

Alteraciones de memoria y de atención ejecutiva en karatekas mexicanos con historia de conmoción cerebral

Memory and Executive Attention Impairments in Mexican Karate Practitioners with a Sport Related Concussion

Mariana Yañez Jasso^a & Gabriela Orozco Calderón^b

Abstract:

Physical activity and sports have both physical and mental benefits. However, in contact sports such as karate, when using physical contact techniques, they pose a risk of suffering a head injury. The most common cause of brain damage is from trauma, which is called traumatic brain injury (TBI), these can be classified as mild, moderate or severe. Brain concussions (BC) are a subtype of mild TBI, a sudden and transitory alteration induced by traumatic biochemical forces of direct or indirect transmissions to the brain; although they are not characterized by loss of consciousness, they are associated with long term neuropsychological effects and are more commonly associated with contact sports. That is why, the objective of this research is to describe neuropsychological (attention, memory, executive functions) characteristics of a sample of karate professionals, in order to identify those characteristics which, present an alteration with clinical significance. The sample was divided into karate practitioners who do combat and have reported BC (n=14) and karatekas who do not fight and have not reported BC (n=18), to compare the results according to the history of concussions. It was found that karateka who reported a history of concussions obtained significantly lower scores in tasks of auditory-verbal memory and attentional control linked to executive functions. In conclusion, contact sports provide benefits at the cognitive and emotional level; however, concussions can negatively affect these results in long term despite previous belief that CC are benign.

Keywords:

Concussion, mild head injury, contact sport, neuropsychological evaluation, sports neuropsychology

Resumen:

La actividad física y deportes tienen beneficios tanto físicos como mentales. Sin embargo, en los deportes de contacto como el karate, al usar técnicas de contacto físico, implican un riesgo de padecer una lesión en la cabeza. Los traumatismos craneoencefálicos (TCE), se clasifican en leves, moderados y graves. Las conmociones cerebrales (CC) son un subtipo de TCE leve, alteración repentina y transitoria inducida por fuerzas biomecánicas traumáticas de transmisión directa o indirecta al cerebro; que aunque no están caracterizadas por una pérdida de consciencia, se asocian con secuelas neuropsicológicas a largo plazo, y están comúnmente asociadas a los deportes de contacto. Es por ello, que el objetivo de la presente investigación consistió en describir las características neuropsicológicas (atención, memoria, funciones ejecutivas) de una muestra de karatekas profesionales, comparando al grupo que hace combate y que ha reportado historia de CC (n=14), y karatekas que no realizan combate (n=18) para analizar las diferencias entre los resultados de acuerdo con el historial de conmoción cerebral. Se encontró que el grupo de karatekas con CC obtuvieron puntuaciones significativamente menores en tareas de memoria audio verbal y de control atencional relacionado, a las funciones ejecutivas. Se concluye que, aunque los deportes de contacto aportan beneficios a nivel cognitivo y emocional; incluso una sola CC puede afectar de forma negativa estos resultados.

Palabras Clave:

conmoción cerebral, traumatismo craneoencefálico leve, deporte de contacto, evaluación neuropsicológica, neuropsicología deportiva

INTRODUCCIÓN

El Consenso Internacional sobre Conmoción Cerebral en el Deporte define la conmoción cerebral (CC) como un proceso fisiopatológico complejo en el cerebro, inducido por fuerzas

biomecánicas traumáticas (McCroly et al., 2009, 2012; Ortiz y Murguía, 2017). La neuropsicología deportiva se ha centrado en la evaluación y el tratamiento de los deportistas que han sufrido una o más CC o que están en riesgo de sufrirlas en la práctica deportiva (Echemendía, 2006). La neuropsicología se basa en

^a Autor de Correspondencia, Facultad de Psicología, Universidad Nacional Autónoma de México, <https://orcid.org/0009-0003-8021-9239>, Email: marianayajo@gmail.com

^b Facultad de Psicología, Universidad Nacional Autónoma de México, <https://orcid.org/0000-0002-4978-1667>, Email: gabriela.orozco@psicologia.unam.mx

Received: 06/01/2025, Accepted: 23/05/2025, Published: 05/07/2025

la observación clínica y el uso de diversos instrumentos de medición psicológica para determinar la presencia de cambios cognitivos y conductuales (Matute, Rosselli y Ardila, 2010), que deben interpretarse considerando tres sistemas: cognición, emoción y funciones ejecutivas (Lezak et al., 2012). Aunque la literatura sugiere que la mayoría de los CC (80% - 90%) se resuelven en un corto tiempo (7 a 10 días), hay un porcentaje en quienes los síntomas persisten, pudiendo presentarse como un síndrome post-conmoción cerebral (SPC), síndrome del segundo impacto (SIS) o encefalopatía traumática crónica (ETC) (Arellano, et al., 2019).

Estos síndromes tienen manifestaciones clínicas en diferentes esferas: conductual, anímica, cognitiva y motora; donde se observan principalmente cambios en la personalidad, conductas impulsivas, disminución de la atención y concentración, y dificultades visoespaciales (Tarazi, 2016; Montenegro, 2014); se ha prestado más atención a nivel mundial al CC que ocurre durante el deporte, a nivel escolar, amateur o profesional. La conmoción cerebral relacionada con el deporte (SRC) debe sospecharse en cualquier atleta que sufra una lesión cerebral traumática (TCE), haya o no perdido la conciencia (Tsushima, et al., 2018). Cuando se identifica una SRC, el atleta no debe regresar a entrenar de inmediato, y se recomiendan algunos días de descanso físico y mental para una recuperación completa. Se deben evitar los traumatismos repetitivos, ya que aumentan la gravedad de las secuelas cognitivas y emocionales (Tsushima, et al., 2018).

La conmoción cerebral traumática (SRC) representa un problema de salud importante para quienes practican deportes de contacto. Según la quinta conferencia internacional de SRC (Berlín, 2016), se define como una lesión traumática inducida por fuerzas biomecánicas. Puede ser causada por un golpe directo en la cabeza, la cara, el cuello o cualquier otra parte del cuerpo, con una fuerza impulsiva transmitida a la cabeza. Generalmente, resulta en la rápida aparición de una alteración breve de la función neurológica que se resuelve espontáneamente. Sin embargo, la mayoría de las SRC no cursan con pérdida de conciencia e incluso, en casos más leves, la persona puede no percatarse de que ha sufrido una conmoción cerebral. Por lo tanto, algunos síntomas pueden no ser evidentes al principio, pero pueden aparecer con el transcurso de horas o días (INFOCOP, 2015).

Puede resultar en cambios neuropatológicos, pero los signos y síntomas clínicos agudos reflejan en gran medida una alteración funcional más que una lesión estructural. Muchos deportistas desconocen los síntomas que se presentan tras una SRC, y en los casos en que estos suelen aparecer y son evidentes para la persona, es habitual que los deportistas no reporten nada por temor a ser retirados del equipo y no poder seguir jugando (Delaney, Caron, Correa, & Bloom, 2018). Esto representa un riesgo para la salud de los deportistas, ya que padecer múltiples SRC a lo largo de la vida puede provocar cambios en la estructura cerebral y podría llevarlos a presentar síntomas más graves o desarrollar encefalopatía traumática crónica (McKee, et al., 2009, 2013; Omalu, et al., 2005, 2006), afectando su funcionamiento cognitivo, autonomía y en consecuencia su calidad de vida a largo plazo (Langlois, Rutland, Brown, & Wald, 2006). El número de conmociones cerebrales se ha correlacionado con un aumento de los síntomas cognitivos (Manley et al., 2017). Cuando se presenta un CC, en la fase aguda, puede haber algún cambio microscópico en el cerebro, como el estiramiento y la ruptura de los axones, lo cual se ha reportado en solo el 25% de los casos en los que se realiza una

resonancia magnética (RM), ya que en la tomografía computarizada (TC) solo se observa cuando el CC es moderado o severo.

En la fase posconmocional, la transmisión de fuerzas lineales y/o rotacionales desde el cerebro provoca una alteración en la homeostasis celular y la presencia de una cascada metabólica. Estas fuerzas resultan en una lesión en la membrana plasmática, en la cual las proteínas se despliegan desde las capas lipídicas liberando potasio y la despolarización de la membrana que favorece la liberación de neurotransmisores excitatorios como el glutamato. Este promueve la salida de potasio a través de canales activados por ligando y se une al N-metil-D-aspartato (NMDA), resultando en una despolarización continua e hiperexcitabilidad. La activación de estos receptores conduce a la entrada de calcio a través de los canales activados o a través de la liberación de las reservas intracelulares de calcio. El aumento de calcio produce neurotoxicidad intracelular, aumentando la citosina, que inflama la célula (y todo el cerebro) (Norton, 2018; Rădoi, et al., 2016; Kochanek, et al., 2000). Goswami et al. (2016) informaron que los jugadores de fútbol con antecedentes de BC (n = 19) tenían un adelgazamiento cortical significativo del lóbulo temporal anterior y la corteza orbitofrontal en comparación con los controles (n = 17).

Además, Koerte et al. (2016) identificaron adelgazamiento cortical en exjugadores de fútbol profesionales (n = 15), evidenciando lesiones a largo plazo. Strain et al. (2015) encontraron que los atletas retirados, con al menos un BC con pérdida de conciencia, incluso si distante en el tiempo, tenían volúmenes hipocampales bilaterales significativamente más bajos y un menor rendimiento en pruebas mnésicas (Strain et al., 2015; Manley et al., 2017). Los jugadores con más de tres conmociones cerebrales a lo largo de su carrera tenían un riesgo cinco veces mayor de ser diagnosticados con deterioro cognitivo leve después de los 50 años, en comparación con aquellos sin antecedentes de CC (Manley et al., 2017). Los déficits de atención y memoria observados tras un TCE leve (TCE-L) se asemejan a los observados en la enfermedad de Alzheimer (Leddy et al., 2012).

La neuropsicología se considera fundamental para la evaluación y el manejo de deportistas que han padecido CC (Echemendía et al., 2013). La evidencia sugiere la presencia de alteraciones cognitivas en diversos procesos como: memoria, atención, flexibilidad mental, fluidez verbal, deterioro del juicio, planificación, memoria de trabajo, inhibición y velocidad de procesamiento (Echemendía, et al., 2001; Chen, Johnston, Petrides, et al., 2004; Pontifex, O'Connor, Broglio, et al., 2009). La memoria y el aprendizaje de nueva información involucran la corteza cerebral, las conexiones subcorticales, la formación hipocampal (giro dentado, hipocampo y giro parahipocampal) y el diencefalo, especialmente las porciones mediales (Adams, Victor, Ropper, 1997), regiones sensibles al CC, por lo que la capacidad de procesar información puede verse reducida. Además, las lesiones del lóbulo frontal pueden provocar cambios en el comportamiento, incluyendo pérdida de inhibición y juicio. Por esta razón, los síntomas neuropsicológicos pueden ser variables y no solo la ubicación de la lesión, sino también las vías involucradas en la regulación descendente del procesamiento de la información deben considerarse.

Los efectos dañinos de la lesión a las fibras nerviosas y neuronas son proporcionales al grado en que la cabeza acelera, y estos cambios pueden ser acumulativos (Gennarelli, Seggawa,

Wald, et al., 1982). Aunque se sabe que la BC ocurre en el karate, la incidencia aún no está clara. Según Arriaza et al. (2016), el riesgo de conmoción cerebral en el karate aumenta cuando se practica a nivel amateur y el riesgo es mayor en hombres que en mujeres. Un practicante de karate en promedio compite una vez al mes, con un promedio de 4 combates por competencia (lo que representa 12 minutos de combate activo en categorías masculinas y 8 minutos en mujeres) (Arriaza, et al., 2016). Además, comenzar a practicar deportes de contacto antes de los 12 años ha demostrado tener repercusiones a largo plazo (Alosco, et al., 2017).

Los golpes repetidos en la cabeza, con o sin conmoción cerebral, pueden alterar la estructura del cerebro, especialmente si estos golpes ocurren en períodos críticos del desarrollo, como entre los 5 y los 14 años de edad, cuando el cerebro experimenta una maduración sustancial en los varones (Shaw, et al., 2006; Lebel, Walker, Leemans, Phillips y Beaulieu, 2008). Los golpes repetidos en la cabeza durante el desarrollo neurológico pueden interrumpir la maduración normal del cerebro y aumentar la vulnerabilidad a los impedimentos a largo plazo, especialmente si se continúa con los deportes (Stamm, et al., 2015; Guskiewicz, et al., 2013). El propósito de esta investigación es describir las características en el desempeño neuropsicológico (atención, memoria y funciones ejecutivas) de un grupo de practicantes profesionales de karate mexicanos, así como describir las diferencias en el desempeño neuropsicológico de acuerdo a las pruebas aplicadas, considerando el antecedente de conmoción cerebral.

MÉTODO

Se utilizó un diseño no experimental, transversal y correlacional, comparando entre grupos (Sampieri, 2014).

Participantes.

La muestra estuvo conformada por 32 adultos, 18 hombres (56.3%) y 14 mujeres (43.8%). Con edades comprendidas entre 18 y 35 años ($M = 25.78$; $DE = 5.302$), con un nivel mínimo de escolaridad de preparatoria que se cuantificó en años de escolaridad ($M = 18.75$; $DE = 2.300$), una práctica ininterrumpida de karate como deporte al menos un año antes; y una práctica total mínima de 10 años ($M = 14.41$, $DE = 6.579$). De estos, 14 formaron parte del grupo con antecedente de conmoción cerebral (8 hombres y 6 mujeres) debido a las respuestas de la entrevista inicial donde se les cuestionó sobre el tipo de competencia, uso de protección durante los torneos, golpes recibidos en la cabeza, pérdida de conocimiento y atención médica, refirieron no utilizar equipo de protección durante las peleas en competencia, dos refirieron utilizarlo antes de cumplir los 18 años. Dieciocho formaban parte del grupo sin antecedentes de conmoción cerebral (8 hombres y 10 mujeres). Criterios de inclusión: a) hombres o mujeres de entre 18 y 35 años; b) visión normal o corregida; c) estudios mínimos de bachillerato; d) al menos un año de práctica consecutiva antes del confinamiento y al menos 10 años de karate; e) participación en al menos 5 torneos; f) responder al formulario de datos inicial y firmar el consentimiento informado.

Instrumentos

Herramienta de Evaluación de Conmociones Cerebrales en el Deporte (SCAT-5). Método estandarizado para evaluar a atletas lesionados por conmoción cerebral, aplicable a atletas mayores de 9 años. Permite calcular la Evaluación Estandarizada de Conmociones Cerebrales y la puntuación de Maddocks, así como las evaluaciones para la evaluación de conmociones cerebrales en el ámbito deportivo o de entrenamiento.

Evaluación de la atención. Scheduled Auditory Serial Addition Test o TASD (PASAT) (Gronwall, 1977; Rao et al., 1989). Proporciona una estimación de la velocidad de procesamiento de la información, la atención y la memoria de trabajo (Strauss, Sherman y Spreen, 2006 en Puerta, Dussán, Montoya y Landínez, 2018). Se presenta un audio para asegurar la estandarización en el ritmo de la presentación de estímulos. Rey-Osterrieth Complex Figure Test (NEUROPSI atención y memoria; Ostrosky, et al., 2019). Aprecia el nivel de desarrollo perceptivo-motor, la atención y la memoria visual inmediata; también se utiliza en clínica con la población adulta para evaluar la capacidad visoespacial, agnosias, apraxias y problemas de memoria visual.

Procedimiento

Se realizó una convocatoria en redes sociales deportivas (CONADE, SENDERO, FEMKA, UNAM, WAKO) donde se explicaron los criterios de inclusión, se envió el consentimiento informado y se realizó una entrevista inicial a los participantes interesados. Con pleno conocimiento y aclaradas las dudas, firmaron el consentimiento informado, salvaguardando la privacidad y confidencialidad de la información proporcionada y de acuerdo con la Declaración de Helsinki de la AMM: Principios Éticos para la Investigación Médica en Seres Humanos. A través de los cuestionarios iniciales (SCAT-5 y datos generales) se identificó al grupo con antecedentes de conmoción cerebral.

Posteriormente, se realizó la evaluación cognitiva donde se aplicó la batería de pruebas e instrumentos dirigidos a diversos dominios cognitivos. Todas las pruebas neuropsicológicas se aplicaron en el mismo orden a todos los participantes. Todas las evaluaciones tuvieron una duración promedio de una hora. Después de completar la aplicación, calificación, análisis e interpretación de las pruebas, se elaboró un informe personal a cada uno de los participantes, con recomendaciones individuales, el cual se envió a

Les escribí por correo electrónico y me aclararon las dudas.

Análisis estadístico

Toda la información extraída del estudio se registró en una base de datos utilizando el programa estadístico SPSS (Statistical Package for Social Sciences) versión 22. Se aplicaron estadísticas paramétricas y no paramétricas. En todos los análisis, se consideró significativo un valor alfa $< .05$ (Sampieri, 2014). Se realizó la prueba de normalidad de Shapiro Wilk debido al tamaño de la muestra (< 50). A partir de este análisis, las variables que presentaron una distribución normal se analizaron con una t de Student para muestras independientes, para encontrar las diferencias entre los grupos. Aquellas que no cumplieron con este criterio se compararon mediante la prueba U de Mann-Whitney-Wilcoxon (Siegel y Castellan, 2015). Finalmente, se realizó un coeficiente de correlación de Pearson para determinar el grado de relación entre las puntuaciones de la evaluación neuropsicológica y el número de conmociones cerebrales recibidas en el grupo de karate con antecedentes de conmoción cerebral.

RESULTADOS

Se encontraron diferencias significativas en las respuestas correctas del PASAT en la versión de dos segundos ($t = 2,787$; $p = 0,009$), donde el grupo con antecedentes de conmoción cerebral obtuvo puntuaciones más bajas, lo que indica una menor capacidad de atención sostenida y de mantenimiento de los estímulos. En la versión de tres segundos ($t = 12,02$; $p = 0,052$), se observó una tendencia hacia la significación

estadística que indica diferencias entre ambos grupos. Se encontraron diferencias significativas en ambas subpruebas del TAVEC.

El grupo con antecedentes de conmoción cerebral obtuvo puntuaciones significativamente más bajas que el grupo sin antecedentes de conmoción cerebral, lo que indica una menor capacidad de memoria a corto plazo. En el proceso de memoria a corto plazo, se encontraron diferencias significativas en los subtests de recuerdo libre a corto y largo plazo del TAVEC ($t=4,452$; $p = ,000$; $t= 5,493$; $p = ,000$) y en el de memoria con claves a corto y largo plazo del TAVEC ($t= 3,169$; $p= ,004$; $t= 3,645$; $p= ,001$) que denotan diferencias en la capacidad de memoria a corto plazo de material auditivo verbal, siendo el grupo sin antecedente de conmoción cerebral el que obtuvo las puntuaciones más altas.

No se encontraron diferencias significativas en la codificación de la Figura de Rey, lo que puede indicar mayores alteraciones en el uso de material audioverbal. Si se encontraron diferencias significativas en los tipos de errores de los diferentes tests: intrusiones realizadas durante la recuperación de información del test TAVEC ($U=-2,25$; $p= ,024$); y perseveraciones del WCST ($U=-1,987$; $p= ,34$). También en el test PASAT, tanto en las respuestas incorrectas de la versión PASAT 3 segundos ($U=68,50$; $p= ,028$) como en las no respuestas de la versión PASAT dos segundos ($U=70,50$; $p= ,035$).

Tabla 1. Correlación entre el recuento de conmociones cerebrales y la prueba.

Prueba	Subprueba	R. Pearson	Firma
TAVEC	RLCP	-0.533	0.002 **
	RCLCP	-0.404	0.022 *
	RLLP	-0.614	0.000 **
	RCLLP	-0.458	0.008 **
	Intrusiones	0.194	0.287
PASAT 3'	Respuestas correctas	-0.223	0.219
	No hay respuestas	0.175	0.337
	Respuesta incorrecta	0.182	0.317
PASAT 2'	Respuestas correctas	-0.432	0.014 *
	No hay respuestas	0.322	0.072
	Respuesta incorrecta	0.179	0.328
WCST	Respuestas correctas	-0.424	0.016 *
	Perseveraciones	0.48	0.005 **
NEUROPSI A	PE semántico total	-0.243	0.180

La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

*La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral)

Según la literatura, el número de conmociones cerebrales recibidas a lo largo de la práctica tiene un efecto directo en los resultados de las pruebas neuropsicológicas. En el presente estudio, se encontraron fuertes relaciones en los resultados de las diferentes subpruebas TAVEC, lo que demuestra una relación entre el número de conmociones cerebrales y el rendimiento en la memoria a corto y largo plazo del material audioverbal. También se encontró una relación con la velocidad de procesamiento (PASAT 2'), visible al aumentar la demanda cognitiva. Finalmente, en la prueba de la tabla de Wisconsin, se puede observar una relación entre el número de conmociones

cerebrales y la capacidad de planificación y la flexibilidad cognitiva (Tabla 1).

DISCUSIÓN

Las pruebas neuropsicológicas permiten aproximarse al funcionamiento cerebral (Echemendía et al., 2013). La prueba que mejor discriminó entre ambos grupos en el presente estudio fue el Spanish-Complutense Verbal Learning Test (TAVEC). El rendimiento de los participantes con antecedentes de CC fue significativamente inferior al observado en el grupo de participantes sin antecedentes de CC en capacidad de aprendizaje y memoria verbal inmediata y diferida, con diferencias estadísticamente significativas. Estos resultados denotan una disminución del rendimiento en la recuperación de información a corto y largo plazo, una curva de aprendizaje deficiente y una capacidad de inhibición, automonitorización e identificación de errores con menor precisión, en comparación con el grupo sin antecedentes de CC. Este rendimiento pone de manifiesto lesiones en las conexiones frontotemporales y la regulación frontosubcortical, que se manifiestan en fallos en la autorregulación y el control atencional (Chen y d'Esposito, 2010 y Stuss, 2011).

El grupo con antecedentes de CC obtuvo puntuaciones significativamente inferiores en capacidad de atención selectiva, presentando dificultad para elegir el estímulo relevante, lo que también requiere capacidades de inhibición. Además, este grupo presentó dificultad para mantener la atención por largos periodos de tiempo, en comparación con el grupo sin antecedente de CC. Esto evidencia no solo fallas en la atención sostenida, sino también en el control ejecutivo de la atención que se requiere para mantener la atención y la concentración en el estímulo relevante (Pelegrín, Fernández, Tirapu, & Muñoz-Céspedes, 2001; Perea-Bartolomé, Ladera-Fernández, & Morales-Ramos, 2002; Stuss, 2011; Quijano & Cuervo, 2011).

Los participantes con antecedente de conmoción cerebral puntuaron significativamente más bajo en memoria audioverbal a largo plazo. Esto se debe principalmente a las estrategias organizativas utilizadas durante la fase de registro.

Los participantes con antecedente de CC utilizaron menos estrategias para organizar la información, por lo que se alteró el registro y posteriormente se alteró la recuperación. Además, se evidenciaron fallas en la atención ejecutiva, lo que permite modular los esfuerzos cognitivos con el fin de mejorar el registro. Los participantes obtuvieron diferencias significativas en la atención ejecutiva, lo que les impide dirigir su esfuerzo cognitivo hacia nueva información. Estos resultados son consistentes con la investigación en atletas que practican otros deportes donde se ha reportado deterioro mnésico verbal basado en atrofia del hipocampo izquierdo (Wall, et al., 2006; Williams, Potter, y Ryland, 2010).

En la evaluación de las funciones ejecutivas, los participantes con antecedentes de conmoción cerebral presentaron diferencias significativas en los errores que se pueden cometer dentro de las pruebas, como perseveraciones e intrusiones.

Durante la recuperación libre, los participantes de este grupo tendieron a cometer contaminaciones (mencionar palabras que no estaban en la lista de aprendizaje o lista de interferencias); sin embargo, su desempeño mejoró al usar la lista de reconocimiento, lo que sugiere que se trata de un error en la organización y el acceso a la información aprendida y no en la capacidad de discriminar la información. Esto sugiere que el

grupo con antecedentes de CC tiene dificultad para acceder a nueva información y usar estrategias, pero no para crear la huella de memoria, ya que pueden compensar con el uso de claves y reconocimiento. Si bien las alteraciones en las funciones ejecutivas se han descrito en mayor medida en el TCE moderado o severo, en este estudio se encontraron alteraciones en las funciones ejecutivas (NEUROPSI y WCST), lo que podría indicar que la gravedad de la lesión no determina necesariamente las características neuropsicológicas de la condición.

Además, las personas con uno o más CC se caracterizaron por un enlentecimiento de la velocidad de procesamiento y una menor capacidad de inhibición (Pelegrín, Fernández, Tirapu, & Muñoz-Céspedes, 2001), provocando un mayor número de errores al discriminar información e inhibiendo conductas no adecuadas al entorno. Esto también se relaciona con la disminución de la capacidad de memoria ya que se altera la velocidad de procesamiento y se afecta el registro de nueva información. Estos resultados se relacionan directamente con el número de conmociones cerebrales que han sufrido a lo largo del tiempo. También se debe considerar que la mayoría de estos deportistas inician su práctica en promedio a los 6 años de edad y tienen un tiempo promedio de práctica de 15 años, esto aumenta la posibilidad de sufrir CC repetidos e incluso subregistrados a lo largo de la vida del deportista. La presencia de CC en edades tempranas o en la juventud resulta en alteraciones en la memoria y la atención (Ramalho & Castillo, 2015).

La muestra coincide con los datos de la literatura, teniendo una media de práctica de 16 años y habiendo iniciado su práctica en la primera infancia (en torno a los 5-7 años). El inicio de los deportes de contacto antes de los 12 años tiene repercusiones a largo plazo (Alosco, et al., 2017). En conclusión, los resultados obtenidos confirman que, contrariamente a la creencia generalizada en el ámbito clínico, los CC clasificados dentro de los TCE-L no deben considerarse eventos banales. Los resultados de la evaluación neuropsicológica indican que a medio plazo el estado cognitivo de estos pacientes continúa alterado y que presentan problemas de memoria y atención ejecutiva.

REFERENCIAS

- Adams, R. D., Victor, M., Ropper, A. H., y Daroff, R. B. (1997). Principles of neurology.
- Alosco, M., Kasimis, A., Stamm, J., Chua, A. Baugh, C., Daneshvar, D., Stern, R. (2017). Age of first exposure to American football and long-term neuropsychiatric and cognitive outcomes. *Translational Psychiatry*, 7(9), 1236. doi:10.1038/tp.2017.197
- Arriaza, R. y Abarca, B. (2016). Conmoción cerebral en el karate deportivo: disminución en la frecuencia en los campeonatos mundiales de karate. *Revista Chilena de Neurocirugía* 42(1): 12-14
- Arellano A., A., Ramos S., M., Jaña B., E., Velozo D., T., Muñoz G., R., Orellana C., F., Varela H., A., Herrera A., P., Martínez T., C., Torres A., R., y Lamus A., L. (2019). Encefalopatía traumática crónica, definición, diagnóstico y prevención. Revisión de la literatura. *Revista Chilena De Neurocirugía*, 43(1), 69–73. <https://doi.org/10.36593/rev.chil.neurocir.v43i1.64>
- Broglio, S., Eckner, J., Paulson, H., Kutcher, J., (2012). Cognitive decline and aging: the role of concussive and subconcussive impacts. *Exercise of Sports Science. Review.* 40, 138–144. doi: 10.1097/JES.0b013e3182524273
- Barton C., Morris R., Rothlind J., Yaffe K. (2011). Videotelemedicina en una clínica de trastornos de la memoria: evaluación y manejo de ancianos rurales con deterioro cognitivo. *Revista de Telemedicina y Salud Electrónica* (10):789-93. doi : 10.1089/tmj.2011.0083.
- Bailes, J., Petraglia, A., Omalu, B., Nauman, E., Talavage, T., (2013). Rol de la subconmoción cerebral en la lesión cerebral traumática leve repetitiva. *Revista de Neurocirugía.* 119, 1235–1245. doi : 10.3171/2013.7.JNS 121822
- Brearly, Timothy W.; Shura, Robert D.; Martindale, Sarah L.; Lazowski, Rory A.; Luxton, David D.; Shenal, Brian V.; Rowland, Jared A. (2017). Administración de pruebas neuropsicológicas por videoconferencia: Una revisión sistemática y un metaanálisis. *Neuropsychology Review*, 27(2), 174–186. doi:10.1007/s11065-017-9349-1
- Chen, J. K., Johnston, K. M., Frey, S., Petrides, M., Worsley, K. y Ptito, A. (2004). Anormalidades funcionales en atletas sintomáticos con conmoción cerebral: un estudio de resonancia magnética funcional. *Neuroimage*, 22(1), 68-82. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2003.12.032>
- Chen AJ., D'Esposito M. (2010). Traumatismo craneoencefálico: del laboratorio a la atención primaria [corregida] y a la sociedad. *Neuron* 66:11—4. doi : 10.1016/j.neuron.2010.04.004.
- Cullum, C., Hynan, LS, Grosch, M., Parikh, M. y Weiner, MF (2014). Teleneuropsicología : Evidencia para la evaluación neuropsicológica basada en videoconferencia. *Revista de la Sociedad Internacional de Neuropsicología*, 20(10), 1028–1033. doi : 10.1017/S1355617714000873
- Cullum, CM, Weiner, MF, Gehrman, HR y Hynan, LS (2006). Viabilidad de la evaluación telecognitiva en la demencia. *Assessment*, 13(4), 385–390. <https://doi.org/10.1177/1073191106289065>
- Delaney, JS, Caron, JG, Correa, JA y Bloom, GA (2018). ¿Por qué los jugadores profesionales de fútbol americano deciden no revelar sus síntomas de conmoción cerebral durante un entrenamiento o partido? *Revista Clínica de Medicina Deportiva*, 28(1), 1-12. doi : 10.1097/JSM.0000000000000495.
- Echemendia RJ (2006) Evaluación y manejo de la conmoción cerebral: una perspectiva neuropsicológica. En: Slobounov S., Sebastianelli W. (eds.) *Fundamentos de las lesiones cerebrales relacionadas con el deporte.* Springer, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/0-387-32565-4_19
- Echemendia, RJ, Iverson, GL, McCrea, M, Macciocchi, SN, Gioia, GA, Putukian, M, Comper, P (2013). Avances en la evaluación neuropsicológica de la conmoción cerebral relacionada con el deporte. *British Journal of Sports Medicine*, 47(5), 294-298. doi:10.1136/bjsports-2013-092186
- Gennarelli, TA, Segawa, H., Wald, U. et al. (1982). Respuesta fisiológica a la aceleración angular de la cabeza. En: *Traumatismo craneal: Aspectos básicos y clínicos* (Grossman RG, Gildenberg PL, eds.). Raven Press, Nueva York, 129-140.

- Grosch, MC, Gottlieb, MC y Cullum, CM (2011). Recomendaciones prácticas iniciales para teleneuropsicología. *The Clinical Neuropsychologist*, 25(7), 1119–1133. doi:10.1080/13854046.2011.609840
- Goswami, R., Dufort, P., Tartaglia, MC, Green, RE, Crawley, A., Tator, CH, ... y Davis, KD (2016). Correlatos frontotemporales de la impulsividad y el aprendizaje automático en atletas profesionales retirados con antecedentes de múltiples conmociones cerebrales. *Estructura y función cerebral*, 221(4), 1911-1925. <https://doi.org/10.1007/s00429-015-1012-0>
- Guskiewicz, K., Marshall, S., Bailes, J., McCrea, M., Cantu, R., Randolph, C., Jordan, B. (2005). Asociación entre la conmoción cerebral recurrente y el deterioro cognitivo en la vejez en jugadores profesionales de fútbol americano retirados. *Neurocirugía*, 57(4), 719-726. doi:10.1227/01.neu.0000175725.75780
- Guskiewicz KM, Register-Mihalik J, McCrory P, et al. (2013). Enfoque basado en la evidencia para la revisión del SCAT2: introducción del SCAT3. *British Journal of Sports Medicine* 47:289-293 <http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2013-092225>
- Hildebrand R., Chow H., Williams C., Nelson M., y Wass P. (2004). Viabilidad de la evaluación neuropsicológica de adultos mayores mediante videoconferencia: implicaciones para la evaluación de la capacidad de vida independiente. *Diario de Telemedicina y Telesistencia*, 10, 130-134. doi : 10.1258/135763304323070751
- Infocop (2015). El artículo sobre neuropsicología en el caso de la conmoción cerebral, según la APA. http://www.infocop.es/view_article.asp?id=5636
- Jacobsen SE, Sprenger T., Andersson S. y Drogstan J. (2003). Evaluación neuropsicológica y telemedicina: Un estudio preliminar que examina la fiabilidad de los servicios de neuropsicología prestados por telecomunicación. *Journal of the International Neuropsychological Society: JINS*, 9, 472–478. doi : 10.1017/S1355617703930128.
- Langlois, JA, Rutland-Brown, W., Wald, MM (2006). Epidemiología e impacto de la lesión cerebral traumática: una breve reseña. *Revista de Rehabilitación de Traumatismos Craneoencefálicos* 21(5):375-8. doi : 10.1097/00001199-200609000-00001. PMID: 16983222.
- Lebel, C., Walker, L., Leemans, A., Phillips, L., Beaulieu, C. (2008). Maduración microestructural del cerebro humano desde la infancia hasta la edad adulta. *Neuroimage*, 40(3), 1044-1055. doi:10.1016/j.neuroimage.2007.12.053
- Leddy, JJ, Sandhu, H., Sodhi, V., Baker, JG, y Willer, B. (2012). Rehabilitación de la conmoción cerebral y el síndrome posconmocional. *Sports Health*, 4(2), 147–154. <https://doi.org/10.1177/1941738111433673>
- Lezak, MD, Howieson, D., Bigler, E., y Tranel, D. (2012). *Evaluación neuropsicológica* (5.ª ed.). Nueva York: Oxford University Press.
- Loh, PK, Ramesh, S., Maher, J., Saligari, L., Flicker, L. y Goldswain, P. (2004). ¿Es posible evaluar a distancia a los pacientes con demencia? El uso de la telemedicina y las evaluaciones estandarizadas. *Revista de Medicina Interna*, 34, 239-242. DOI: 10.1111/j.1444-0903.2004.00531.x
- Kochanek, P.; Clark, R.; Ruppel, R.; Adelson, P.; Bell, M.; Whalen, M.; Robertson, C.; Satchell, M.; Seidberg, N.; Marion, D.; Jenkins, L. (2000). Mecanismos bioquímicos, celulares y moleculares en la evolución del daño secundario tras un traumatismo craneoencefálico grave en lactantes y niños: Lecciones aprendidas en la práctica clínica. *Medicina de Cuidados Críticos Pediátricos*, 1(1), 4–19. doi:10.1097/00130478-200007000-00003
- Koerte, I.; Hufschmidt, J.; Muehlmann, M.; Tripodis, Y.; Stamm, J.; Pasternak, O.; Giwerc, M.; Coleman, M.; Baugh, C.; Fritts, N.; Heinen, F.; Lin, A.; Popa, R.; Shenton, M. (2015). Cavum Septi Pellucidi en exjugadores de fútbol profesional sintomáticos. *Revista de Neurotrauma*, 3880–. doi:10.1089/neu.2015.3880
- Manley, GT, Gardner, A., Schneider, K., Guskiewicz, K., Bailes, Ju., Cantu, R., Castellani, R., Turner, M., Jordan, B., Randolph, C., Dvořák, J., Hayden, K., Tator, C., McCrory, P., Iverson, G. (2017). Una revisión sistemática de los posibles efectos a largo plazo de la conmoción cerebral relacionada con el deporte. *British Journal of Sports Medicine*, 51(12), 969-977. doi:10.1136/bjsports-2017-097791
- McCrory, P., Meeuwisse, W., Johnston, K., Dvorak, J., Aubry, M., Molloy, M. y Cantu, R. (2009). Declaración de consenso sobre conmoción cerebral en el deporte: Tercera Conferencia Internacional sobre Conmoción Cerebral en el Deporte, Zúrich, noviembre de 2008. *Revista Sudafricana de Medicina Deportiva*, 21(2).
- McCrory, P., Meeuwisse, WH, Aubry, M., Cantu, RC, Dvorak, J., Echemendia, RJ, ... y Turner, M. (2013). Declaración de consenso sobre la conmoción cerebral en el deporte: IV Conferencia Internacional sobre Conmoción Cerebral en el Deporte, celebrada en Zúrich en noviembre de 2012. *PM&R*, 5(4), 255-279. <https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2013.02.012>
- McKee, AC, Stein, TD, Nowinski, CJ, Stern, RA, Daneshvar, DH, Alvarez, VE, ... y Cantu, RC (2013). El espectro de la enfermedad en la encefalopatía traumática crónica. *Brain*, 136(1), 43-64. <https://doi.org/10.1093/brain/aws307>
- McKee AC, Cantu RC, Nowinski CJ, Hedley-Whyte ET, Gavett BE, Budson AE, Santini VE, Lee HS, Kubilus CA, Stern RA. (2019). Encefalopatía traumática crónica en deportistas: tauopatía progresiva tras traumatismo craneoencefálico repetitivo. *Revista de Neuropatología y Neurología Experimental*. 68(7):709-35. doi : 10.1097/NEN.0b013e3181a9d503.
- Montenigro, PH, Baugh, CM, Daneshvar, DH, Mez, J., Budson, AE, Au, R., ... y Stern, RA (2014). Subtipos clínicos de encefalopatía traumática crónica: revisión bibliográfica y criterios diagnósticos de investigación propuestos para el síndrome de encefalopatía traumática. *Investigación y terapia del Alzheimer*, 6(5), 1-17. <https://doi.org/10.1186/s13195-014-0068-z>
- Norton, C. (2018). Conmoción cerebral en el deporte: la importancia de un consejo de alta precisión y fiable.

- Enfermera de urgencias, 25(10). DOI: 10.7748/en.2018.e1724
- Nguyen, R., Fiest, KM, Mcchesney, J., Kwon, C., Jette, N., Frolkis, AD, et al. (2016). Incidencia internacional de traumatismo craneoencefálico: Revisión sistemática y metaanálisis. *Revista Canadiense de Ciencias Neurológicas* 43(6) 774-85. doi:10.1017/cjn.2016.290
- Omalu, B. I., DeKosky, S. T., Hamilton, R. L., Minster, R. L., Kamboh, M. I., Shakir, A. M., & Wecht, C. H. (2005, 2006). Chronic traumatic encephalopathy in a national football league player: part II. *Neurosurgery*, 59(5), 1086-1093. <https://doi.org/10.1227/01.NEU.0000245601.69451.27>
- Ortiz, M.I. y Murguía, G. (2017). Puntuaciones basales de la evaluación de conmoción cerebral en deportistas. *Revista Mexicana de Investigación en Cultura Física y Deporte*, 6 (8), 5-17.
- Pelegrín-Valero, C., Fernández-Guinea, S., Tirapu-Ustarroz, J., y Muñoz-Céspedes, J. M. (2001). Diagnóstico diferencial del síndrome posconmocional. *Revista de neurología*. 32(9) 867-884. DOI: <https://doi.org/10.33588/rn.3209.2000189>
- Pontifex, MB, Hillman, CH, Fernhall, B., Thompson, KM y Valentini, TA (2009). El efecto del ejercicio aeróbico y de resistencia agudo sobre la memoria de trabajo. *Medicina y ciencia en el deporte y el ejercicio*, 41(4), 927-934.
- Quijano, MC y Raven., MT (2011). Alteraciones cognitivas tras traumatismo craneoencefálico. *Acta colombiana de psicología* 14(1): 71-80. <https://colombianpsychology.catholic.edu.co/article/view/358>
- Ramalho, J., y Castle, M. (2015). Demencia resultante de una lesión cerebral traumática. *Demencia y neuropsicología*, 9(4), 356-368. <https://doi.org/10.1590/1980-57642015DN94000356>
- Ramos Galarza, C., Paredes, L., Andrade, S., Santillán, W., y González, L. (2016). Sistemas de atención focalizada, sostenida y selectiva en Universitarios de Quito-Ecuador. *Revista Ecuatoriana de Neurología* (25) 1-3
- Rawlings, S., Takechi, R., y Lavender, A. P. (2020). Effects of sub-concussion on neuropsychological performance and its potential mechanisms: A narrative review. *Brain Research Bulletin*, 165, 56-62. doi:10.1016/j.brainresbull.2020.09.021
- Rosselli, M., Matute, E., y Ardila, A. (2010). *Neuropsicología del desarrollo infantil*. Editorial El Manual Moderno.
- Rădoi, A., Poca, M. A., Cañas, V., Cevallos, J. M., Membrado, L., Saavedra, M. C., ... y Sahuquillo, J. (2018). Neuropsychological alterations and neuroradiological findings in patients with post-traumatic concussion: results of a pilot study. *Neurología*, 33(7), 427-437. DOI: 10.1016/j.nrl.2016.10.003
- Sampieri, R., Fernández, C., y Baptista, L. (2014). Capítulo 1. Definiciones de los enfoques cuantitativo y cualitativo, sus similitudes y diferencias en *Metodología de la investigación*, 6ed., McGraw Hill Education, México 2-21.
- Shaw, P, Greenstein, D, Lerch, J, Clasen, L, Lenroot, R, Gogtay, N, Giedd, J (2006). Capacidad intelectual y desarrollo cortical en niños y adolescentes. *Naturaleza*, 440(7084), 676-679. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16572172>
- Siegel, S., y Castellan, J. (2015). *Estadística no paramétrica, aplicada a las ciencias del comportamiento*. 4ª edición. Trillas.
- Stamm, JM, Koerte, IK, Muehlmann, M, Pasternak, O, Bourlas, AP, Baugh, CM, Shenton, ME (2015). La edad de la primera exposición al fútbol americano se asocia con alteraciones en la microestructura de la sustancia blanca del cuerpo calloso en exjugadores profesionales de fútbol americano. *Journal of Neurotrauma*, 32(22), 1768-1776. doi : 10.1089/neu.2014.3822
- Strain, JF; Womack, K.; Didehban, N.; Spence, J.; Conover, H.; Hart, J.; Kraut, M.; Cullum, C. (2015). Correlaciones por imagen de la memoria y el historial de conmociones cerebrales en atletas retirados de la Liga Nacional de Fútbol Americano (NFL). *JAMA Neurology*, 72(7), 773. doi:10.1001/jamaneurol.2015.0206
- Stuss, D. (2011). Traumatismo craneoencefálico: relación con la disfunción ejecutiva y los lóbulos frontales. *Current Opinion in Neurology*; 24:584-9. doi : 10.1097/WCO.0b013e32834c7eb9
- Tarazi, A., Tator, CH, y Tartaglia, MC (2016). Encefalopatía traumática crónica y trastornos del movimiento: actualización. *Current Neurology and Neuroscience Reports*, 16(5), 46. <https://doi.org/10.1007/s11910-016-0648-3>
- Tsushima, WT, Ahn, HJ, Siu, AM, Fukuyama, T., y Murata, NM (2018). Rendimiento en pruebas neuropsicológicas computarizadas de jugadores de fútbol americano juvenil en diferentes posiciones: Una comparación de jugadores de alto y bajo contacto. *Neuropsicología Aplicada: Niño*, 7(3), 217-223. <https://doi.org/10.1080/21622965.2017.1290530>
- Wadsworth, HE, Galusha-Glasscock, JM, Womack, KB, Quiceno, M., Weiner, MF, Hynan, LS, ... Cullum, CM (2016). Evaluación neuropsicológica remota en indígenas americanos rurales con y sin deterioro cognitivo. *Archivos de Neuropsicología Clínica*, 31(5), 420-425. doi:10.1093/arclin/acw030
- Wadsworth, HE, Dhima, K., Womack, KB, Hart, J., Weiner, MF, Hynan, LS y Cullum, CM (2018). Validez de la evaluación teleneuropsicológica en pacientes mayores con trastornos cognitivos. *Archivos de Neuropsicología Clínica*. doi:10.1093/arclin/acx140
- Wall, SE, Williams, WH, Cartwright-Hampton, S., Kelly, TP, Murray, J., Murray, M., Owen, A. y Turner, M. (2006). Disfunción neuropsicológica tras conmociones cerebrales repetidas en jinetes. *Revista de Neurología, Neurocirugía y Psiquiatría*, 77(4), 518-520. doi:10.1136/jnnp.2004.061044
- Williams W., Potter S. y Ryland H. (2010). Traumatismo craneoencefálico leve y síndrome posconmocional : una perspectiva neuropsicológica. *Revista de Neurología, Neurocirugía y Psiquiatría*; 81:1116-1122 doi:10.1136/jnnp.2008.171298