; Tanriverdi et al., 2008; Zazryn et al., 2009). Del mismo modo, se ha reportado daño axonal difuso debido a la súbita aceleración y desaceleración de la cabeza producida por el impacto

de los golpes en los entrenamientos y los combates (Hähnel et al., 2008 Herweh et al., 2016).

No obstante, respecto a los cambios cognoscitivos asociados a la práctica del boxeo aficionado existe controversia. Algunos estudios señalan que hay evidencia de disfunción en procesos cognitivos: atención, memoria de trabajo y tiempos de reacción (Hart et al., 2017; Roozbahani, 2015; Warden et al., 2001), por el contrario, otros estudios señalan que no existen alteraciones neuropsicológicas en tareas que evalúan la atención sostenida, atención selectiva, memoria, resolución de problemas y tiempos de reacción (Khani et al., 2012; Lesiakowski et al., 2013; Stojshih et al., 2010). Es posible que estas contradicciones puedan deberse a varios factores entre los que se encuentran el hecho de que las disfunciones no son detectables con los instrumentos utilizados, a que los estudios no se han centrado en procesos cognitivos que pudiesen estar comprometidos, como es el caso de las Funciones Ejecutivas (FE), a que no se ha controlado algunas variable como el tiempo de práctica del boxeo, el peso, edad de los boxeadores, y otros factores que se sabe son protectores contra el daño cerebral como es el nivel educativo.

Si se toma en consideración que la mayoría de los impactos en esta disciplina ocurren en las zonas frontales de la cabeza (Pic-Aguilar et al, 2016), sería importante evaluar los procesos neuropsicológicos que dependen del funcionamiento de la corteza prefrontal. Las FE son procesos cognitivos interrelacionados responsables de la monitorización y regulación de la conducta, asociadas anatómicamente con la Corteza Pre Frontal (CPF) (Zelazo et al., 2003). Aunque no existe un acuerdo en cuanto a su definición, una característica esencial de estos procesos cognitivos es su relación con la capacidad para manejar cognición, comportamiento, emociones y dirigir la respuesta hacia metas establecidas (Malloy-Diniz et al., 2017). Tradicionalmente, se han utilizado pruebas neuropsicológicas para evaluar el desempeño ejecutivo en pacientes con lesiones en la CPF, permitiendo establecer una relación entre las

alteraciones anatómicas y un bajo rendimiento en la ejecución de estas tareas (Szczepanski y Knight, 2014).

La evaluación neuropsicológica de las FE continúa siendo un reto. La diversidad y complejidad de estos procesos imponen un importante desafío a los investigadores y profesionales, el presente trabajo toma como punto de partida la propuesta integradora que realiza (Flores-Lázaro et al., 2008; Flores-Lázaro y Ostrosky-Solís, 2008; Flores-Lázaro y Ostrosky-Solís, 2012) y la cual se basa en cuatro aspectos principales: a) División de procesos y sistemas dentro de la CPF (Stuss y Levine, 2002). b) Correlato anatomo-funcional (Stuss y Alexander, 2000). c) Enfoque neuropsicológico clínico (validez y confiabilidad clínico-neuropsicológica) (Luria, 1986). d) Soporte de estudios experimentales de neuroimagen funcional.

El análisis de las FE en una población de boxeadores universitarios amateurs, y relacionarlo con su nivel de experiencia y categoría, tendría importantes implicaciones en los ámbitos de la investigación y la clínica, ya que posibilitaría un acercamiento a la obtención de un perfil cognitivo que pueda poner de manifiesto las perturbaciones en la función cerebral producidas por el boxeo.

El objetivo del presente estudio fue analizar si existen diferencias en el funcionamiento ejecutivo en boxeadores universitarios amateurs, en función de su nivel de experiencia en la práctica deportiva y su interacción con la categoría/peso. Se tiene la hipótesis de que, comparados con los boxeadores novatos, los boxeadores experimentados presenten peores ejecuciones en las pruebas de funcionamiento ejecutivo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Acorde con lo señalado por Ato et al. (2013), el presente estudio se trata de una investigación empírica, preexperimental, transversal, comparativo.

Participantes

Participaron 24 boxeadores mexicanos elegidos por conveniencia y agrupados por el nivel de experiencia

Funcionamiento ejecutivo en boxeadores universitarios mexicanos

(Novatos $N=12$ y Experimentados $N=12$) y la categoría de peso (Ligero $N=9$ y Medio $N=15$), la escolaridad promedio de los participantes era de 12 años. El criterio para decidir el nivel de experiencia fue, para el grupo de experimentados más de 24 meses en la práctica del deporte y participación en eventos competitivos locales y nacionales, mientras que para el grupo de novatos fue que llevarán menos de 12 meses practicando y sin experiencia competitiva. Asimismo, se tomó en consideración la opinión de los entrenadores. La categoría de peso fue asignada considerando la clasificación establecida por la Asociación Internacional de Boxeo Amateur: Ligero (< 63 kg) y medio (< 75 kg) (AIBA, 2019).

Los criterios de inclusión para los participantes del presente estudio fueron: practicantes de box amateur, con una práctica de mínimo ocho horas a la semana, sexo masculino, diestros, edad entre 18-24 años, escolaridad mínima de 12 años, hispanohablantes, tener vista y audición normal o corregida, sin indicadores de alteraciones en el estado mental. Los criterios de inclusión de edad y sexo se decidieron de la forma descrita debido a que al tratarse de estudiantes universitarios es el rango de edad más frecuente en esta etapa educativa y porque el número de mujeres universitarias que practica el box es bajo. Los criterios

de exclusión fueron: tener historial de consumo de drogas, consumo crónico de alcohol, presentar antecedentes de enfermedad neurológica o psiquiátrica.

Instrumentos

Para la evaluación Neuropsicológica se utilizó la Batería de Funciones Ejecutivas y Lóbulos Frontales BANFE-2 (Flores-Lázaro et al., 2014). La BANFE-2 cuenta con datos normativos en población mexicana, de acuerdo con edad y escolaridad. Consta de 15 pruebas que se agrupan de acuerdo con su relación con tres áreas neuroanatómicas: OrbitoMedial (OM), Dorsolateral (DL) y Prefrontal Anterior (PA) y proporciona un total de ejecución en la batería (TFE) (ver Tabla 1). Las puntuaciones normalizadas tienen una media de 100 y una desviación estándar de 15, la interpretación de la puntuación total, así como la de cada una de las áreas, permite clasificar la ejecución en: normal alto (> 116), normal (85-115), alteraciones leves a moderadas (70-84) y alteraciones severas (< 69). Cabe señalar que la BANFE-2, ha mostrado sensibilidad en la detección de alteraciones neuropsicológicas en practicantes de deportes de contacto (Orozco-Calderón y Ruz, 2019; Ortiz-Jiménez et al., 2020).

Tabla 1

Procesos Neuropsicológicos que evalúa la BANFE-2 (Tomado de Flores-Lázaro et al. 2008)

Metafunciones (PA)	<ul style="list-style-type: none"> · Metamemoria · Comprensión de sentido figurado · Actitud abstracta
Funciones Ejecutivas (DL)	<ul style="list-style-type: none"> · Fluidez verbal · Productividad · Flexibilidad mental · Planeación visoespacial
Memoria de trabajo (DL)	<ul style="list-style-type: none"> · Secuenciación inversa · Control de codificación · Memoria de trabajo visual autodirigida · Memoria de trabajo verbal ordenamiento · Memoria de trabajo visoespacial-secuencial
Funciones Básicas (OM)	<ul style="list-style-type: none"> · Control Inhibitorio · Seguimiento de reglas · Procesamiento riesgo beneficio

Procedimiento

Los participantes fueron reclutados de gimnasios universitarios de box de la Ciudad de México, se les explicó las características del estudio y firmaron una carta de consentimiento informado. El estudio se dividió en dos fases, la primera consistió en contestar un cuestionario de datos generales, cuestionario de antecedentes clínicos y valoración del estado mental, mediante la aplicación del *Mini Mental State Examination* MMSE (Folstein et al., 1975), tanto la entrevista clínica, como el MMSE fueron aplicadas por un neuropsicólogo clínico. Durante esta entrevista también se obtuvieron los datos que nos permitieron determinar si un participante cumplía o no con los criterios de inclusión. Este estudio se realizó de acuerdo con las recomendaciones de la declaración de Helsinki (*World Medical Association* [WMA], 2013) y fue aprobado por el comité de ética de la escuela superior de Actopan (ESac/003/2018).

En un segundo momento, aquellos que cumplieron con los criterios de inclusión-exclusión participaron en la siguiente fase, en la cual se aplicaron las pruebas neuropsicológicas. Las evaluaciones se llevaron a cabo en el laboratorio de neurometría de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala-Universidad Nacional Autónoma de México, un espacio libre de distractores, con adecuada ventilación e iluminación. Todas las sesiones se llevaron a cabo a la misma hora del día y fuera del periodo de exámenes departamentales. Es importante señalar que todos los participantes

obtuvieron una puntuación normal con relación a su edad y escolaridad en la BANFE-2.

Análisis estadístico

Los datos resultantes fueron capturados y analizados en el software estadístico Jamovi 1.2.25 (Jamovi Project, 2019), la potencia estadística y el tamaño del efecto fue calculado mediante el *software* G*Power (Faul et al., 2007).

RESULTADOS

Se utilizaron métodos estadísticos descriptivos e inferenciales para analizar los datos. Primero se realizó la prueba de *Shapiro-Wilks* para comprobar que la distribución de las variables era de tipo normal ($p > .05$), a continuación, se realizó un análisis multivariado de la varianza (MANOVA) para determinar si existen diferencias significativas entre los grupos en las distintas medidas de Funcionamiento Ejecutivo (OM, DL, PFA y TFE), como variables independientes se utilizó el nivel de experiencia (Novatos, Experimentados) y la categoría de peso (Ligero, Medio).

No se encontraron diferencias significativas entre los grupos en ninguna de las siguientes variables: Horas de práctica a la semana, número de *knockouts* y peso. No obstante, para la variable edad de inicio si existieron diferencias significativas a favor del grupo de experimentados (ver Tabla 2).

Tabla 2
Características de los participantes comparados por nivel de experiencia y categoría

Categoría			N	M	DE	t	p
Ligero	Edad del Sujeto	Experimentados	4	20.25	1.71	-1.25	.25
		Novatos	5	21.60	1.52		
	Edad de inicio	Experimentados	4	15.75	1.50	-5.12	.001**
		Novatos	5	20.60	1.34		
	Peso Kg	Experimentados	4	58.75	3.40	-.13	.90
		Novatos	5	59.00	2.24		
Horas de práctica a la semana	Experimentados	4	12.75	3.40	1.32	.23	
	Novatos	5	9.80	3.27			
Número de KO	Experimentados	4	.13	.35	.93	.37	
	Novatos	5	.00	.00			
Medio	Edad del Sujeto	Experimentados	8	21.63	3.46	-.76	.46
		Novatos	7	22.86	2.73		

Funcionamiento ejecutivo en boxeadores universitarios mexicanos

Edad de inicio	Experimentados	8	17.50	3.02	-3.02	.01**
	Novatos	7	21.86	2.48		
Peso Kg	Experimentados	8	72.63	1.92	2.05	.06
	Novatos	7	70.14	2.73		
Horas de práctica a la semana	Experimentados	8	11.38	2.56	-.83	.42
	Novatos	7	12.57	3.05		
Número de KO	Experimentados	8	.13	.35	.93	.37
	Novatos	7	.00	.00		

Nota. N = tamaño de la muestra, M = media de la muestra, DE = Desviación Estándar de la muestra, t = valor de la prueba t de student, p = valor de la significancia estadística.

Para conocer si existían diferencias significativas en las puntuaciones de las medidas del funcionamiento ejecutivo, dependiendo del nivel de experiencia, la categoría de peso, o la interacción de estos factores se realizó un análisis multivariado de varianza (MANOVA). Para el MANOVA, los contrastes multivariados obtenidos con la traza de Pillai indican que hay diferencias en la interacción de las variables dependientes, de acuerdo con el nivel de experiencia $F(4,17) = 3.75$, $p = .023$, el tamaño del efecto η^2

$= .469$ y la potencia estadística $1-\beta = .56$, pero no hay diferencias con la categoría de peso $p = .290$, ni con la interacción entre nivel de experiencia y categoría $p = .101$.

Los efectos Inter sujetos indican que hay diferencias en la Puntuación OM de acuerdo con el nivel de experiencia $F(1, 228.87) = 11.20$, $p = .003$, para las puntuaciones DL, PA y TFE no existen diferencias $p > .05$.

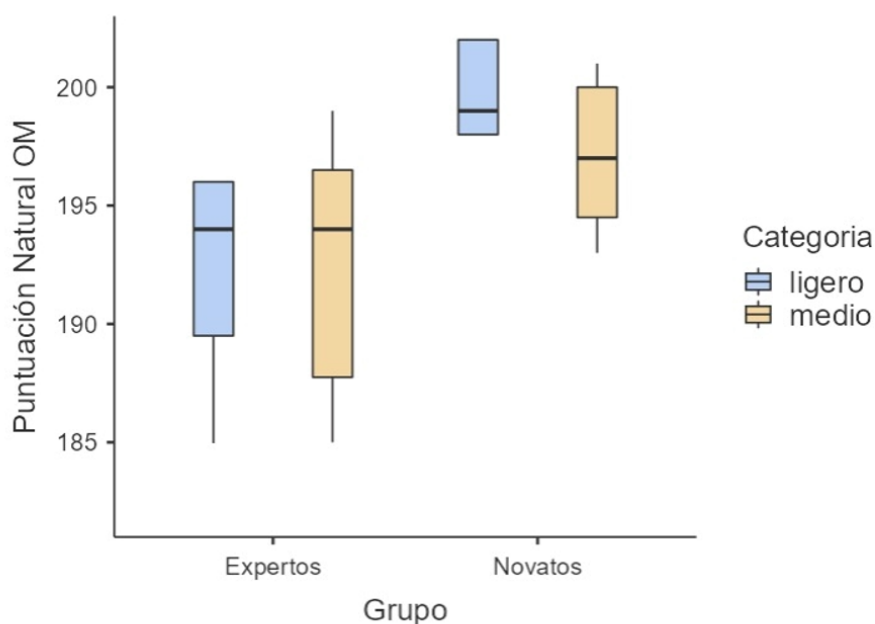


Figura 1. Puntuación Natural del Índice Orbito Medial, por nivel de experiencia y categoría.

Puntuación Natural del Índice Orbito Medial, por nivel de experiencia y categoría.

Asimismo, con la finalidad de verificar en que subpruebas de las que integran el índice OM difieren los grupos de novatos y experimentados (laberintos,

stroop A, juego de cartas, clasificación de cartas, *stroop* B), se realizó un análisis de *t* de *student* para muestras independientes, encontrándose diferencias significativas en errores *stroop* A, juego de cartas puntuación total y juego de cartas porcentaje de riesgo (ver Tabla 3).

Tabla 3
Estadísticos para las subpruebas de índice OM por nivel de experiencia

<i>Nivel de Experiencia</i>		<i>N</i>	<i>M</i>	<i>DE</i>	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>d</i>	<i>1-β</i>
Laberintos (Atravesar)	Experimentados	12	.17	.39	.60	.56	.26	.15
	Novatos	12	.08	.29				
Stroop A (Errores)	Experimentados	12	1.58	1.93	2.33	.04**	.94	.72
	Novatos	12	.25	.45				
Stroop A (Tiempo)	Experimentados	12	76.25	11.08	-1.73	.10	.70	.51
	Novatos	12	87.92	20.49				
Juego de Cartas (Puntuación Total)	Experimentados	12	21.08	12.80	-3.27	.01**	1.33	.93
	Novatos	12	40.75	16.38				
Juego de Cartas (% de Cartas de Riesgo)	Experimentados	12	32.76	11.04	2.86	.01**	1.16	.87
	Novatos	12	22.62	5.35				
Clasificación de Cartas (Errores de mantenimiento)	Experimentados	12	.92	.90	-.65	.53	.26	.15
	Novatos	12	1.25	1.54				
Stroop B (Tiempo)	Experimentados	12	63.75	7.29	-1.15	.88	.06	.16
	Novatos	12	64.33	11.07				
Stroop B (Errores)	Experimentados	12	1.33	1.87	1.17	.25	.48	.30
	Novatos	12	.58	1.16				

Nota. *N*= tamaño de la muestra, *M*= media de la muestra, *DE*= Desviación Estándar de la muestra, *t*= valor de la prueba *t* de *student*, *p*= valor de la significancia estadística, *d* = tamaño del efecto, *1-β*= potencia estadística.

DISCUSIÓN

El objetivo del presente estudio fue analizar si existen diferencias en las FE en boxeadores universitarios amateurs, en función de su nivel de experiencia en la práctica deportiva (Novatos-Experimentados) y su interacción con la categoría/peso (Ligero-Medio). Los resultados de la presente investigación mostraron diferencias en tareas que evalúan el control inhibitorio y toma decisiones riesgo-beneficio entre los boxeadores experimentados y los boxeadores novatos, favoreciendo a estos últimos. Estos procesos dependen de un adecuado funcionamiento de la región orbital y medial de la corteza prefrontal, por lo que cabría la

posibilidad de que los boxeadores experimentados presentaran algún daño en estas áreas como consecuencia de los golpes recibidos. Sin embargo, en este trabajo no se hizo ningún estudio de imagen cerebral por lo que es necesario confirmar esta posibilidad con otros trabajos en los que se realicen este tipo de estudios.

Durante esta investigación, se puso especial atención al efecto que podría tener la categoría de peso de los boxeadores, el tiempo que llevaban boxeando, la edad al momento del estudio. Asimismo, se controló una de las variables que se sabe es un factor protector para el daño cerebral como lo es el nivel de escolaridad

Funcionamiento ejecutivo en boxeadores universitarios mexicanos

(Banks et al, 2014b). Dado que la edad y el nivel de escolaridad de la muestra de boxeadores era similar y que el peso de los boxeadores no influyó de manera significativa en los resultados, se puede señalar, que la variable más importante a tomar en cuenta para prevenir un posible daño cerebral en el boxeo amateur, es el tiempo que llevan los boxeadores practicando esta actividad, pues a mayor tiempo en la práctica deportiva, mayor exposición a golpes repetitivos a la cabeza.

En la literatura existen algunos estudios que han evaluado las posibles alteraciones cognitivas en boxeadores aficionados, sin encontrar evidencia de déficits en estos deportistas. No obstante, en dichas investigaciones se han evaluado funciones cognitivas distintas a las evaluadas en el presente trabajo. Khani et al. (2012) evaluaron un grupo de 30 boxeadores experimentados, 30 boxeadores novatos y 30 corredores, mediante una prueba de atención sostenida, sin encontrar diferencias en la ejecución entre los grupos. Sin embargo, los autores señalan que los resultados pudieron estar influidos por un efecto de compensación a través de diferentes mecanismos de plasticidad cerebral en los boxeadores aficionados que impide se pongan en evidencia los déficits sufridos.

De igual manera, Lesiakowski et al. (2013), evaluaron la atención selectiva viso espacial en 15 boxeadores amateurs experimentados y 15 estudiantes no deportistas, sin encontrar diferencias en la ejecución de las tareas. No obstante, se señala que los tiempos de reacción en el grupo de boxeadores eran mayores que los del grupo control y que estas diferencias se encontraban en el límite de la significancia estadística. Los autores señalan que este retardo en los tiempos de reacción podría ser tomado como evidencia de deterioro, ya que se ha evidenciado que la práctica continua de una actividad deportiva trae como resultado mejoras en la atención y los tiempos de reacción, comparadas con personas sedentarias.

Es posible que estos resultados contradictorios encontrados por estos autores puedan deberse a que no se evaluaron las FE, cuyo funcionamiento depende principalmente de la corteza prefrontal, que es una de

las áreas cerebrales que están más expuestas a sufrir daño, como consecuencia de los golpes recibidos en la cabeza. Cabe señalar, que estas alteraciones no necesariamente son evidentes a nivel macroscópico, pero que pudiera expresarse a nivel funcional o con otro tipo de medidas del funcionamiento del organismo.

Neselius et al., (2014) reportaron que, aunque no observaron diferencias en la evaluación neuropsicológica entre un grupo de boxeadores y un grupo control, sí encontraron evidencia de la presencia de bio marcadores relacionados con daño cerebral (*Neuro Filament Ligth protein*) en el fluido cerebro espinal. La presencia de dicho marcador se relaciona con daño axonal, lo cual es una evidencia de cambios posteriores a un combate, pese a no existir evidencia de alteraciones cognitivas. Asimismo, en modelos animales se han evidenciado los efectos de golpes repetitivos a la cabeza, no importando que estos estén por debajo del umbral de fuerza para provocar una conmoción cerebral, señalando la presencia de cambios histológicos en el cerebro y alteraciones en tareas que evalúan el aprendizaje (Haga et al., 2009; Nomoto et al., 2011).

En los estudios realizados por Di Virgilio et al. (2019) y Doan et al. (2022) llevados a cabo con boxeadores colegiales, posterior a una sesión de sparring, observaron una disminución en tareas que evalúan memoria diferida, en ambos estudios, el historial de conmociones previas y el número de impactos en la pelea predijeron un peor rendimiento en las pruebas.

De igual manera, es importante tener en cuenta los beneficios que tiene la actividad física aeróbica sobre el funcionamiento cognitivo (Gallego et al., 2015; Moral-Campillo et al., 2020; mora et al., 2016; Reigal et al., 2020). En diversos estudios se señala que los participantes que realizan durante más horas a la semana o con mayor intensidad actividad física pueden tener un mayor desarrollo cerebral (Crespillo-Jurado et al., 2019; Hernández-Mendo et al., 2019; Jodra et al., 2019). Es probable que estos beneficios ayuden a compensar los déficits ocasionados por los golpes repetitivos a la cabeza.

Los hallazgos del presente estudio también sugieren que la evaluación centrada en las FE puede ser una herramienta útil para evidenciar cambios funcionales en boxeadores aficionados, relacionados con el tiempo de exposición a golpes repetitivos a la cabeza, por lo que se sugiere que la evaluación neuropsicológica del funcionamiento ejecutivo puede ser utilizada como una medida sensible para el seguimiento de este tipo de población. Diversas investigaciones en otros deportes que implican golpes repetitivos a la cabeza han señalado su utilidad (Moore et al., 2016; Sicard et al., 2018), por lo que el análisis de las FE puede ser útil para la asesoría de los boxeadores después de pelear o sufrir una conmoción, para que tomen decisiones adecuadas en torno a su permanencia o no en el boxeo.

Es importante tener en cuenta las limitaciones de este estudio como son el tamaño de la muestra y las dificultades que se presentaron para conocer si alguno de los deportistas había sufrido una conmoción cerebral previa, puesto que algunos deportistas no están conscientes de haberla sufrido, a causa de que hay un gran desconocimiento de los síntomas, o estos se ocultan para poder seguir entrenando.

De igual manera, se sugiere mayor investigación en esta población para determinar los efectos repetitivos de los golpes a la cabeza en los boxeadores aficionados teniendo un mayor control metodológico sobre diversas variables como son el peso del peleador, el número de combates, el inicio de práctica en la disciplina, estudios de corte longitudinal, cambios posteriores a una sesión de sparring o un combate, entre otros. Asimismo, se propone el uso de pruebas neuropsicológicas computarizadas, debido a que pueden ser una mejor herramienta para detectar alteraciones cognitivas en vista de que permite obtener datos de la ejecución de las pruebas en milisegundos (Van Patten et al., 2021). De igual modo, es necesario indagar sobre los diversos factores que influyen en la reducción del daño neurológico: uso de caretas, el peso de los guantes, protector bucal, estilo de pelea, escolaridad, etc.

CONCLUSIONES

Con base en los resultados de la presente investigación, se puede señalar que, el nivel de exposición a golpes repetitivos en la cabeza puede estar asociado con déficits en la ejecución de tareas que evalúan el funcionamiento ejecutivo en tareas de control inhibitorio y selección de riesgo-beneficio.

APLICACIONES PRÁCTICAS

Los resultados del presente estudio tienen implicaciones en el diagnóstico de alteraciones neuropsicológicas no solo en boxeadores, sino también en practicantes de deportes de contacto que impliquen golpes repetitivos a la cabeza. En primer lugar, resaltando la importancia de la evaluación neuropsicológica en estas poblaciones, tanto en los practicantes profesionales, como los amateurs. Resultaría conveniente llevar a cabo una valoración cognitiva previa al inicio de prácticas deportivas de contacto con la finalidad de obtener una línea base del desempeño cognitivo, lo que permitiría contrastar los resultados con el de evaluaciones de seguimiento posteriores a una conmoción cerebral o después de un prolongado tiempo de práctica y apoyar en la toma de decisiones para continuar o abandonar esta práctica deportiva. Asimismo, este tipo de investigaciones, son prueba de la urgente necesidad de incorporar a profesionales de la neuropsicología dentro de los equipos de especialistas que se encargan del cuidado de la salud de los deportistas. La detección oportuna de modificaciones en el funcionamiento cognoscitivo de los boxeadores amateurs permitiría prevenir un deterioro serio e irreversible y generar programas de rehabilitación específicamente diseñados para esta población.

Agradecimientos

Al Programa de Apoyo a los Profesores de Carrera para Promover Grupos de Investigación PAPCA-UNAM (45) por el financiamiento para la realización de esta investigación.

Funcionamiento ejecutivo en boxeadores universitarios mexicanos

REFERENCIAS

1. AIBA (2019), *Technical y Competition Rules*. Obtenido de: <https://www.aiba.org/aiba-technical-competition-rules/>
2. Aviv, R. I., Tomlinson, G., Kendall, B., Thakkar, C. & Valentine, A. (2010). Cavum septi pellucidum in boxers. *Canadian Association of Radiologists Journal*, 61(1), 29-32. <https://doi.org/10.1016/j.carj.2009.09.002>
3. Ato, M., López-García, J. J. & Benavente, A. (2013). Un sistema de clasificación de los diseños de investigación en psicología. *Anales de Psicología/Annals of Psychology*, 29(3), 1038-1059. <https://doi.org/10.6018/analeps.29.3.178511>
4. Banks, S. J., Mayer, B., Obuchowski, N., Shin, W., Lowe, M., Phillips, M. ... & Bernick, C. (2014). Impulsiveness in professional fighters. *The journal of neuropsychiatry and clinical neurosciences*, 26(1), 44-50. <https://doi.org/10.1176/appi.neuropsych.12070185>
5. Banks, S. J., Obuchowski, N., Shin, W., Lowe, M., Phillips, M., Modic, M. & Bernick, C. (2014). The protective effect of education on cognition in professional fighters. *Archives of clinical neuropsychology*, 29(1), 54-59. <https://doi.org/10.1093/arclin/act079>
6. Bianco, M., Loosemore, M., Daniele, G., Palmieri, V., Faina, M. & Zeppilli, P. (2013). Amateur boxing in the last 59 years. Impact of rules changes on the type of verdicts recorded and implications on boxers' health. *British journal of sports medicine*, 47(7), 452-457. <http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2012-091771>
7. doan, H., McCrory, P. & Anderson, V. (2005). The risk of chronic traumatic brain injury in professional boxing: change in exposure variables over the past century. *British journal of sports medicine*, 39(9), 661-664. <http://dx.doi.org/10.1136/bjism.2004.017046>
8. Covassin, T., Stearne, D. & Elbin III, R. (2008). Concussion history and postconcussion neurocognitive performance and symptoms in collegiate athletes. *Journal of athletic training*, 43(2), 119-124. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-43.2.119>
9. Crespillo-Jurado, M., Delgado-Giralt, J., Reigal, R.E., Rosado, A., Wallace-Ruiz, A., Mier, R.J.R., Morales-Sánchez, V., Morillo-Baro, J.P. & Hernández-Mendo, A. (2019) Body Composition and Cognitive Functioning in a Sample of Active Elders. *Front. Psychol.*, 10 (1569). doi: 10.3389/fpsyg.2019.01569
10. Davis, P., Waldock, R., Connorton, A., Driver, S. & Anderson, S. (2018). Comparison of amateur boxing before and after the 2013 rules change and the impact on boxers' safety. *British journal of sports medicine*, 52(11), 741-746. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-097667>
11. Di Virgilio, T. G., Ietswaart, M., Wilson, L., Donaldson, D. I. & Hunter, A. M. (2019). Understanding the Consequences of Repetitive Subconcussive Head Impacts in Sport: Brain Changes and Dampened Motor Control Are Seen After Boxing Practice. *Frontiers in human neuroscience*, 13 (294). <https://doi.org/10.3389/fnhum.2019.00294>
12. Doan, B. K., Heaton, K. J., Self, B. P., Butler Samuels, M. A. & Adam, G. E. (2022). Quantifying head impacts and neurocognitive performance in collegiate boxers. *Journal of sports sciences*, 40(5), 509-517. <https://doi.org/10.1080/02640414.2021.2001175>
13. Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A.G. & Buchner, A. (2007). G*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods*, 39, 175-191 <https://doi.org/10.3758/BF03193146>
14. Flores, J., y Ostrosky-Solís, F. (2008). Neuropsicología de lóbulos frontales, funciones ejecutivas y conducta humana. *Revista de Neuropsicología, Neurociencias y Neuropsiquiatría*, 8(1), 47-58.
15. Flores-Lázaro, J. C., Ostrosky-Solís, F. y Gutiérrez-Lozano, A. (2008). Batería de funciones frontales y ejecutivas: presentación. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, 8(1), 141-158.
16. Flores-Lázaro, J. C. y Ostrosky-Solís, F. (2012). *Desarrollo neuropsicológico de lóbulos frontales y funciones ejecutivas*. México:Manual Moderno.
17. Flores-Lázaro, J. C., Ostrosky-Solís, F. y Lozano-Gutiérrez, A. (2014). *BANFE: Batería*

- Neuropsicológica de Funciones Ejecutivas y Lóbulos Frontales BANFE-2*. México: Manual Moderno.
18. Folstein, M. F., Folstein, S. E. & McHugh, P. R. (1975). "Mini-mental state": a practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *Journal of psychiatric research*, 12(3), 189-198. [https://doi.org/10.1016/0022-3956\(75\)90026-6](https://doi.org/10.1016/0022-3956(75)90026-6)
 19. Gallego Zumaquero, V., Hernández-Mendo, A., Reigal Garrido, R. E. y Juárez-Ruiz de Mier, R. (2015). Efectos de la actividad física sobre el funcionamiento cognitivo en preadolescentes. *Apunts Educación Física y Deportes*, 121,(3), 20-27
 20. Haga, D., Seiki, Y., Honda, M., Nomoto, J., Hatori, T. & Aikawa, H. (2009). Study of cumulative head injury in high shock avoider rat (THA rat). *Brain and nerve*, 61(3), 301-308. <https://doi.org/10.11477/mf.1416100448>
 21. Hähnel, S., Stippich, C., Weber, I., Darm, H., Schill, T., Jost, J. ... & Meyding-Lamade, U. (2008). Prevalence of cerebral microhemorrhages in amateur boxers as detected by 3T MR imaging. *American journal of neuroradiology*, 29(2), 388-391. <https://doi.org/10.3174/ajnr.A0799>
 22. Hart, M. G., Trivedi, R. A. & Hutchinson, P. J. (2012). Boxing sparring complicated by an acute subdural haematoma and brainstem haemorrhage. *British journal of neurosurgery*, 26(5),776-778. <https://doi.org/10.3109/02688697.2012.657270>
 23. Hart, M. G., Housden, C. R., Suckling, J., Tait, R., Young, A., Müller, U ... & Trivedi, R. A. (2017). Advanced magnetic resonance imaging and neuropsychological assessment for detecting brain injury in a prospective cohort of university amateur boxers. *Neuroimage: clinical*, 15, 194-199. <https://doi.org/10.1016/j.nicl.2017.04.026>
 24. Hernández-Mendo, A., Reigal, R.E., López-Walle, J.M., Serpa, S., Samdal, O., Morales-Sánchez, V., Juárez-Ruiz de Mier, R., Tristán-Rodríguez, J.L., Rosado, A.F. & Falco, C. (2019) Physical Activity, Sports Practice, and Cognitive Functioning: The Current Research Status. *Front. Psychol.*, 10:2658. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02658>
 25. Herweh, C., Hess, K., Meyding-Lamadé, U., Bartsch, A. J., Stippich, C., Jost, J. ... & Hähnel, S. (2016). Reduced white matter integrity in amateur boxers. *Neuroradiology*, 58(9), 911-920. <https://doi.org/10.1007/s00234-016-1705-y>
 26. Jamovi Project. (2019). *Jamovi (Version 1.2.25)* [Computer software].
 27. Khani, M., Farrokhi, A., Kheslat, S. D. N., Sadri, K. & Farrar, A. (2012). Chronic attention impairments in amateur boxing: effect of repeated blows to the head. *Serbian journal of sports sciences*, 1(1).
 28. Lesiakowski, P., Zwierko, T. & Krzepota, J. (2013). Visuospatial attentional functioning in amateur boxers. *Journal of Combat Sports y Martial Arts*, 4(2), 141-144. <https://doi.org/10.5604/20815735.1090659>
 29. Lerena, R. (2020). Orígenes y evolución histórica del boxeo. *Revista Cubana de Medicina del Deporte y la Cultura Física*, 14(3), 1-15.
 30. Loosemore, M., Knowles, C. H. & Whyte, G. P. (2007). Amateur boxing and risk of chronic traumatic brain injury: systematic review of observational studies. *British Medical Journal*, 335(7624), 1-9. <https://doi.org/10.1136/bmj.39342.690220.55>
 31. Lura, A. (1986). *Las funciones corticales superiores del hombre*. México: Fontamara
 32. Malloy-Diniz, L.F., Miranda, D.M. & Grassi-Oliveira, R. (2017) Executive Functions in Psychiatric Disorders. *Front. Psychol.*, 8(1461). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01461>
 33. Muravskiy, A., Polischuk, M., & Udekwu, D. (2019). Magnetic resonance imaging in boxers with repeated traumatic brain injury. *Polski merkuriusz lekarski: organ Polskiego Towarzystwa Lekarskiego*, 47(280), 134–138.
 34. Moral-Campillo, L., Reigal-Garrido, R. E. y Hernández-Mendo, A. (2020). Actividad física, funcionamiento cognitivo y psicosocial en una muestra preadolescentes. *Revista de Psicología del Deporte/Journal of Sport Psychology*, 29(1). 123–132
 35. McCrory, P. (2007). Boxing and the risk of chronic brain injury. *British Medical Journal*:335

Funcionamiento ejecutivo en boxeadores universitarios mexicanos

- (7624), 781-782.
<https://doi.org/10.1136/bmj.39352.454792.80>
36. Moore, D. R., Pindus, D. M., Raine, L. B., Drollette, E. S., Scudder, M. R., Ellemberg, D. & Hillman, C. H. (2016). The persistent influence of concussion on attention, executive control and neuroelectric function in preadolescent children. *International Journal of Psychophysiology*, *99*, 85-95.
<https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2015.11.010>
37. Neselius, S., Brisby, H., Marcusson, J., Zetterberg, H., Blennow, K. & Karlsson, T. (2014). Neurological assessment and its relationship to CSF biomarkers in amateur boxers. *PLoS One*, *9*(6), e99870.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0099870>
38. Nomoto, J., Kuroki, T., Nemoto, M., Kondo, K., Harada, N. & Nagao, T. (2011). Effects of edaravone on a rat model of punch-drunk syndrome. *Neurologia medico-chirurgica*, *51*(1), 1-7. <https://doi.org/10.2176/nmc.51.1>
39. Orozco-Calderón, G. y Ruz-Santos, I. (2019). Decremento de las funciones ejecutivas en deportistas. *Ciencia & Futuro*, *9*(3), 116-133.
40. Ortiz-Jiménez, X., Akena-Fernández, M., Saldaña-Muñoz, B., Rincón-Campos, Y., Góngora-Rivera, F. y Arango-Lasprilla, J. C. (2020). Evaluación neuropsicológica de conmoción cerebral: estudio de caso de un jugador de fútbol americano. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, *20*(1), 236-251.
<https://doi.org/10.6018/cpd.358181>
41. Pic-Aguilar, M., Sánchez-López, C. y Blanco-Villaseñor, A. (2016). Caracterización del 'Knock out' en Boxeo. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, *16*(1), 85-94.
42. Reigal, R., Borrego, J. L., Juárez, R. y Hernández-Mendo, A. (2016). Práctica física regular y funcionamiento cognitivo en una muestra adolescente. *Revista Iberoamericana de Psicología del Ejercicio y el Deporte*, *11*(2), 201-209.
43. Reigal, R., Moral-Campillo, L., Morillo-Baro, J., Juárez-Ruiz de Mier, R., Hernández-Mendo, A. y Morales-Sánchez, V. (2020). Physical Exercise, Fitness, Cognitive Functioning, and Psychosocial Variables in an Adolescent Sample. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, *17*(3), 1100.
<https://doi.org/10.3390/ijerph17031100>
44. Roozbahani, M., Rahmati, M. & Shoaar, N. H. (2015) Comparison of Neuropsychological Disorders of Professional and Amateur Boxers. *International Journal of Basic Sciences y Applied Research*, *4* (9), 527-534
<http://dx.doi.org/10.1136/bjsm.28.3.187>
45. Sicard, V., Moore, R. D. & Ellemberg, D. (2018). Long-term cognitive outcomes in male and female athletes following sport-related concussions. *International journal of psychophysiology*, *132*, 3-8. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2018.03.011>
46. Stojasih, S., Boitano, M., Wilhelm, M. & Bir, C. (2010). A prospective study of punch biomechanics and cognitive function for amateur boxers. *British journal of sports medicine*, *44*(10), 725-730.
<http://dx.doi.org/10.1136/bjsm.2008.052845>
47. Stuss, D. T. & Alexander, M. P. (2000). Executive functions and the frontal lobes: a conceptual view. *Psychology Research*, *63*, 289-298. doi: 10.1007/s004269900007.
48. Stuss, D. T. & Levine, B. (2002). Adult Clinical Neuropsychology: lessons from studies of the frontal lobes. *Annual Review of Psychology*, *53*, 401-33.
<https://doi.org/10.1146/annurev.psych.53.100901.135220>
49. Szczepanski, S. M. & Knight, R. T. (2014). Insights into human behavior from lesions to the prefrontal cortex. *Neuron*, *83*(5), 1002-1018.
<https://doi.org/10.1016/j.neuron.2014.08.011>
50. Tanriverdi, F., Unluhizarci, K., Kocyigit, I., Tuna, I. S., Karaca, Z., Durak, A. C. ... & Kelestimur, F. (2008). Brief communication: pituitary volume and function in competing and retired male boxers. *Annals of internal medicine*, *148*(11), 827-831. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-148-11-200806030-00005>
51. Van Patten, R., Iverson, G. L., Muzeau, M. A. & VanRavenhorst-Bell, H. GA. (2021). Test-Retest Reliability and Reliable Change Estimates for Four Mobile Cognitive Tests Administered Virtually in Community-Dwelling Adults. *Frontiers in psychology*, *12*, 1-11.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.734947>

52. Warden, D. L., Bleiberg, J., Cameron, K. L., Ecklund, J., Walter, J., Sparling, M. B. ... & Arciero, R. (2001). Persistent prolongation of simple reaction time in sports concussion. *Neurology*, 57(3), 524-526. <https://doi.org/10.1212/WNL.57.3.524>
53. World Medical Association. (2013). World Medical Association Declaration of Helsinki: ethical principles for medical research involving human subjects. *Jama*, 310(20), 2191-2194. <https://doi.org/10.1001/jama.2013.281053>
54. Zazryn, T. R., McCrory, P. R. & Cameron, P. A. (2008). Neurologic injuries in boxing and other combat sports. *Neurologic clinics*, 26(1), 257-270. <https://doi.org/10.1016/j.pmr.2008.10.004>
55. Zazryn, T. R., McCrory, P. R. & Cameron, P. A. (2009). Injury rates and risk factors in competitive professional boxing. *Clinical journal of sport medicine*, 19(1), 20-25. <https://doi.org/10.1097/JSM.0b013e31818f1582>
56. Zelazo, P., Muller, U., Frye, D. & Marcovitch, S. (2003). VI. The development of executive function: Cognitive complexity and control revised. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 68, 93-119. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5834.2003.06803007.x>
57. Zhang, L., Ravdin, L. D., Relkin, N., Zimmerman, R. D., Jordan, B., Lathan, W. E. & Uluğ, A. M. (2003). Increased diffusion in the brain of professional boxers: a preclinical sign of traumatic brain injury? *American Journal of Neuroradiology*, 24(1), 52-57.