



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN PSICOLOGÍA

**“Caracterización neuropsicológica de taekwondoines con historia de
conmoción deportiva”**

TESIS
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE
MAESTRA EN PSICOLOGÍA

PRESENTA:

Lic. Diana Michelle Flores Isabel

Tutor Principal: Dra. Gabriela Orozco Calderón
Facultad de Psicología, Universidad Nacional Autónoma de México

Miembros del Comité Tutor:

Dra. Itzel Graciela Galán López
Facultad de Psicología, Universidad Nacional Autónoma de México

Dra. Andrómeda Ivett Valencia Ortiz
*Instituto de Ciencias de la Salud, Universidad Nacional Autónoma del Estado
de Hidalgo*

Dra. Azalea Reyes Aguilar
Facultad de Psicología, Universidad Nacional Autónoma de México

Dra. Elizabeth Aveleyra Ojeda
*Facultad de Psicología, Universidad Autónoma del Estado de Morelos
Ciudad Universitaria, Cd. Mx., Abril 2024*



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Poème III

*On me parle du big bang
du début de la terre
et peut-être de sa fin
mais moi
je cherche mon début
toujours
mon commencement
toujours
et je le sens
je le sais
j'ai un big bang en moi
enfermé camouflé
tout a prêt à exploser
à rendre ses soleils
ses lunes
ses comètes
ses trous noirs
et ses flammes.*

*À brûler
à crier
et à rire.*

Laurent Theillet

Agradecimientos

Con mucho cariño y afecto quiero agradecer a todas las personas que fueron parte de este logro

Gracias a mis padres y hermanos por apoyarme de manera incondicional y creer en mí en todo momento

Gracias a mi amigo y compañero de vida Edwin, por escucharme y apoyarme en los momentos más difíciles

Gracias a mis amigas Nayeli, Kenia y Brenda quienes fueron mis compañeras de desvelos, risas y aventuras

Gracias a la Dra. Sandra Juárez quien tuvo la amabilidad y paciencia de guiar mi formación profesional

Gracias a la Dra. Gabriela Orozco quien me abrió las puertas de su laboratorio y me motivó a concluir este proyecto

Gracias a mi comité, por sus valiosas observaciones y comentarios

Gracias a Elsa, por su dedicación y disposición para colaborar en este proyecto

Gracias a la profesora Viki y a amigos taekwondoines: Mary, Saúl, Joshua y Melisa. Por alentarme a enfrentar cualquier obstáculo y ser parte esencial de mi crecimiento como artista marcial

Gracias a mis pacientes quienes me motivan a seguir creciendo profesionalmente

Gracias a la Universidad Nacional Autónoma de México y al Colegio de Ciencias y Humanidades por abrirme las puertas del mundo científico

CONTENIDO

Resumen.....	5
Introducción.....	5
Capítulo 1. Taekwondo.....	9
1.1 Historia	
1.2 Reglamento y características	
1.3 Factores de riesgo en la práctica deportiva del taekwondo	
Capítulo 2. Conmoción cerebral.....	12
2.1 Definición y etiología	
2.2 Síntomas de la conmoción	
2.3 Mecanismos neuronales de la conmoción	
2.4 Síndrome post conmoción	
Capítulo 3. Neuropsicología en la conmoción cerebral.....	17
3.1 Evaluación neuropsicológica	
3.2 Alteraciones atencionales en la conmoción cerebral	
3.3 Alteraciones de memoria en la conmoción cerebral	
3.4 Alteraciones motoras en la conmoción cerebral	
3.5 Alteraciones en la funciones ejecutivas en la conmoción cerebral	
Capítulo 4. Procesamiento cognitivo y alteraciones psiquiátricas relacionadas con el deporte y el Taekwondo.....	21
4.1 Procesamiento atencional	
4.2 Procesamiento de la memoria	
4.3 Procesamiento motor	
4.4 Procesamiento de las funciones ejecutivas	
4.5 Alteraciones psiquiátricas	
Método.....	26
Resultados.....	34
Discusión.....	41
Referencias.....	51
Anexos.....	69

Resumen

Las conmociones deportivas, también conocidas como traumatismo craneoencefálico leve, son un problema de salud mundial. Son causadas por una fuerza externa que es transmitida a la cabeza, lleva consigo una amplia gama de síntomas físicos, cognitivos y psiquiátricos. En las artes marciales, particularmente en el taekwondo existe un mayor riesgo de sufrir una conmoción cerebral, se han reportado 79.3 lesiones por cada 1,000 exposiciones. Cabe destacar que el periodo de resolución de síntomas es de aproximadamente 3 meses, sin embargo, los síntomas pueden persistir hasta un año después de la conmoción. En consecuencia, es imprescindible el papel del neuropsicólogo en la identificación y tratamiento de los síntomas post conmoción. El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar las funciones cognitivas y los síntomas psiquiátricos de taekwondoines con historia de conmoción deportiva (TACH). Participaron 15 taekwondoines con historia de conmoción deportiva y 15 personas que pertenecieron al grupo control. En primera instancia, se les aplicó a los participantes una entrevista semiestructurada que consistía en conocer datos sociodemográficos, antecedentes médicos, consumo de sustancias, tiempo y frecuencia de la práctica deportiva en el caso de los taekwondoines con historia de conmoción deportiva. A continuación, se les aplicó el Acute Concussion Evaluation (ACE) al grupo de los TACH con base en el golpe más fuerte que han recibido durante sus entrenamientos o competencias; mientras que al grupo control se les aplicó con base en el golpe más fuerte que han tenido durante su vida cotidiana (p.ej. caídas, accidentes automovilísticos, asaltos u otras causas). Finalmente se aplicaron subpruebas del Neuropsi Atención y Memoria; así como la escala SCL-90 para evaluar los dominios cognitivos y el estado emocional. Dentro de los hallazgos se destaca la caracterización de los síntomas de conmoción deportiva en los TACH, tales como dolor de cabeza y dificultades para concentrarse en los TACH. Asimismo, el grupo de TACH mostró mejor desempeño en el control inhibitorio que el grupo control. Por otra parte, no se encontraron diferencias significativas en los síntomas psiquiátricos entre el grupo experimental y el grupo control. En conclusión, el presente trabajo aporta evidencia de los síntomas de conmoción en los TACH. De acuerdo con el reporte de los TACH, se identifican síntomas físicos como el dolor de cabeza, problemas del equilibrio, mareo y

problemas visuales. En la parte emocional, se identifican síntomas de depresión y pensamientos obsesivo-compulsivos. En cuanto a los síntomas cognitivos se reportan confusión, sensación de enlentecimiento y dificultad para concentrarse. Sin embargo, en la evaluación neuropsicológica se observa discreta mejoría en el desempeño del control inhibitorio. Cabe destacar que esta muestra cuenta con alta escolaridad, lo que les permite tener una recuperación óptima de los síntomas de conmoción.

La detección oportuna de los síntomas de conmoción permitirá implementar protocolos médicos y neuropsicológicos con el fin de que los deportistas puedan tener un retorno óptimo al deporte y a su vida cotidiana. De esta manera se pretende mantener su rendimiento físico, cognitivo y emocional durante las competencias y entrenamientos. Asimismo, es importante proporcionar psicoeducación a los entrenadores en la detección y manejo de los síntomas de conmoción, con el propósito de que sus deportistas puedan recibir atención temprana y especializada; además de prevenir el síndrome post conmoción.

Palabras clave: traumatismo craneoencefálico leve, deporte de combate, conmoción, posconmoción, evaluación neuropsicológica

Introducción

La conmoción deportiva se define típicamente como una lesión sostenida por un golpe directo o fuerza impulsiva que se transmite a la cabeza (Dech et al., 2019). Se estima que en promedio del 80 a 90% de las lesiones en la cabeza se clasifican como conmoción cerebral o traumatismo craneoencefálico leve (TCE). De acuerdo con el centro para el control y la prevención de enfermedades en los Estados Unidos, el 10% de todos los deportistas sufren de una conmoción cerebral anualmente (Moreland & Barkley, 2021).

Debido a la presencia de impactos tanto de forma intencional como accidental en la región de la cabeza, aquellos deportistas que participan en combates corren un mayor riesgo de sufrir una conmoción cerebral. Se reporta que la incidencia de conmoción cerebral es de 20,8 por 100 peleas de boxeo, y un 14.7 por 100 exposiciones en artes marciales (Brown et al., 2020). En el caso del taekwondo se encontró que la tasa de incidencia es de 79.3 lesiones por cada 1,000 exposiciones, siendo las más frecuentes las conmociones y los esguinces (Lystad et al., 2009).

El TCE leve o conmoción puede presentarse con una amplia gama de signos y síntomas clínicos, que incluyen signos físicos (pérdida del conocimiento, amnesia), cambios de comportamiento (irritabilidad), deterioro cognitivo (tiempos de reacción más lentos, dificultades para recordar información), alteraciones del sueño (somnolencia), síntomas somáticos (dolores de cabeza, fotosensibilidad, vómitos, mareos), síntomas cognitivos (sensación como en una niebla, desorientación, aturdimiento, confusión), o síntomas emocionales (depresión, ansiedad, irritabilidad) (Daneshvar et al., 2011).

De manera particular, en la conmoción se producen alteraciones neuroquímicas en el cerebro. El flujo iónico provoca disfunción metabólica y desequilibrio energético, que a su vez contribuyen a respuestas neuro inflamatorias que afectan la neurotransmisión de neuronas individuales (Giza & Hovda, 2014). Una causa adicional de alteración de la neurotransmisión es la lesión axonal causada por las fuerzas mecánicas de corte y estiramiento (McGinn & Povlishock, 2015). Asimismo, se ven afectadas la integridad vascular y la función de las células

gliales, que exacerbaban el daño existente y aumentan la neuroinflamación (Patterson & Holahan, 2012).

A nivel de redes neuronales, las alteraciones de la red son prominentes en las regiones frontoparietales después de una conmoción cerebral (Chamard et al., 2014), lo que puede deteriorar el procesamiento de la información (Shumskaya et al., 2012). Particularmente, diversos estudios han identificado alteraciones en las redes del estado de reposo (default mode network), lo que afecta a otros procesos cognitivos como la autoconciencia, la memoria de trabajo, la atención y el control ejecutivo (Sours et al., 2013).

Respecto a la evaluación en la conmoción cerebral, las pruebas neuropsicológicas se han convertido en el medio para determinar los cambios cognitivos referidos por los deportistas (Patricios et al., 2023). Hay muchas razones para el uso de pruebas neuropsicológicas en la evaluación de conmociones cerebrales. En primer lugar, las pruebas neuropsicológicas son sensibles a los déficits en atención y concentración, memoria de trabajo, velocidad de procesamiento de la información y tiempo de reacción (Schatz & Zillmer, 2003). Asimismo, las pruebas neuropsicológicas son útiles para establecer pautas de retorno al juego (Erlanger et al., 2001), lo cual permite rastrear los síntomas posteriores a la conmoción cerebral en deportistas que han sufrido más de una conmoción en sus carreras (Patricios et al., 2023).

Capítulo 1. Taekwondo

1.1 Historia

El taekwondo es un arte marcial coreano que se traduce como "el camino de las patadas y los puños". Después de la ocupación coreana por Japón, el Sistema Educativo Japonés se impuso en las escuelas coreanas y se enseñaron formas deportivas como de Judo y Kendo. En 1909, Japón prohibió la práctica de las artes marciales en Corea. Sin embargo, después de la Segunda Guerra Mundial en 1945 y tras la liberación del país por los aliados, los maestros coreanos se apresuraron en querer resucitar sus antiguas técnicas de combate, (con su realce en las técnicas de pie). Se formaron las tres principales escuelas de Taekyon en Seúl, llamadas Song Bak Taekyon (Estilo de las afueras de Seúl), Chongro Taekyon (Barrio de Seúl), Kurigae Taekyon (Hoy el barrio de Euljiro) (Federación Mexicana de Taekwondo, s.f).

En 1952, con el comienzo de la guerra entre las dos Coreas en 1950, las artes marciales coreanas atraen la atención, el Presidente Syngman Rhee presenció una demostración de maestros coreanos, y se decidió que el Tae Kyon comenzará a ser enseñado a todas las fuerzas militares. Después de la guerra aparecieron tres escuelas más: Ji Do Kwan, Song Moo Kwan y Oh Do Kwan. La mayoría de los estilos se asociaron para crear un único nombre que identificara a todas aquellas escuelas que eran conocidas en Occidente como Karate Coreano. El primer nombre que se eligió para éstas fue el de Tae Soo Do, (El Arte de la Mano China), aunque se cambió en 1957 por el de Taekwon-Do, nombre más parecido al antiguo Tae Kyon (Federación Mexicana de Taekwondo, s.f).

1.2 Reglamento y características

El objetivo del taekwondo es que el deportista pateé y golpee al oponente. Los combates se disputan en una área octogonal, constan de tres rondas de dos minutos cada una, con descansos de un minuto entre rondas. Los puntos válidos son los siguientes (World Taekwondo Federation, 2023):

- Un (1) punto por un puño válido al protector del tronco
- Un (1) punto por “Gam-jeon” (amonestación por incumplimiento de reglas)
- Dos (2) puntos por una patada válida al protector de tronco
- Tres (3) puntos por una patada válida a la cabeza
- Cuatro (4) puntos por una patada válida con giro al protector de tronco
- Cinco (5) puntos por una patada válida con giro a la cabeza

Respecto a la división por categorías en Juegos Olímpicos, están divididas de la siguiente manera (World Taekwondo Federation, 2023):

División masculina		División femenina	
Debajo de 58 kg	Sin exceder los 58 kg	Debajo de 49 kg	Sin exceder los 49 kg
Debajo de 68 kg	Arriba de los 58 kg sin exceder los 68 kg	Debajo de 57 kg	Arriba de los 49 kg sin exceder los 57 kg
Debajo de los 80 kg	Arriba de los 68 kg sin exceder los 80 kg	Debajo de los 67 kg	Arriba de los 57 kg sin exceder los 67 kg
Arriba de 80 kg	Arriba de 80 kg	Arriba de 67 kg	Arriba de 67 kg

1.3 Factores de riesgo en la práctica deportiva del taekwondo

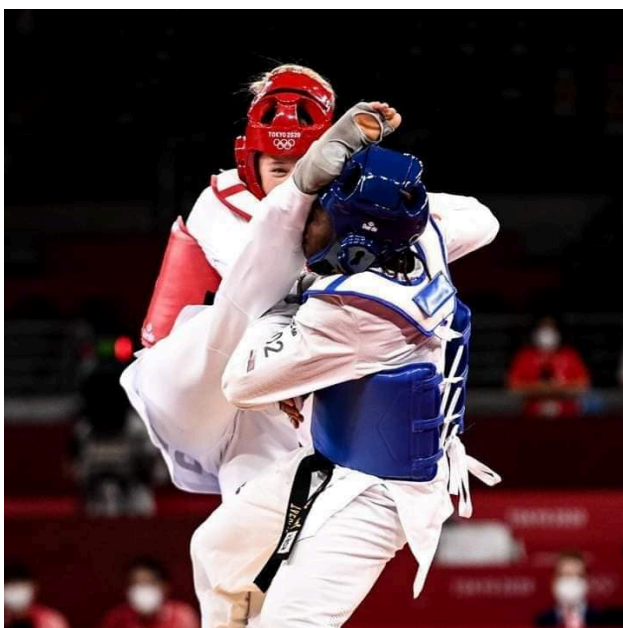
Un factor de riesgo en el ámbito deportivo se define como una condición, objeto o situación que puede ser una fuente potencial de daño para las personas (Fuller & Drawer, 2004). Los factores de riesgo se clasifican en intrínsecos y extrínsecos (van Mechelen et al., 1992). Los factores de riesgo intrínsecos son los determinantes específicos del deportista individual (es decir, desde dentro del cuerpo), que incluyen edad, sexo, características antropométricas, condición física, flexibilidad, desequilibrio muscular y el tiempo de reacción (Fuller & Drawer, 2004). Mientras los factores de riesgo extrínsecos son determinantes que existen en el entorno (es decir, desde fuera del cuerpo), que incluyen, por ejemplo, el nivel de

juego, la superficie de juego, el uso de equipos de protección y las reglas del juego (Cassell et al., 2003).

Específicamente en el taekwondo, existen diversos factores de riesgo: el género, el peso de la categoría y la falta de técnica durante el combate. En un estudio llevado a cabo por Kazemi y colaboradores (2004), se analizaron los registros de lesiones deportivas del Equipo Nacional de Taekwondo de Canadá. Se encontró que en el ámbito competitivo los hombres tienden a lesionarse principalmente a través de esguinces y disfunciones articulares, mientras que en las mujeres la conmoción cerebral es la principal causa de deterioro funcional con una incidencia de 15.2 lesiones por cada 1000 exposiciones (Kazemi et al., 2004).

Los resultados previamente mencionados coinciden con lo reportado por Pieter y colaboradores (2012) quienes realizaron una revisión sistemática de las lesiones deportivas en taekwondoines, de acuerdo con sus hallazgos la principal lesión fue la conmoción cerebral ocurriendo en 42,7% en los hombres y 62,7% en las mujeres. Asimismo, se ha reportado que los taekwondoines que no ponen en práctica las estrategias de bloqueo en el combate tienen mayor incidencia de conmociones cerebrales (Lystad et al., 2013).

Figura 1. *Combate en el Taekwondo*



Capítulo 2. Conmoción deportiva

2.1 Definición y etiología

En 2013, la Academia Americana de Neurología definió la conmoción cerebral como un "síndrome clínico de alteración biomecánicamente inducida de la función cerebral, el cual típicamente afecta la memoria y la orientación, lo que puede involucrar pérdida de consciencia." (citado en Mullaly, 2017). Una conmoción cerebral es una lesión cerebral traumática (TCE) inducida por una fuerza externa transmitida a la cabeza debido a un impacto directo o indirecto en la cabeza, la cara, el cuello o en cualquier otro lugar (Daneshvar et al., 2011).

El TCE leve o conmoción cerebral se puede distinguir del TCE moderado y severo, ya que se presenta como una alteración transitoria del nivel de alerta u orientación, nulo o sólo breve (0 a 30 minutos) pérdida del conocimiento, peri o post-amnesia traumática que dura menos de 24 horas, la aparición de síntomas neurológicos u otros síntomas inmediatos dentro de 1 a 2 días, y una puntuación en la escala de coma de Glasgow de 13 a 15 (Halabi, 2021).

La conmoción o TCE leve puede ocurrir en una amplia gama de circunstancias, los ejemplos más comunes incluyen TCE contundente no penetrante como caídas, asalto, latigazo cervical, deportes de contacto o colisión (Halabi, 2021).

De manera particular en las artes marciales, las reglas de muchos deportes de combate permiten un contacto directo, como técnicas de puñetazos, patadas y agarre en la cabeza y el cuello con el objetivo de incapacitar al oponente (Lystad, 2015; Noh et al., 2015 citado en Brown et al, 2020), aunque no directamente se debe apuntar a la cabeza y el cuello, ciertas técnicas de lanzamiento pueden llevar a lesiones por impacto con el suelo (Murayama et al., 2014; Stephenson & Rossheim, 2018 citado en Brown et al,2020).

2.2 Síntomas de la conmoción

El TCE leve o conmoción puede presentarse con una amplia gama de signos y síntomas clínicos, que incluyen signos físicos (pérdida del conocimiento, amnesia),

cambios de comportamiento (irritabilidad), deterioro cognitivo (tiempos de reacción más lentos, dificultades para recordar información), alteraciones del sueño (somnolencia), síntomas somáticos (dolores de cabeza, fotosensibilidad, vómitos, mareos), síntomas cognitivos (sensación como en una niebla, desorientación, aturdimiento, confusión), o síntomas emocionales (depresión, ansiedad, irritabilidad) (Daneshvar et al., 2011).

La pérdida de la conciencia es precipitada por las fuerzas de rotación en la unión del mesencéfalo y el tálamo, lo que da como resultado una transición de disrupción del sistema de activación reticular, aunque esta no siempre predice el resultado de la lesión, se usa como evidencia de que una lesión cerebral significativa ha ocurrido, en caso de que la pérdida del conocimiento sea prolongada sugiere una lesión más grave en lugar de una conmoción cerebral (Mullaly, 2017).

En cuanto a la función neurológica a menudo se presentan con un inicio rápido y se resuelve espontáneamente, por lo que muchas de las conmociones cerebrales no son reconocidas por los deportistas ni observadas por los entrenadores, dando como resultado un gran número de conmociones no reportadas ni tratadas (Daneshvar et al., 2011).

Además de las alteraciones cognitivas, la conmoción cerebral también tiene implicaciones psicológicas en el contexto deportivo, se han encontrado afectaciones en el estado de ánimo: ansiedad, depresión y suicidio (Covassin et al., 2017). Asimismo, Wiese-Bjornstal y colaboradores (2015) desarrollaron un modelo conceptual para plantear los tipos de respuestas psicológicas que ocurren después de una conmoción. De acuerdo con este modelo, los factores personales (gravedad de la lesión, diferencias físicas y psicológicas individuales) y situacionales (sociales y ambientales) influyen en la evaluación cognitiva del deportista y en las respuestas emocionales y conductuales a la conmoción cerebral.

Las épocas posteriores a la lesión incluyen un período inmediato (semana 1), el período agudo (semanas 1 a 6), el período post agudo o subagudo (semanas 7 a 12), y el período crónico posterior. Muchos individuos se recuperan rápidamente después de una conmoción cerebral desde horas a días normalmente de 1 a 2 semanas, aunque los síntomas pueden disiparse durante varias semanas, sin

embargo, el punto de referencia utilizado para la resolución completa de los síntomas es de 3 meses (Halabi, 2021).

2.3 Mecanismos cerebrales en la conmoción

En la conmoción se producen alteraciones neuroquímicas en el cerebro. El flujo iónico provoca disfunción metabólica y desequilibrio energético, que a su vez contribuyen a respuestas neuro inflamatorias que afectan la neurotransmisión de neuronas individuales (Giza & Hovda, 2014). Una causa adicional de alteración de la neurotransmisión es la lesión axonal causada por las fuerzas mecánicas de corte y estiramiento (McGinn & Povlishock, 2015). Asimismo, se ven afectadas la integridad vascular y la función de las células gliales, que exacerban el daño existente y aumentan la neuroinflamación (Patterson, Z., & Holahan, 2012).

Al mismo tiempo, existen múltiples circuitos de retroalimentación dentro del nivel celular. Por ejemplo, la lesión axonal aumenta aún más la neuroinflamación mediante la activación microglial (Ziebell et al., 2015). Estas variables y sus interrelaciones pueden permanecer en ciclos de regeneración-reparación o degeneración-disfunción (McGinn & Povlishock, 2015). Cabe destacar que los cambios neuroquímicos no se limitan a la fase aguda de la lesión, sino que pueden ocurrir días e incluso años después de una conmoción cerebral (Kovacs, 2016).

A nivel de redes neuronales, las alteraciones de la red son particularmente prominentes en las regiones frontoparietales después de una conmoción cerebral (Chamard et al., 2014), lo que puede deteriorar el procesamiento de la información (Shumskaya et al., 2012). Particularmente, diversos estudios han identificado alteraciones en las redes del estado de reposo (default mode network), lo que afecta a otros procesos cognitivos como la autoconciencia, la memoria de trabajo, la atención y el control ejecutivo (Sours et al., 2013).

Las secuelas conductuales y cognitivas de la conmoción cerebral se relacionan con las redes se ven afectadas. Por ejemplo, si el daño de la conmoción afecta un nodo central de procesamiento neuronal puede generar un impacto significativo en el funcionamiento. Sin embargo, si la lesión afecta a un pequeño ganglio periférico es posible que solo haya una interrupción mínima en la función, especialmente si la conectividad funcional se restablece redirigiendo la información

a través de otra vía intacta. La capacidad del cerebro para redirigir dependerá de la neuroplasticidad, la reserva neuronal y otras propiedades de la red de conectividad estructural y funcional (van den Heuvel et al., 2011; Roland et al., 2014).

2.4 Síndrome post conmoción

El término "síndrome post conmoción" se ha utilizado para describir un conjunto persistente de los síntomas después de una conmoción cerebral (Halabi, 2021). Dentro de la primera semana después de una conmoción cerebral, los estudios reportan disminuciones en los neurometabolitos (Henry, et al., 2011).

Otros estudios han demostrado efectos que duran semanas o meses más allá de este tiempo. Por ejemplo, Vagnozzi y colaboradores (2013) midieron los niveles de aspartato de N-acetil, creatinina y colina a los 3, 15, 30 y 45 días después de la conmoción mediante resonancia magnética y espectroscopía. Los participantes fueron 11 deportistas amateur con una edad entre 16 a 35 años, practicantes de fútbol soccer, alpinismo, box, basketball y rugby. Además, como criterios de inclusión se estableció tener una puntuación mayor a 14 en la Escala de Glasgow, no tener evidencia de lesión anatómica en los estudios de imagen, resultado normal en la exploración neurológica, presencia de síntomas físicos, cognitivos y emocionales relacionados a la conmoción. Los resultados reportan decremento en los niveles de aspartato N-acetil y creatinina, lo cual indica repercusiones en la integridad celular y la función mitocondrial.

Churchill y colaboradores (2020), llevaron a cabo un estudio longitudinal en deportistas con conmoción deportiva. Se evaluó la microestructura de la materia blanca mediante tensor de difusión (DTI) y la función cerebral en estado de reposo mediante resonancia magnética funcional de acuerdo con el nivel de presión sanguínea (BOLD fMRI) en 66 deportistas con recientes conmociones deportivas pertenecientes a equipos universitarios de volleyball, basketball, lacrosse y waterpolo. Se tomó como grupo control a 33 deportistas con historia de conmoción deportiva sin lesiones durante un periodo de 9 meses.

A los deportistas con historia de conmoción deportiva se les realizó los estudios de neuroimagen en la fase aguda de la lesión (1 a 7 días después de la conmoción), en la fase de retorno al juego (autorizada por el médico), al mes y al

año después de la conmoción. En este grupo se encontraron alteraciones en el mioinositol desde el momento en que los deportistas regresaron al entrenamiento hasta un mes y un año después. Los análisis posteriores identificaron correlaciones entre los valores de mioinositol y otros parámetros de resonancia magnética entre los deportistas conmocionados. Estos hallazgos sugieren que los diferentes niveles de mioinositol entre los deportistas conmocionados se asocian con alteraciones en la microestructura tisular y la función cerebral durante el curso de la recuperación de la conmoción cerebral.

Los factores de riesgo que se han asociado con una recuperación prolongada son: la existencia de problemas de aprendizaje, trastornos del sueño y del estado de ánimo, o un traumatismo craneoencefálico preexistente (Moreland & Barkley, 2021). Sin embargo, otro factor esencial en la recuperación es la reserva cognitiva.

Satz (1993) propone que los individuos tienen diferentes cantidades de "reservas" que actúan como amortiguadores cuando el cerebro sufre una lesión. Los amortiguadores pueden ser factores protectores (moderan la capacidad del cerebro para resistir la lesión inicial) y factores promotores (facilitan la reparación y la recuperación después de la lesión; Bigler & Stern, 2007). Los factores protectores a menudo se refieren a características físicas como el volumen intracraneal o la relación ventrículo-cerebro; mientras que los factores promotores se refieren a la eficiencia de procesamiento de las redes neuronales (Stern, 2002). Este último aspecto también se conoce como reserva cognitiva y generalmente se asocia con el coeficiente intelectual y variables socioeconómicas como el nivel educativo y ocupacional (Levi et al., 2013). Particularmente en la conmoción, una menor reserva cognitiva se ha relacionado con mayor permanencia de los síntomas en veteranos varones (Luis et al., 2003) y niños (Fay et al., 2009). Asimismo, Stulemeijer y colaboradores (2008) encontraron que un nivel educativo más bajo se asocia con un mayor riesgo de retraso en el regreso al trabajo y presencia de síntomas hasta 6 meses después de la lesión.

Capítulo 3. Neuropsicología en la conmoción cerebral

3.1 Evaluación neuropsicológica

Respecto a la evaluación en la conmoción cerebral, las pruebas neuropsicológicas se han convertido en el medio para determinar los cambios cognitivos referidos por los deportistas (Patricios et al., 2023). Hay muchas razones para el uso de pruebas neuropsicológicas en la evaluación de conmociones cerebrales. En primer lugar, las pruebas neuropsicológicas son sensibles a los déficits en atención y concentración, memoria de trabajo, velocidad de procesamiento de la información y tiempo de reacción (Schatz & Zillmer, 2003). Asimismo, las pruebas neuropsicológicas son útiles para establecer pautas de retorno al juego (Erlanger et al., 2001), lo cual permite rastrear los síntomas posteriores a la conmoción cerebral en deportistas que han sufrido más de una conmoción en sus carreras (Patricios et al., 2023).

Respecto a las pruebas de tamizaje, Zhang y colaboradores (2016) realizaron un estudio comparativo en el que evaluaron a 103 pacientes con TCE y 127 con accidente cerebrovascular a través del Montreal Cognitive Assessment Test (Moca) y el Mini Mental (MMSE). Se encontró que el MOCA fue más sensible para identificar el deterioro cognitivo en los pacientes con TCE, particularmente mostraron peor desempeño en las subpruebas de orientación y en el recuerdo diferido.

Otra prueba útil que se ha utilizado para caracterizar las alteraciones neuropsicológicas en pacientes con TCE es el Neuropsi Breve. Quijano y colaboradores (2011) realizaron un análisis comparativo entre un grupo control y pacientes con TCE. Se evaluó un total de 39 pacientes con antecedente de TCE con mínimo de seis meses de evolución y 79 pacientes en grupo control; ambos grupos con una media de treinta y cuatro años de edad, sin diferencias significativas en la edad y escolaridad y sin antecedentes neurológicos y/o psiquiátricos. En el estudio el grupo con TCE mostró diferencias significativas en las tareas de orientación, atención, memoria, lenguaje, lectura y escritura en comparación con el grupo control (ver Anexo 1).

3.2 Alteraciones atencionales en la conmoción cerebral

En cuanto a la atención, se ha encontrado principalmente deterioro en la velocidad de procesamiento en pacientes con conmoción cerebral. Se evaluaron a dos grupos: el grupo experimental (con TCE grave) y un grupo control (personas sanas pareadas por escolaridad, edad y sexo). Ambos grupos fueron evaluados por medio de TAVR, dígitos inversos de WAIS III y subtest de retención de historietas de la Batería de Rivermead. Además, se obtuvieron imágenes a través de resonancia magnética y tensor de difusión. Los resultados muestran que los pacientes con TCE tuvieron menor desempeño en la velocidad de procesamiento. Asimismo, los valores de anisotropía fraccional se correlacionaron con la velocidad de procesamiento de la información. De manera específica, los mapas de anisotropía fraccional mostraron correlaciones de la velocidad de procesamiento con los fascículos asociativos (Junqué et al., 2011).

Asimismo, se han reportado deterioro en redes de atención específicas. Un estudio de pacientes con conmoción cerebral que realizaban la tarea de Redes Atencionales (ANT), encontró tiempos de respuesta más lentos, con déficits conductuales específicos observados para la orientación y la atención ejecutiva, lo que sugiere que las redes parietal y frontal, respectivamente, son las más vulnerables a las lesiones (van Donkelaar et al., 2005).

En otro estudio longitudinal de pacientes con conmoción se hallaron resultados similares, particularmente la atención de orientación se recuperó dentro de la primera semana después de la lesión, mientras que la atención ejecutiva permaneció afectada durante al menos un mes después de la lesión, lo que indica que las redes frontales se recuperan más lentamente que las redes parietales o pueden no recuperarse por completo (Halterman et al., 2006).

De manera similar, un estudio reciente de la actividad del EEG en participantes con conmoción que realizan la ANT concluyó que las redes frontales que subyacen al control ejecutivo de la atención son especialmente vulnerables a la disfunción neurológica y exhiben deficiencias en la asignación de recursos neuronales. Asimismo, la supresión de la actividad oscilatoria en las redes frontales

en la conmoción predice el deterioro de la atención ejecutiva (Shah et al., 2017; ver Anexo 2).

3.3 Alteraciones de memoria en la conmoción cerebral

De manera general, los pacientes con conmoción reportan quejas subjetivas de memoria, en estudios de imagen realizados a través de anisotropía fraccional y tensor de difusión, se ha identificado que el lóbulo temporal medial y el fórnix se encuentran afectados. Particularmente, las diferencias en anisotropía en el hipocampo y el fórnix se correlacionan con el desempeño en tareas de memoria asociativa y episódica (Jeter et al., 2013; Yallampalli et al., 2013).

En otro estudio llevado a cabo por Wammes y colaboradores (2017), se evaluó la memoria a corto plazo, la memoria semántica y episódica en adultos jóvenes y adultos mayores con conmoción (>1 año de la lesión). Dentro de los hallazgos, el grupo joven con conmoción tuvo dificultades para recuperar detalles de memorias episódicas en comparación con su grupo control pareado por edad y escolaridad.

Referente a la memoria a largo plazo, Broadway y colaboradores (2019) exploraron este tipo de memoria mediante la Prueba de Aprendizaje Verbal de Hopkins. Los resultados mostraron que los pacientes con conmoción subaguda y crónica se desempeñaron peor que los controles, recordando aproximadamente un 18% del volumen de palabras. De manera paralela, el desempeño en la memoria a largo plazo se relacionó con menor implementación de estrategias semánticas como forma de organización. Este deterioro se ha asociado con la corteza frontal, la cual ha sido implicada en la fisiopatología de la conmoción (ver Anexo 3).

3.4 Alteraciones motoras en la conmoción cerebral

Edwards & Christie (2017) estudiaron la funcionalidad de la corteza motora en individuos con conmoción cerebral, utilizaron estimulación magnética transcraneal (TMS) para medir la excitabilidad e inhibición de la corteza motora después de la conmoción cerebral en nueve individuos con conmoción cerebral y

catorce controles. Se encontró aumento en el umbral motor en reposo y mayor amplitud en los potenciales motores evocados, lo que sugiere una mayor excitabilidad corticoespinal en individuos con conmoción cerebral. Asimismo, se ha reportado que los cambios en la amplitud de los potenciales motores provoca la desincronización de las conexiones eferentes-descendentes que actúan sobre la neurona motora (ver Anexo 4).

3.5 Alteraciones en la funciones ejecutivas en la conmoción cerebral

Respecto a las funciones ejecutivas, en un estudio realizado por Caffey & Dalecki (2021), se evaluó el control inhibitorio en adultos jóvenes (de 18 a 23 años) con antecedentes de conmoción cerebral (con más de diez meses después de la lesión) en comparación con personas sanas. Se utilizó una versión computarizada del Stroop, donde se tomaron en cuenta los tiempos de reacción y los aciertos de la tarea. Los resultados revelaron una tasa de error significativamente más alta y mayor frecuencia de errores en los participantes con historial de conmoción cerebral al realizar la tarea Stroop. Estos hallazgos proporcionan evidencia de que existen déficits cognitivos residuales en adultos jóvenes con antecedentes de conmoción cerebral a lo largo del tiempo

En otro estudio realizado en pacientes con síntomas post conmoción se aplicaron dos pruebas neuropsicológicas: el *N-back* y el *PVSAT* con la finalidad de medir la capacidad de memoria de trabajo y velocidad de procesamiento. Entre sus hallazgos reportan que los pacientes con síntomas de conmoción presentaron afectaciones en la velocidad de procesamiento y en la memoria de trabajo (Dean & Sterr, 2013; Ver Anexo 5).

Capítulo 4. Procesos cognitivos y alteraciones psiquiátricas en el deporte y en el Taekwondo

4.1 Procesamiento atencional

El entrenamiento en artes marciales es una experiencia que no solo implica un alto nivel de entrenamiento motor, sino también un estado mental de concentración y reactividad ante estímulos ambientales. En una investigación, se comparó el desempeño atencional mediante el Attention Network Test (ANT) en artistas marciales (practicantes de Karate, Taekwondo, Kickboxing, Jiu Jitsu, Tai Chi, Judo, Thai Boxing y Kung Fu) y personas que no practicaban artes marciales. Los artistas marciales tenían experiencia mínima de dos años en su deporte. Los resultados indican que los artistas marciales fueron más eficientes en la red de alertamiento, los artistas marciales reaccionaron más rápido cuando se trataba de estímulos impredecibles o sin pistas (Johnstone & Marí-Beffa,2018).

La eficiencia en la red de alertamiento es indispensable en la práctica deportiva, debido a que durante el combate los artistas marciales necesitan analizar continuamente el cuerpo del oponente en busca de un momento para realizar un punto. Como esto puede suceder en cualquier momento determinado, el entrenamiento del combate puede transferirse a otras pruebas que impliquen la detección de objetivos a intervalos aleatorios (Johnstone & Marí-Beffa,2018).

El trabajo anterior coincide con lo reportado por Fabio & Towey (2018) quienes evaluaron el desempeño cognitivo de artistas marciales y personas no practicantes de artes marciales. Al mismo tiempo, el grupo de artistas marciales fue dividido de acuerdo al número de años de práctica: principiantes (con dos años de práctica), intermedios (con tres a seis años de práctica) y avanzados (con más de siete años de práctica). A ambos grupos se les aplicaron las Matrices de Raven, la Torre del Pensamiento Creativo y el Trail Making Test. De acuerdo con los resultados, los artistas marciales tienen mejor desempeño en la atención visual. Esta habilidad se presenta debido a que las artes marciales son un deporte dinámico en el que se necesitan tiempos de reacción rápidos y la capacidad de

alternar la atención en diferentes estímulos que se presentan simultáneamente (ver Anexo 6).

4.2 Procesamiento de la memoria

En la memoria, Misquitta y colaboradores (2018) compararon el efecto ocasionado por las conmociones en atletas profesionales retirados de la Canadian Football League (ex-CFL) con sujetos de control que no son atletas sin antecedentes de conmoción cerebral. En ambos grupos se llevó a cabo una resonancia magnética y se aplicaron: la entrevista semiestructurada Zurich Guidelines of Concussion, el Test de Aprendizaje Verbal de Rey, el Test de Aprendizaje Visual de Rey y el Inventario de Personalidad (PAI). Se encontró atrofia hipocampal en jugadores de football, particularmente lateralizado hacia el hipocampo izquierdo, lo cual se asoció con peor desempeño en la memoria verbal (ver Anexo 7).

4.3 Procesamiento motor

La evidencia en la parte motora también parece ser contradictoria. Por una parte, las conmociones deportivas ocasionan deterioro motriz en los deportistas. Cameron y colaboradores (2022) evaluaron a un grupo de mujeres practicantes de hockey y rugby durante la temporada 2017-2018, a quienes se les aplicó el Sport Concussion Assessment Tool (SCAT), el cual detecta los síntomas físicos, motores, cognitivos y emocionales de la conmoción. Los resultados indicaron que los síntomas motores persistieron durante un año en las deportistas, particularmente se observaron dificultades para mantener el equilibrio en un pie y en tándem.

Al contrario, existe evidencia que señala mayor eficiencia motora. En karatecas se han encontrado en el sistema sensoriomotor excitabilidad corticoespinal debido al entrenamiento del Karate (Moscatelli et al., 2016a). Asimismo, este fenómeno de excitabilidad corticoespinal se ha presentado en taekwondoinas (Moscatelli et al., 2016b). Cabe destacar que, algunas de estas vías coexisten con redes cognitivas, como las redes atencionales, lo que aumenta la posibilidad de encontrar cambios en la cognición de adultos neurotípicos (Johnstone & Mari-Beffa, 2018; ver Anexo 8).

4.4 Procesamiento de las funciones ejecutivas

En cuanto a las funciones ejecutivas, Esopenko y colaboradores (2017) realizaron un estudio comparativo entre un grupo de jugadores de hockey retirados y un grupo control pareado por edad, a quienes se les aplicaron las subpruebas de vocabulario, similitudes y matrices de la Escala de Inteligencia Wechsler y el Test de Wisconsin. El grupo de jugadores de hockey tuvo un bajo desempeño en los instrumentos aplicados, lo que sugiere que este grupo presenta déficits en la flexibilidad cognitiva y el razonamiento asociados a la conmovición deportiva.

Por otra parte, Harwood Gross y colaboradores (2021) encontraron que las personas que practican artes marciales muestran mejor desempeño en el funcionamiento ejecutivo. Estos investigadores realizaron una evaluación pre y post del funcionamiento cognitivo, la percepción de autoestima y agresividad, los niveles hormonales de oxitocina y cortisol en adolescentes con nivel socioeconómico bajo y problemas de conducta. Los participantes fueron divididos en dos condiciones: el grupo experimental (quienes recibían entrenamiento de artes marciales durante un mes) y el grupo control (quienes recibían clases de otros deportes como gimnasia y football). La evaluación cognitiva se realizó mediante la batería computarizada CANTAB, la Escala de autoestima de Rosenberg y la Escala de agresividad en adolescentes. Los hallazgos muestran que la práctica de las artes marciales, después de un periodo de 6 meses, mejora la velocidad de procesamiento y la inhibición cognitiva. Particularmente, la reactividad de la oxitocina predice la mejora en la velocidad de procesamiento y la reducción de los niveles de agresividad.

Además, Lakes y Hoyt (2004) demostraron que el taekwondo tiene repercusiones positivas en las funciones ejecutivas. En su investigación, se asignó aleatoriamente a 207 estudiantes de primaria en dos grupos: una mitad recibió clases de taekwondo y la otra mitad fue el grupo control. El entrenamiento del grupo experimental consistió en ejercicios de estiramiento, técnica de pateo, rompimiento de tablas y técnicas de respiración. Por otra parte, el grupo control realizó ejercicios de acondicionamiento físico y estiramiento. En ambos grupos se aplicó la Escala de Autorregulación (RCS), la Escala Conductual de Fortalezas y Dificultades (SDQT),

el Inventario de Autoestima y las subescalas de aritmética y dígitos en progresión del Weschler III. Los resultados indican que el grupo que recibió entrenamiento en el taekwondo lograron tener una mejor regulación conductual y mejor desempeño cognitivo en las tareas asociadas con el cálculo matemático.

En otro estudio longitudinal llevado a cabo por Lakes y colaboradores (2013), se implementó un programa de taekwondo en estudiantes de secundaria durante nueve meses y se midieron los efectos físicos y cognitivos de los niños. Los estudiantes se asignaron aleatoriamente a dos grupos: el grupo control tenía clases de educación física de dos a tres veces por semana y el grupo experimental tenía clases de taekwondo dos veces por semana. Las sesiones de taekwondo incluyeron técnicas y formas tradicionales (poomsae). Se evaluó a ambos grupos antes y después de implementar las clases mediante el Cuestionario Conductual de Fortalezas y Debilidades (SWAN), el Test de Funciones Cognitivas (Davidson et al., 2006) y el cálculo del índice de masa corporal. Los resultados señalan que el grupo que practicó taekwondo tuvo mejor control inhibitorio de acuerdo con el reporte de sus padres.

4.5 Alteraciones psiquiátricas

Referente a las implicaciones psicológicas de las conmociones en el contexto deportivo, se han encontrado afectaciones en el estado de ánimo: ansiedad, depresión y suicidio (Yang et al., 2015). En otro estudio van Ierssel y colaboradores (2022) llevaron a cabo una revisión sistemática, en donde identificaron tres variables asociadas con el retorno al juego después de la conmoción: a) el miedo (p.ej. conmociones repetidas, perder el status o prestigio como jugador o deportista); b) factores emocionales (p.ej. síntomas de ansiedad y depresión, percepción de estrés, salud mental); y c) factores contextuales (p.ej. apoyo social).

Wiese-Bjornstal y colaboradores (2015) desarrollaron un modelo conceptual para plantear los tipos de respuestas psicológicas que ocurren después de una conmoción. De acuerdo con este modelo, los factores personales (gravedad de la lesión, diferencias físicas y psicológicas individuales) y situacionales (sociales y

ambientales) influyen en la evaluación cognitiva del deportista y en las respuestas emocionales y conductuales a la conmoción cerebral.

Particularmente en el ámbito social, los deportistas tienden a sentir una sensación de conexión tanto con sus compañeros de equipo como con el equipo (es decir, identificación social). Aunque el sentido de conexión e identificación de los deportistas con su equipo puede cambiar en respuesta a eventos situacionales. De hecho, el grado en el que un deportista se identifica con su equipo se conecta con una serie de resultados positivos como la cohesión (Benson & Bruner, 2018). Por otra parte, los eventos de la vida que fracturan o interrumpen el sentido de conexión de una persona con un grupo social valioso (es decir, la pérdida de identidad social), pueden deteriorar el bienestar social del individuo (Praherso et al., 2017). A partir de la teoría autocategorización, un deportista lesionado puede experimentar una disminución en la identificación social como miembro del equipo debido a su incapacidad para participar en comportamientos sociales normativos asociados con la pertenencia al grupo (por ejemplo, practicar, competir en torneos). Si los deportistas se sienten desconectados de su equipo y / o confundidos sobre su nuevo papel como miembro lesionado, esto podría exacerbar las dificultades asociadas con las conmociones relacionadas con el deporte (Hornsey, 2008; ver Anexo 10).

Método

Justificación

Las artes marciales proporcionan beneficios en la cognición, particularmente se ha encontrado que mejora el desempeño en las funciones ejecutivas y en la regulación conductual. Sin embargo, los taekwondoines están expuestos constantemente a fuerzas de aceleración y desaceleración ocasionadas por los golpes y patadas implementadas en su deporte, lo que los hace vulnerables a tener conmoción cerebral. Dentro de los signos y síntomas que se pueden presentar se encuentran: los físicos (dolor de cabeza, vómitos, fotosensibilidad), alteraciones en el sueño, alteraciones en el estado de ánimo (síntomas de ansiedad y depresión) y alteraciones cognitivas (Daneshvar et al., 2011).

Una manera de monitorizar los efectos de la conmoción cerebral es mediante la evaluación neuropsicológica, estas pruebas se han convertido en el referente para determinar los cambios en el desempeño cognitivo del deportista durante la fase aguda, la fase de retorno al juego y la fase post conmoción (Patricios et al., 2023).

Los dominios cognitivos que principalmente se afectan en la conmoción cerebral son la atención, la memoria y las funciones ejecutivas. Respecto a la atención, se han encontrado afectaciones en la red de orientación y la red ejecutiva, la primera red recupera su funcionamiento dentro de la primera semana después de la lesión mientras que la segunda red ha permanecido afectada hasta un mes. Estudios con EEG han señalado que estas afectaciones se deben a alteraciones en las redes frontales y parietales. En cuanto a la memoria, se ha reportado menor desempeño en la codificación y evocación verbal en deportistas retirados. Este decremento se relaciona con atrofia hipocampal lateralizada del lado izquierdo. Referente a las funciones ejecutivas, los hallazgos indican que existen deficiencias en la flexibilidad cognitiva y el razonamiento (Esopenko et al., 2017; Dean & Sterr, 2013).

Además de las repercusiones cognitivas, se ha observado que los deportistas que tienen conmoción cerebral son susceptibles a tener síntomas de ansiedad y

depresión debido a las exigencias de su entorno. Principalmente se reporta preocupación por el regreso a los entrenamientos y la recuperación de su nivel competitivo, estas condiciones le dificultan reintegrarse a su práctica deportiva y alcanzar nuevamente su rendimiento físico (Covassin et al., 2017).

Referente a la normatividad en los casos de conmoción deportiva, en México solo se ha implementado un Protocolo de Conmoción Cerebral para la temporada 2021-2022 en futbolistas profesionales de la liga femenil de fútbol. Este documento aprobado y elaborado por el Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía permite identificar los síntomas de la conmoción cerebral e incluye una guía de pasos a seguir en caso de presentarse algún caso. Sin embargo, este protocolo no ha sido homogenizado en otros deportes, particularmente en el Taekwondo existe un mayor riesgo de lesiones ocasionadas por golpes y patadas, por lo que sería pertinente tener un protocolo que se implemente a fin de prevenir un deterioro físico, cognitivo y emocional en los deportistas (Liga BBVA, 2021).

En resumen, la práctica del taekwondo tiene importantes beneficios para las personas que lo practican. Sin embargo, debido a que están expuestos a presentar conmoción cerebral es necesario identificar los efectos en las funciones cognitivas y su estado emocional. Esto permitirá ampliar el campo de conocimiento sobre los signos y síntomas de conmoción en estos deportistas, y facilitará al equipo multidisciplinario desarrollar mejores estrategias de prevención e intervención en tareas de atención, memoria, motricidad y funciones ejecutivas; así como el manejo de los síntomas de desajuste emocional como la ansiedad y depresión.

Diseño experimental

Diseño no experimental transversal

Tipo de estudio

Descriptivo

Muestreo

Muestreo no probabilístico, voluntario

Pregunta de investigación

¿Qué funciones cognitivas se deterioran en taekwondoines con historia de conmoción deportiva?

Objetivo general

Comparar las funciones cognitivas y el estado emocional de taekwondoines con historia de conmoción deportiva y personas sanas

Objetivos específicos

Describir en los taekwondoines los puntajes de las tareas de atención, memoria y funciones ejecutivas

Identificar los signos y síntomas de conmoción en taekwondoines

Identificar los síntomas psiquiátricos que coexisten con la conmoción cerebral

Hipótesis

Los taekwondoines con historia de conmoción tendrán mayor deterioro cognitivo

Los taekwondoines con historia de conmoción presentarán síntomas psiquiátricos como ansiedad y depresión

Definición de variables

Variable independiente

- Taekwondoines

Conceptual: Del coreano *tae kwon do* “arte de lucha con manos y pies”. Se define como un arte marcial de origen coreano, que desarrolla especialmente las técnicas del salto (RAE, 2021; World Taekwondo Federation, 2023).

Operacional: Persona que practica taekwondo de manera amateur con mínimo 6 meses de entrenamiento

Variables dependientes

- Historia de conmoción deportiva

Conceptual: síndrome clínico de alteración biomecánicamente inducida de la función cerebral, la cual típicamente afecta la memoria y la orientación, lo que puede involucrar pérdida de consciencia (Mullaly, 2017)

Operacional: presencia de síntomas de conmoción durante el entrenamiento o competición obtenidos a través de la prueba Acute Concussion Evaluation

➤ Orientación

Conceptual: Permite establecer el nivel de conciencia y estado general de activación. Es la conciencia de sí mismo con relación a sus alrededores. Requiere de una confiable integración de la atención, percepción y memoria. Un deterioro en el proceso perceptual o en la función de la memoria puede desencadenar en un defecto específico de orientación. Su dependencia con las diferentes actividades mentales, hace que la orientación sea extremadamente vulnerable a los efectos de una disfunción cerebral (Lezak, 2004)

Operacional: se evaluará la atención sostenida mediante la cuantificación de la prueba de tiempo, espacio y persona (Neuropsi Atención y Memoria; Ostrosky, et al., 2012).

➤ Atención

Conceptual: proceso requerido para filtrar o seleccionar información. Este proceso ocurre en respuesta a la capacidad de procesamiento limitada (Heilman, 2002).

Operacional: se evaluará la atención sostenida mediante la cuantificación de la prueba de retención de dígitos en progresión y detección visual (Neuropsi Atención y Memoria; Ostrosky, et al., 2012).

➤ Memoria verbal

Conceptual: proceso cognitivo que permite registrar, codificar, consolidar, retener, almacenar y evocar la información previamente almacenada (Portellano, 2005).

Operacional: Fue dividida en memoria a corto plazo, memoria a largo plazo, curva de aprendizaje y uso de estrategias de memoria. Para la memoria a corto plazo se utilizará la cuantificación a partir de la codificación de la lista de palabras. Para la memoria a largo plazo se utilizará la cuantificación de la evocación de la lista de palabras (Neuropsi Atención y Memoria; Ostrosky, et al., 2012).

➤ Memoria visoespacial

Conceptual: capacidad para recordar mapas mentales e integrar elementos dentro de un todo organizado (Roselli, 2015).

Operacional: se evaluará la memoria visoespacial mediante la cuantificación de la codificación y evocación de la Figura de Rey-Osterreith (Neuropsi Atención y Memoria; Ostrosky, et al., 2012).

➤ Lenguaje

Conceptual: El lenguaje es un sistema de comunicación simbólico que se manifiesta a través de las lenguas, que son sistemas estructurados de signos que expresan ideas en los que la palabra es la representación. La expresión del lenguaje se realiza a través de la palabra y la escritura, mediante los órganos efectores musculares de las extremidades superiores y del sistema bucofonatorio (Portellano, 2005).

Operacional: se evaluará el lenguaje mediante la cuantificación de la prueba de fluidez verbal semántica y fonológica (Neuropsi Atención y Memoria; Ostrosky, et al., 2012).

➤ Habilidades motoras

Conceptual: comprende tanto el movimiento voluntario en sí mismo como los sistemas cerebrales que garantizan su adecuada coordinación. El control de la actividad motora voluntaria está representado por el sistema nervioso piramidal, que es el encargado de la realización de los actos motores que se inician de un modo consciente y deliberado (Portellano, 2005).

Operacional: se evaluará las praxias motoras mediante la cuantificación de la prueba de seguimiento de un objeto, reacciones opuestas, reacción de elección, cambio de posiciones de la mano y dibujos secuenciales (Neuropsi Atención y Memoria; Ostrosky, et al., 2012).

➤ Funciones ejecutivas

Conceptual: son definidas como las rutinas responsables de la monitorización y regulación de los procesos cognitivos durante la realización de tareas cognitivas complejas (Miyake et al., 2000).

Operacional: Para la puntuación de la memoria de trabajo se utilizará la puntuación de retención de dígitos en regresión, stroop y formación de categorías (Neuropsi Atención y Memoria; Ostrosky, et al., 2012).

➤ Trastornos psiquiátricos

Conceptual: Los trastornos mentales se definen en relación a las normas y valores culturales, sociales y familiares. La cultura proporciona marcos interpretativos que dan forma a la experiencia y expresión de los síntomas, signos y comportamientos que constituyen criterios para el diagnóstico. La cultura se transmite, se revisa y recrea dentro de la familia y de otras instituciones y sistemas sociales. La evaluación diagnóstica debe, por tanto, considerar si las experiencias, los síntomas y los comportamientos del individuo difieren de las normas socioculturales y crean problemas de adaptación en las culturas de origen y en determinados contextos sociales o familiares (APA, 2014).

Operacional: puntuaciones obtenidas en el instrumento SCL-90 (Derogatis et al., 1973; validación en población mexicana Fuentes et al., 2005).

Participantes

Participaron 15 taekwondoines con historia de conmovión deportiva y 15 personas que conformaron el grupo control seleccionados a partir de un muestreo por conveniencia. Como criterios de inclusión, se les solicitó a los participantes de cada grupo que tuvieran una edad comprendida entre 18-35 años, nivel de estudios mínimo de bachillerato, visión normal o corregida y sin presencia de daltonismo. Adicionalmente, al grupo de taekwondoines se les solicitó tener una práctica mínima de 6 meses en el deporte. Como criterios de exclusión, se eliminaron aquellas personas que tuvieran consumo de sustancias o medicamentos que afectaran al sistema nervioso y/o presencia de enfermedades neurodegenerativas como Alzheimer, Parkinson, esclerosis múltiple y epilepsia (Tabla 1).

Tabla 1. Datos sociodemográficos del grupo TAHC y grupo control

	Edad		Sexo		Escolaridad		
	M	SD	Hombre	Mujer	Bachillerato	Licenciatura	Posgrado
Grupo TAHC	21,33	2,74	8	7	1	14	0
Grupo control	25,86	4,1	7	8	1	10	4
N			15	15	2	24	4

Nota: M=Media; DE=Desviación estándar; N= número de participantes; TAHC= taekwondoines con historia de conmovión deportiva

Instrumentos

Acute Concussion Evaluation (ACE; Gioia & Collins, 2008). Es un instrumento que incluye las características específicas de la lesión, incluidos detalles del golpe directo o indirecto en la cabeza, amnesia retrógrada y anterógrada y pérdida del conocimiento; una gama completa de 22 síntomas asociados con la conmoción y factores de riesgo que podrían predecir una recuperación prolongada después de la lesión. Este instrumento cuenta con un valor alfa de Cronbach de 0.82.

Neuropsi Atención y Memoria 2 edición (Ostrosky-Solís et al., 2012). Es un instrumento que permite evaluar en detalle tipos de atención entre los que se encuentran la orientación, la atención, la memoria a corto y largo plazo en la modalidad verbal y visual, así como funciones motoras y ejecutivas. Se aplica a partir de los seis hasta los ochenta y cinco años de edad a pacientes psiquiátricos, neurológicos o con diversos problemas médicos. Contiene seis factores: factor de atención ejecutiva, factor de memoria contextual ejecutiva, factor de memoria verbal, factor de atención sostenida y orientación temporal, factor de memoria de trabajo y factor de orientación en lugar y persona. En su conjunto los factores explican 63.6% de la varianza.

Inventario de Síntomas SCL-90 (Derogatis et al., 1973; validación en población mexicana Fuentes et al., 2005). Es un instrumento desarrollado para evaluar patrones de síntomas presentes en individuos. Se evalúa e interpreta en función de nueve dimensiones primarias y tres índices globales de malestar psicológico: somatizaciones, obsesiones y compulsiones, sensibilidad interpersonal, depresión, ansiedad, hostilidad, ansiedad fóbica, ideación paranoide y psicoticismo. El valor alfa de Cronbach es de 0.96 en población mexicana.

Procedimiento

En primera instancia, los participantes recibieron el consentimiento informado en el que se establecía que los datos proporcionados se utilizarían para fines de investigación epidemiológica; que se mantendría la confidencialidad de la

información utilizando promedios grupales y que se daría la posibilidad de renunciar al uso de su información en cualquier momento del estudio.

Posteriormente, se les aplicó a los participantes una entrevista semiestructurada que consistía en conocer datos sociodemográficos, antecedentes médicos, consumo de sustancias, tiempo y frecuencia de la práctica deportiva en el caso de los taekwondoines con historia de conmoción deportiva (TAHC).

A continuación, se les aplicó el ACE al grupo de los TAHC con base en el golpe más fuerte que han recibido durante sus entrenamientos o competencias; mientras que al grupo control se les aplicó con base en el golpe más fuerte que han tenido durante su vida cotidiana (p.ej. caídas, accidentes automovilísticos, asaltos u otras causas). Finalmente se aplicaron las subpruebas del Neuropsi Atención y Memoria; así como la escala SCL-90 para evaluar los dominios cognitivos y el estado emocional.

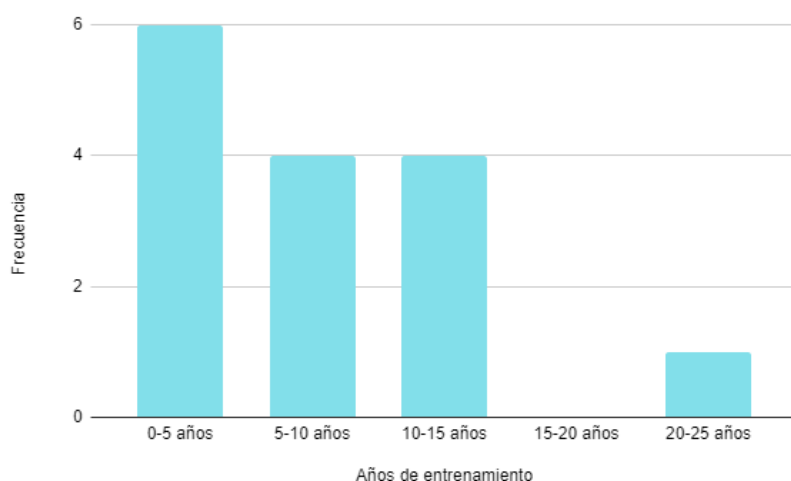
Análisis de resultados

Para la descripción de los resultados se utilizó el paquete JASP versión 0.18.1. Los datos descriptivos que se obtuvieron fueron las medias, desviaciones estándar y distribuciones de frecuencias. Posteriormente, se utilizó una chi cuadrada para identificar diferencias significativas en las puntuaciones del ACE. Después, se utilizó una U de Mann Whitney para identificar diferencias significativas en las puntuaciones de las subpruebas del Neuropsi Atención y Memoria y el cuestionario SCL-90.

Resultados

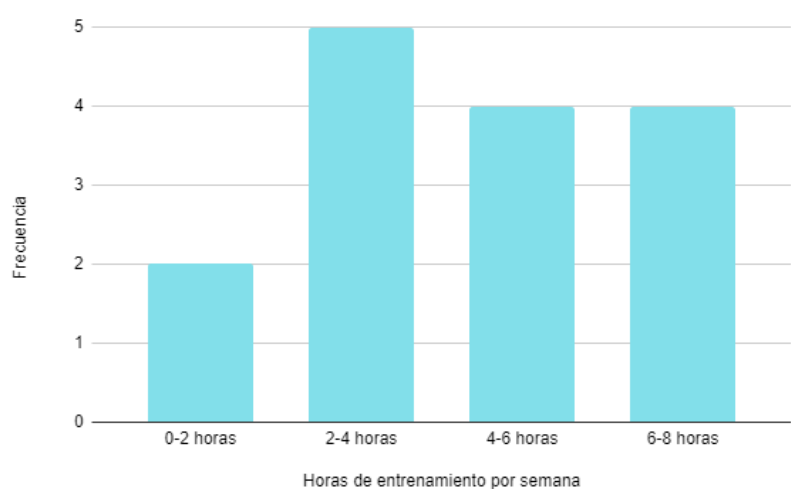
A continuación se muestran los análisis descriptivos del tiempo de práctica y horas de entrenamiento del grupo TAHC, así como los resultados obtenidos respecto a los síntomas de conmoción, el desempeño cognitivo y los síntomas psiquiátricos entre los TAHC y personas sanas. De acuerdo con los análisis descriptivos, el grupo TAHC reporta un promedio cuatro horas de entrenamiento por semana ($M=4.8$, $DE=2.43$); referente a los años de entrenamiento se reporta un promedio de ocho años ($M=8.86$, $DE= 5.8$; Figura 2 y 3).

Figura 2. Distribución de años de entrenamiento del grupo TAHC



Nota:TAHC= taekwondoines con historia de conmoción

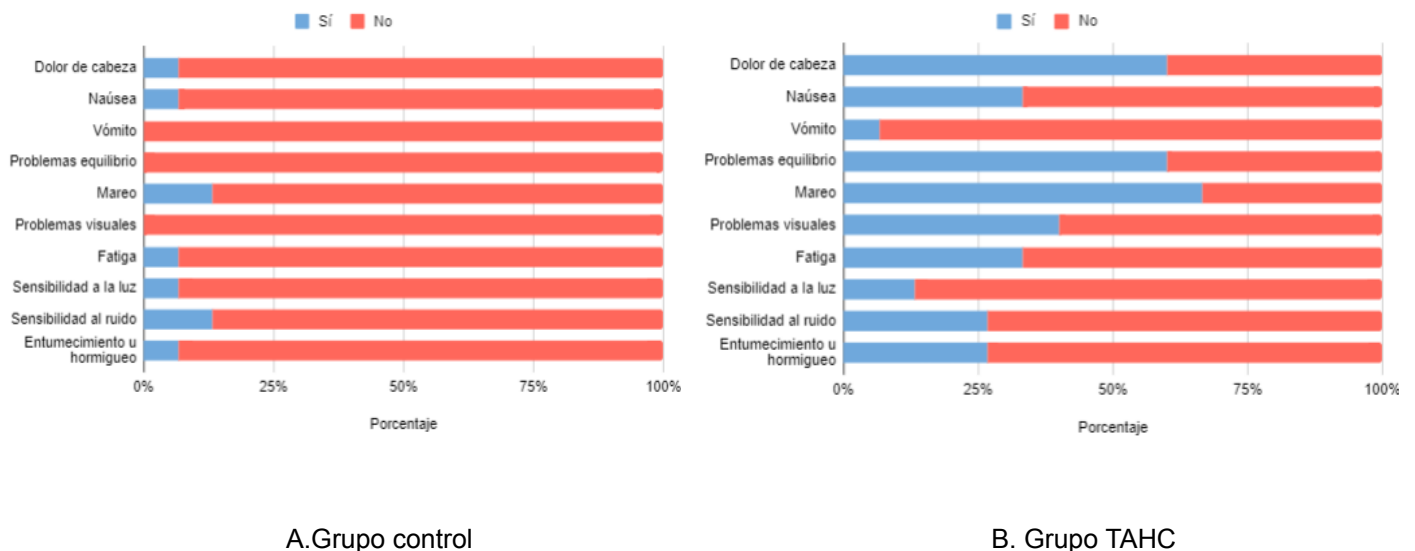
Figura 3. Distribución de horas de entrenamiento del grupo TAHC



Nota:TAHC= taekwondoines con historia de conmoción

En relación con los resultados de los síntomas físicos en el ACE, el grupo de los TAHC experimentó con mayor frecuencia: mareos (66.7%), dolor de cabeza (60%), problemas del equilibrio (60%) y problemas visuales (40%; ver Figura 4B). En cambio el grupo control reportó menor frecuencia de síntomas físicos (ver Figura 4A). Asimismo, se reportan diferencias significativas entre el grupo de TCH y el grupo control en: dolor de cabeza [$\chi^2 = 9.6, p < 0.05$]; problemas de equilibrio [$\chi^2 = 12.85, p < 0.05$]; mareos [$\chi^2 = 8.8, p < 0.05$]; y problemas visuales [$\chi^2 = 7.5, p < 0.05$; Tabla 2].

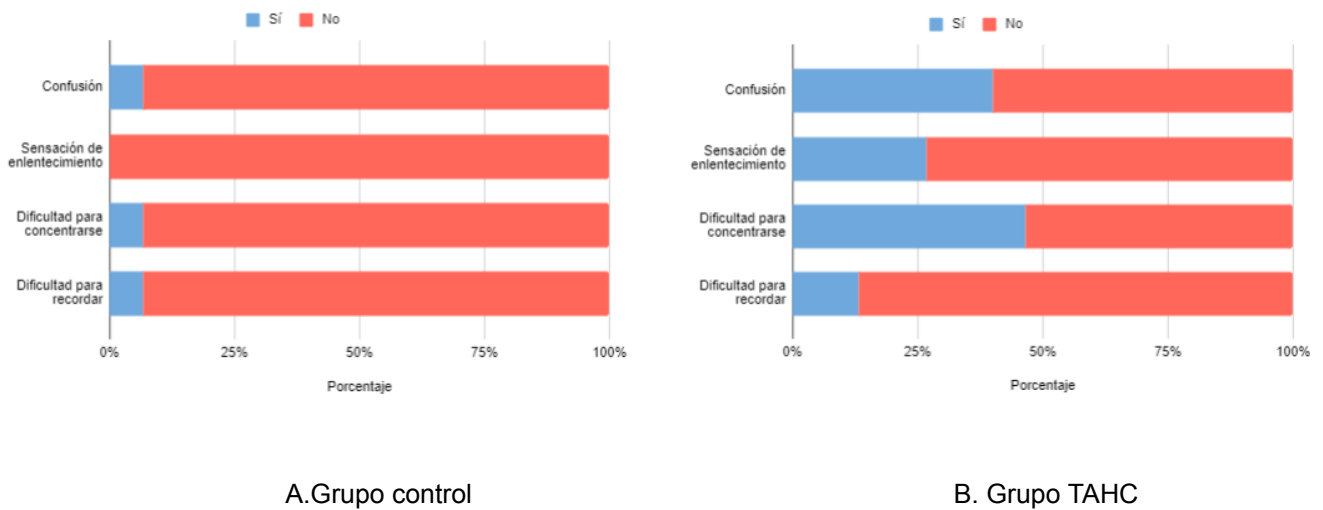
Figura 4. Síntomas físicos de conmoción



Nota: TAHC= taekwondoines con historia de conmoción

En los síntomas cognitivos de conmoción, el grupo TAHC experimentó con mayor frecuencia: dificultad para concentrarse (46.7%), confusión (40%) y sensación de enlentecimiento (26.7%; ver Figura 5B). Por el contrario, el grupo control reportó menor frecuencia de síntomas cognitivos (ver Figura 5A). Cabe destacar que se reportan diferencias significativas entre el grupo de TCH y el grupo control en: dificultad para concentrarse [$\chi^2 = 6.13, p < 0.05$]; confusión [$\chi^2 = 4.85, p < 0.05$] y sensación de enlentecimiento [$\chi^2 = 4.61, p < 0.05$; Tabla 2].

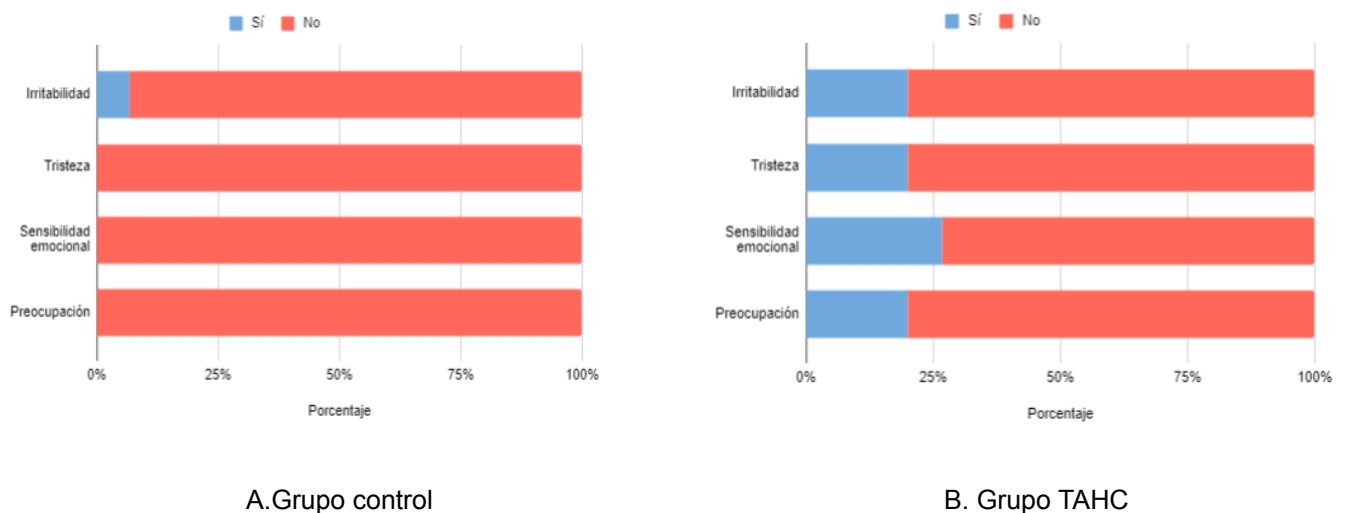
Figura 5. Síntomas cognitivos de conmoción



Nota:TAHC= taekwondoines con historia de conmoción

En los síntomas emocionales de conmoción, el grupo de los TAHC experimentó: sensibilidad emocional (26.7%), irritabilidad (20%), tristeza (20%) y preocupación (20%; ver Figura 6B). En el caso del grupo control reportó menor frecuencia de síntomas emocionales (ver Figura 6A). No se reportan diferencias significativas en los síntomas emocionales entre el grupo de los TAHC y el grupo control (Tabla 2).

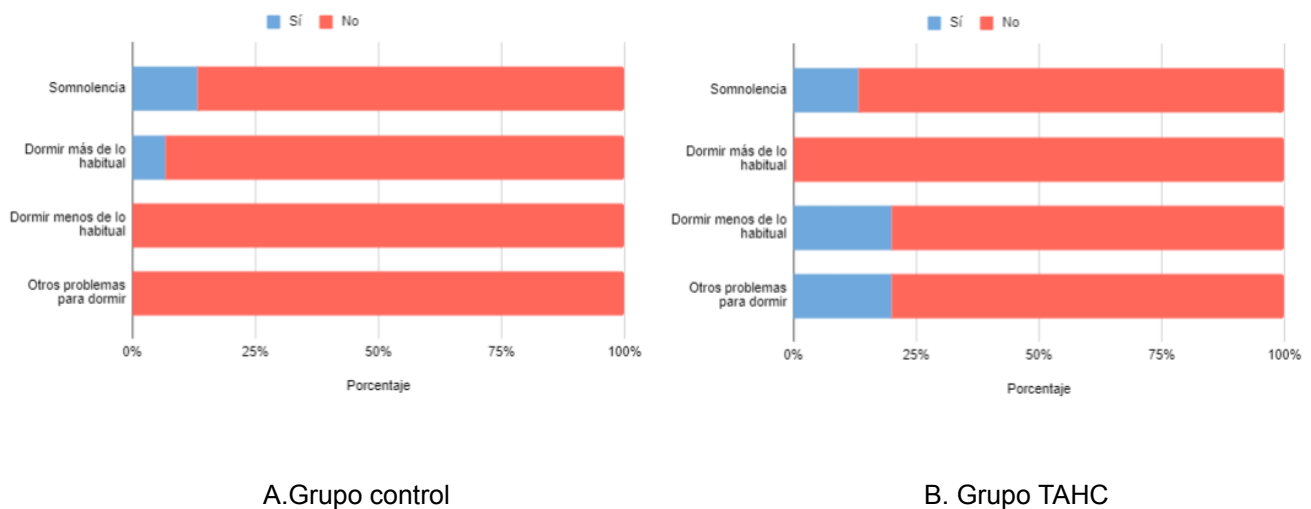
Figura 6. Síntomas emocionales de conmoción



Nota:TAHC= taekwondoines con historia de conmoción

En las dificultades para dormir relacionadas con la conmoción, el grupo TAHC experimentó: dormir menos de lo habitual (20%) y otros problemas para dormir (20%; ver Figura 7B). Por otro lado, el grupo control reportó menor incidencia de dificultades para dormir (ver Figura 7A). No se reportan diferencias significativas en las dificultades para dormir entre el grupo de los TAHC y el grupo control (Tabla 2).

Figura 7. Dificultades para dormir relacionadas con la conmoción



Nota:TAHC= taekwondoines con historia de conmoción

Tabla 2. Diferencias significativas en los síntomas de conmoción entre el grupo control y el grupo TAHC

	Grupo control		TAHC		x ²	df	p
	Sí	No	Sí	No			
Dolor de cabeza	1	14	9	6	9,60	1	0,002*
Naúsea	1	14	5	10	3,33	1	0,068
Vómito	0	15	1	14	1,034	1	0,309
Problemas de equilibrio	0	15	9	6	12,85	1	<0,001*
Mareo	2	13	10	5	8,88	1	0,003*
Problemas visuales	0	15	6	9	7,5	1	0,006*
Fatiga	1	14	5	10	3,33	1	0,068
Sensibilidad a la luz	1	14	2	13	0,37	1	0,54
Sensibilidad al ruido	2	13	4	11	0,83	1	0,36
Entumecimiento u hormigueo	1	14	4	11	2,16	1	0,14
Confusión	1	14	6	9	4,65	1	0,031*
Sensación de enlentecimiento	0	15	4	11	4,61	1	0,032*
Dificultad para concentrarse	1	14	7	8	6,13	1	0,013*
Dificultad para recordar	1	14	2	13	0,37	1	0,54
Irritabilidad	1	14	3	12	1,15	1	0,28
Tristeza	0	15	3	12	3,33	1	0,068
Sensibilidad emocional	0	15	4	11	4,61	1	0,32
Preocupación	0	15	3	12	3,33	1	0,068
Somnolencia	2	13	2	13	0	1	1
Dormir menos de lo habitual	0	15	3	12	3,33	1	0,068
Dormir más de lo habitual	1	14	0	15	1,03	1	0,309
Otros problemas para dormir	0	15	3	12	3,33	1	0,068

Nota:x²=chi cuadrada; df= grados de libertad; *= Nivel de significancia menor a 0.05

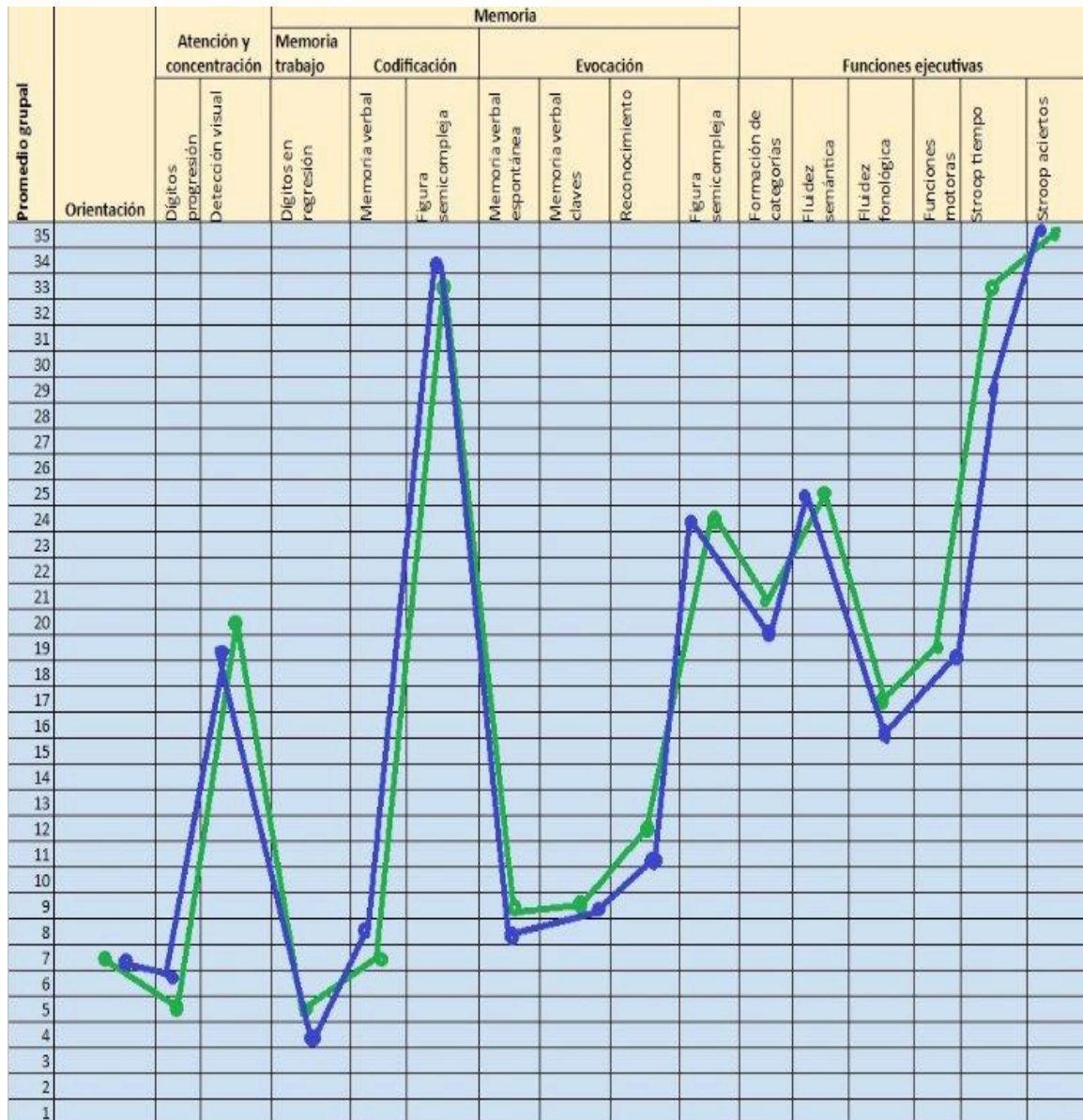
Respecto a los resultados del desempeño cognitivo obtenidos de las subpruebas del Neuropsi, el grupo de los TAHC mostró diferencias significativas en los aciertos del stroop en comparación con el grupo control [$U=74$, $p<0.05$]. En las demás subpruebas no se presentaron diferencias significativas (Tabla 3 y Figura 8).

Tabla 3. Diferencias significativas en el desempeño cognitivo entre el grupo control y el grupo TAHC

	Grupo control		TAHC		W	p
	M	DE	M	DE		
Orientación	6,8	6,41	6,93	0,25	97,5	0,307
Dígitos en progresión	5,73	1,03	6,13	1,3	102	0,65
Detección visual	20,33	2,25	18,6	3,15	152	0,1
Codificación verbal	7,86	1,45	8,06	1,16	104,5	0,74
Codificación visoespacial	33,2	2,62	33,73	2,65	96	0,5
Evocación espontánea verbal	9,26	1,66	8,46	1,8	139	0,27
Evocación por claves verbal	9,53	1,84	9,53	1,59	114,5	0,95
Evocación por reconocimiento verbal	11,86	3,33	11,53	0,83	103,5	0,68
Evocación visoespacial	24,4	4,29	24,2	6,19	106,5	0,81
Funciones motoras	18,73	0,88	18,8	1,08	106,5	0,81
Fluidez semántica	25,4	3,68	25,53	5,52	107,5	0,85
Fluidez fonológica	17,2	4,82	16,33	4,65	117	0,86
Dígitos en regresión	4,6	0,98	4,33	1,04	135	0,33
Formación de categorías	20,8	3,32	20,2	3,23	131,5	0,43
Stroop aciertos	35,46	0,74	35,93	0,25	74	0,033*
Stroop tiempo	32,33	6,2	29,2	4,14	143,5	0,2

Nota: M=Media; DE=Desviación estándar;W =U de Mann Whitney; df= grados de libertad; *= Nivel de significancia menor a 0.05

Figura 8. Promedios grupales en la evaluación neuropsicológica



Nota: la línea azul representa el grupo de los TAHC y la línea verde el grupo control

Tabla 4. Análisis de síntomas psiquiátricos del grupo control y grupo TAHC

	Grupo control		TAHC		W	p
	M	DE	M	DE		
Somatización	0,62	0,71	0,72	0,75	104,5	0,55
Obsesiones	1,23	0,97	1,64	0,57	85	0,17
Sensitividad personal	0,86	0,72	1	0,78	106	0,59
Depresión	0,94	0,72	1,05	0,79	114,5	0,84
Hostilidad	0,56	0,52	0,65	0,7	108	0,64
Ansiedad fóbica	0,33	0,52	0,4	0,5	97,5	0,36
Ideación paranoide	0,44	0,42	0,74	0,75	96,5	0,35
Psicoticismo	0,68	0,83	0,69	0,62	98,5	0,4
Índice de severidad global	0,76	0,59	0,91	0,62	106	0,59

Nota: M=Media; DE=Desviación estándar;W =U de Mann Whitney; df= grados de libertad; *= Nivel de significancia menor a 0.05

En cuanto a los resultados de los síntomas psiquiátricos obtenidos mediante el SCL-90, el grupo de los TAHC mostró diferencias significativas en comparación con el grupo control. Sin embargo, se identifican altos índices de obsesiones y compulsiones ($M= 1.64$, $DE=0.57$) y síntomas de depresión ($M=1.05$, $DE= 0.76$) en el grupo TAHC (Tabla 4).

Discusión

De manera general, el presente trabajo identificó los síntomas físicos y cognitivos en taekwondoinos con historia de conmoción deportiva (TAHC). Asimismo, se identificaron diferencias en el funcionamiento del control inhibitorio. Por otra parte, no se encontraron diferencias significativas en los síntomas psiquiátricos entre el grupo experimental y el grupo control. A continuación se discuten y desarrollan los hallazgos previamente mencionados.

Síntomas de conmoción deportiva

Referente a los síntomas físicos se reportaron principalmente: dolor de cabeza, problemas del equilibrio, mareo y problemas visuales. En cuanto a los síntomas cognitivos se reportan principalmente: confusión, sensación de enlentecimiento y dificultad para concentrarse. Es preciso señalar que la variabilidad de los síntomas de conmoción se encuentra en función de las diferentes fuerzas transmitidas al cerebro y los riesgos asociados con la naturaleza de cada deporte (Scott et al., 2006). Por ejemplo, en un estudio comparativo se realizaron pruebas biomecánicas entre taekwondoinos y boxeadores para evaluar el impacto de las técnicas a la cabeza a través de acelerómetros. Los resultados indican que en el taekwondo la patada circular a la cabeza, la patada con gancho saltando y la patada con giro por la espalda son las técnicas que tienen mayor aceleración-desaceleración en comparación con las técnicas de los boxeadores (Fife et al., 2013).

Además, en el reglamento de la World Taekwondo Federation (2023) indica que las patadas a la cabeza tienen mayor puntuación que las patadas al tronco, en consecuencia estos deportistas están en constante riesgo de tener impactos directos a la cabeza por la misma naturaleza del deporte. Dado el alto riesgo de conmoción cerebral en el taekwondo es necesario contar con herramientas sólidas de detección para ayudar a identificar a los síntomas de conmoción en los taekwondoinos, por ende este estudio contribuye a la caracterización de los síntomas de conmoción en los TAHC.

En cuanto a la resolución de los síntomas, la mayoría de los deportistas que sufren conmociones se recuperan en unos pocos días o semanas. Sin embargo, algunos deportistas continúan presentando los síntomas durante meses (Meehan et al., 2011). De hecho, la presencia o ausencia de ciertos síntomas de conmoción pueden predecir la recuperación del deportista. Los síntomas físicos y cognitivos como: pérdida de la conciencia, mareos, migraña, amnesia, déficit de memoria visual y velocidad de procesamiento se han asociado con una recuperación más prolongada de las conmociones (Meehan et al., 2013; Lau et al., 2009; Lau et al., 2011). A pesar de que no se cuantificó en esta investigación cuánto era el tiempo de resolución de la conmoción, los TAHC presentaron síntomas que podrían prolongar su recuperación tales como mareos y déficit en la velocidad de procesamiento.

La recuperación de los deportistas también está influenciada por el estado premórbido de la lesión. En un metaanálisis Iverson y colaboradores (2017), encontraron que antecedentes de TDAH, problemas de aprendizaje, trastornos psiquiátricos, abuso de sustancias, tratamientos previos para dolores de cabeza o múltiples conmociones cerebrales se asocian con mayor número de síntomas de conmoción.

Para futuros estudios sería conveniente identificar cuáles son los síntomas que pueden predecir el síndrome post conmoción en los TAHC, así como conocer el estado premórbido de los deportistas. Asimismo, se sugiere evaluar los síntomas de conmoción mediante líneas bases antes y después de la temporada de competencias. La implementación de evaluaciones neuropsicológicas previene el síndrome post conmoción y permite a los deportistas regresar cuando los síntomas de conmoción se resolvieron (Erlanger et al., 2001). De esta manera, los TAHC podrían recibir una orientación anticipada que les permita realizar adaptaciones académicas y ocupacionales, así como permitir a los miembros del equipo deportivo y a los entrenadores planificar la ausencia prolongada del deportista.

Desempeño cognitivo durante la conmoción deportiva

En la evaluación neuropsicológica no se identificaron diferencias significativas en la orientación, atención y memoria entre los grupos. Sin embargo, el grupo de los

TAHC mostró mejor desempeño en la tarea de control inhibitorio que el grupo control. El control inhibitorio implica la capacidad de mantenerse concentrado, de no iniciar conductas inapropiadas derivadas de estímulos distractores y de suprimir respuestas que ya no son necesarias (Chu et al., 2015).

El control inhibitorio toma un papel relevante durante los procesos perceptivo-cognitivos relacionados con la toma de decisiones tácticas en la práctica deportiva (De Waelle et al., 2021). Los deportistas deben procesar una gran cantidad de información externa y tomar decisiones apropiadas en un período de tiempo muy corto mientras están rodeados de un entorno que cambia rápidamente. En este aspecto las funciones ejecutivas regulan los pensamientos y las acciones, por consiguiente son indispensables para un alto rendimiento deportivo. Dado la complejidad de información que tienen que procesar en su entorno, se ha identificado que los deportistas tienen un mejor desempeño en el control inhibitorio (Cona et al., 2015; Sakamoto et al., 2018; Vestberg et al., 2012).

Particularmente, en el taekwondo existen elementos técnicos que son parte del sistema de entrenamiento: caída (ejecución de técnicas), contacto (acción y efecto de tocarse alguna de las partes del cuerpo de un taekwondista con las de otro taekwondista), control (dominio de un taekwondista sobre otro mediante la acción de los brazos y las piernas utilizando la distancia y el contacto), desplazamiento (es un movimiento de locomoción en una determinada dirección y sentido), impacto (es la fase de contacto con el oponente que se realiza en una acción con el pie o puño), postura (es la actitud técnica aprendida y preestablecida del cuerpo del taekwondista en relación con las interacciones y variaciones de sus segmentos corporales) y la posición (es la forma de colocar el cuerpo de la manera más natural posible, para facilitar la interacción de los segmentos corporales con el entorno). La ejecución de estos elementos dentro de un entrenamiento o combate se conoce como la acción técnica y esta se adapta a cada situación competitiva, convirtiéndose en una acción táctica (Prado et al., 2011).

En resumen, los taekwondoinos están procesando constantemente información del entorno y de su cuerpo, el control inhibitorio puede ayudarlos a optimizar mejor sus movimientos y lograr una mayor efectividad en el combate. En próximos estudios se recomienda investigar a detalle el funcionamiento del control

inhibitorio de los TAHC con pruebas paralelas, a fin de identificar si se presenta este mismo patrón de respuestas.

Respecto a la variabilidad de los síntomas cognitivos, Churchill y colaboradores (2020) mencionan que la persistencia de síntomas cognitivos pueden ser atribuidos a la presencia de neurometabolitos como el N-acetil aspartato (NAA), el mioinositol (Ins), la creatinina (Cr) y la colina (Cna) en personas con conmoción. Estudios longitudinales han reportado efectos variables en cuanto al periodo de desequilibrio químico ocasionado por estos neurometabolitos. Un estudio no encontró efectos significativos en el cuerpo caloso en el lapso de 3 días a 2 meses (Chamard et al., 2012). Otra investigación reportó una reducción de la NAA en la materia blanca frontal a los 3 días, con una recuperación completa a los 30 días (Vagnozzi et al., 2010). Adicionalmente, se han identificado elevaciones persistentes de NAA dentro de la materia gris motora y prefrontal a los 6 días y 6 meses después de la lesión (Henry et al., 2011). Dado la variabilidad en el tiempo de recuperación, estudios posteriores deberán monitorizar los síntomas cognitivos junto con el nivel de neurometabolitos a fin de establecer un periodo de recuperación y tratamiento oportuno de los TAHC.

A nivel neuronal en la conmoción las proyecciones axonales que conectan las regiones del cerebro se cortan y/o se desmielinizan por fuerzas inducidas por un impacto en la cabeza o las ondas expansivas. Este daño axonal perjudica la comunicación cerebral en red, lo que resulta en un deterioro cognitivo (Hayes et al., 2016; Kaplan et al., 2018). Estos efectos que ocurren en el cerebro han generado interés en identificar las alteraciones de los tractos de sustancia blanca a través de la difusión anisotrópica, ya que la integridad de la sustancia blanca se han relacionado con los síntomas clínicos de la conmoción (Gordon et al., 2018; Wada et al., 2012; Xiong et al., 2014). Sin embargo, se ha reportado que en algunos pacientes las anomalías de la sustancia blanca no son detectables a través de las imágenes de difusión y se concluyó que estos estudios no podían reemplazar el diagnóstico clínico basado en síntomas (McDonald et al., 2011). Por esta razón es importante destacar la importancia de la evaluación neuropsicológica en la conmoción con el objetivo de caracterizar los síntomas cognitivos de los TAHC.

Otros factores importantes a considerar que influyeron en el desempeño cognitivo de los TAHC son el tiempo de práctica deportiva y la reserva cognitiva. En cuanto al tiempo de práctica deportiva, Esopenko y colaboradores (2017) aplicaron una evaluación cognitiva a deportistas profesionales de hockey retirados con historia de conmoción deportiva, con una edad de entre 34-71 años. Los participantes fueron evaluados a través de la batería CogState, pruebas de la batería Cambridge Brains Science (CBS), el Wisconsin Card Sorting Test (WCST) y la prueba de vocabulario del WAIS. Además, se realizó una evaluación neurológica que incluyó una resonancia magnética estructural y una resonancia magnética funcional con electroencefalografía. Los resultados indicaron que el grupo de deportistas de hockey retirados tuvo menor desempeño en las pruebas de funciones ejecutivas en comparación con el grupo control, respecto a los estudios de neuroimagen no se encontraron datos relevantes. Estos hallazgos sugieren que los efectos cognitivos de la conmoción cerebral a largo plazo podrían estar en deportistas que tengan mayor trayectoria competitiva o tengan mayor tiempo de práctica deportiva.

Además, se ha encontrado que una menor reserva cognitiva se relaciona con mayor prevalencia de los síntomas de conmoción (Luis et al., 2003; Fay et al., 2009). La reserva cognitiva principalmente se ha asociado con el coeficiente intelectual y variables socioeconómicas como el nivel educativo y ocupacional (Levi et al., 2013). De manera particular, Stulemeijer y colaboradores (2008) encontraron que un nivel educativo más bajo se asocia con un mayor riesgo de retraso en el regreso al trabajo y presencia de síntomas hasta 6 meses después de la lesión. En consecuencia, es posible que el factor de alta escolaridad esté influyendo en la recuperación de los síntomas de conmoción en los TAHC.

Síntomas psiquiátricos durante la conmoción deportiva

Referente a los síntomas psiquiátricos, no se encontraron diferencias entre los TAHC y el grupo control, esto se podría deberse a que existen factores protectores en los deportistas. En un estudio McGuckin y colaboradores (2016) entrevistaron a cinco jugadoras adolescentes de hockey para comprender mejor el papel de las influencias sociales cuando regresaban al deporte después de una

conmoción cerebral. Al reflexionar sobre sus experiencias, los deportistas informaron que las interacciones con los miembros de su entorno social fueron positivas durante su recuperación. De igual manera, van Ierssel y colaboradores (2022) mencionan que el apoyo social que se le muestra al deportista después de una lesión es fundamental para el retorno a las actividades deportivas. De esta manera, el entorno social al que pertenece el deportista podría estar contribuyendo a mitigar los síntomas psiquiátricos de los TAHC.

A pesar de que no se encontraron diferencias significativas en los síntomas psiquiátricos, los TAHC mostraron presencia de obsesiones y compulsiones. Una obsesión se define como un pensamiento, duda, imagen intrusiva no deseada que entra repetidamente en los pensamientos. La persona suele considerar las intrusiones como irrazonables o excesivas y trata de resistirlas. Por otra parte, las compulsiones son conductas o actos mentales repetitivos que una persona se siente impulsada a realizar en respuesta a una obsesión. En gran medida son involuntarias y rara vez se detienen (Veale, 2002). Una compulsión puede tomar la forma de una acción abierta observable por otros (como comprobar que una puerta esté cerrada con llave) o un acto mental encubierto que no puede observarse (como repetir una determinada frase en la mente). Las compulsiones encubiertas o mentales son generalmente más difíciles de resistir o controlar que las manifiestas, ya que son más fáciles de realizar (Veale & Roberts, 2014).

Otro indicador que mostró altos índices en los TAHC fue la depresión. La depresión es un trastorno psiquiátrico caracterizado por tristeza persistente, pérdida de placer o interés, sentimientos de culpa e inferioridad, cambios en el apetito y el peso, problemas para dormir, cansancio y falta de energía (Malhí & Mann, 2018). Al mismo tiempo, la depresión conlleva a repercusiones cognitivas. Se han documentado déficits en el funcionamiento ejecutivo, particularmente en tareas de inhibición (Gohier et al., 2009), planificación y resolución de problemas (Naismith et al., 2003), flexibilidad cognitiva (Airaksinen et al., 2004), fluidez verbal (Reischies & Neu, 2000) y toma de decisiones (Chamberlain & Sahakian, 2006). Además, las personas deprimidas interpretan las señales sociales (como las expresiones faciales) de manera más negativa o menos positiva que las personas no deprimidas (LeMoult et al., 2009).

Interacciones neuronales entre procesos cognitivos y síntomas psiquiátricos

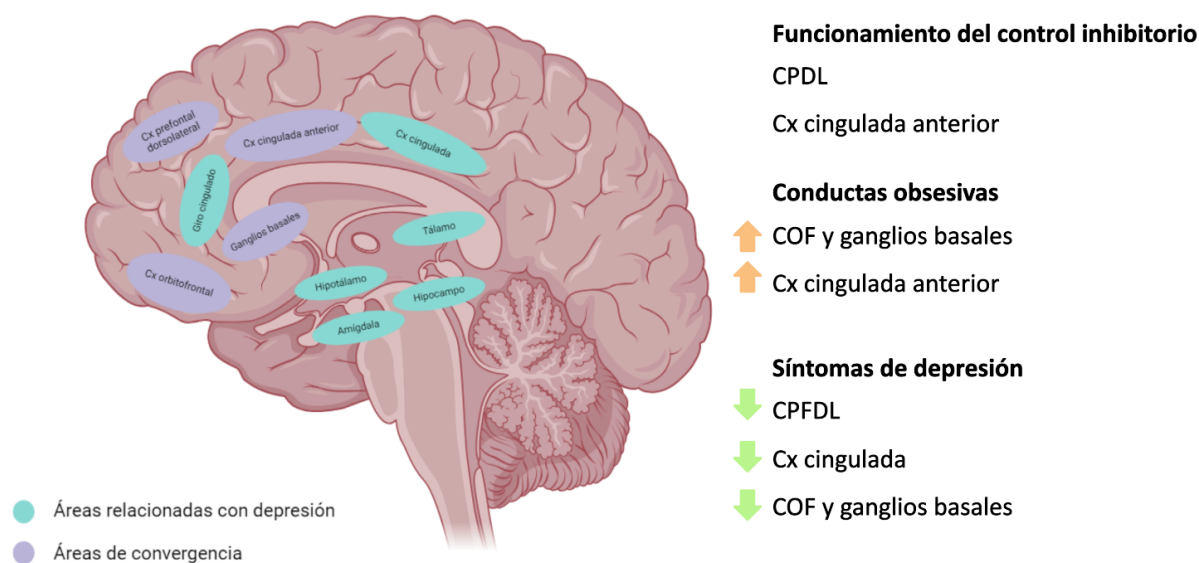
En el presente estudio se identificó discreta mejoría en el desempeño del control inhibitorio en el grupo TAHC. Particularmente, se ha identificado que la corteza prefrontal dorsolateral (CPF DL), la corteza prefrontal ventrolateral (CPF VL) y la corteza cingulada anterior (CCA) participan en el funcionamiento del control inhibitorio (Anderson & Weber, 2009).

En relación con los síntomas de depresión, a nivel neuronal se han analizado los patrones de actividad a través de resonancia magnética funcional. La evidencia indica que existe hipoactividad de la CPF DL, la red cíngulo-opercular, el sistema límbico y la red neuronal por defecto (default mode network; Kaiser et al., 2015, Liu et al., 2021; Xu et al., 2020). Estas redes neuronales están implicadas en la regulación emocional, el funcionamiento ejecutivo y la memoria (Chai et al., 2023).

Con respecto a la presencia de conductas obsesivo-compulsivas, la evidencia sugiere que regiones específicas del cerebro se asocian con las conductas obsesivo-compulsivas (Yuste, 2015). Se ha identificado que el circuito cortico-estriado-tálamo-cortical, regiones de la corteza orbitofrontal, la corteza cingulada anterior y regiones de los ganglios basales (particularmente el núcleo caudado) muestran mayor activación en personas obsesivo-compulsivas. En la parte cognitiva, las personas obsesivo-compulsivas suelen presentar dificultades en la memoria, atención, control inhibitorio, planeación y toma de decisiones (Milad et al., 2012; Saxena & Rauch, 2000; Breiter et al., 1996)

En síntesis, la presencia de síntomas psiquiátricos podría influir en el desempeño cognitivo de los TAHC, debido a que comparten estructuras en común como la CPF DL y la CCA, por lo que sería conveniente que futuras investigaciones exploren la asociación entre estas dos variables (Figura 9).

Figura 9. Propuesta del funcionamiento cerebral en los TAHC



Nota: las flechas naranjas representan patrones de hiperactivación y las flechas verdes patrones de hipoactivación. Los óvalos azules representan las áreas asociadas a los síntomas de depresión. Los óvalos morados representan áreas de convergencia, es decir, son áreas asociadas con el funcionamiento cognitivo y el funcionamiento emocional. Particularmente la corteza prefrontal dorsolateral (CPDL) es indispensable para el control inhibitorio, sin embargo, se han reportado patrones de hipoactivación vinculados con los síntomas de depresión en esta área. Otra estructura de interés es la corteza cingulada anterior, igualmente asociada con el funcionamiento del control inhibitorio, aunque se han identificado patrones de hiperactivación derivados de las conductas obsesivas en esta área.

Recomendaciones para la recuperación durante la conmoción deportiva

Un elemento clave en el proceso de recuperación es la psicoeducación, debido a que permite reducir los síntomas de conmoción a largo plazo, ayuda a los pacientes a desarrollar una percepción menos negativa de la conmoción, reducen las dificultades sociales y emocionales (Bell et al., 2008; Al Sayegh et al., 2010). La psicoeducación en la conmoción deportiva debe incluir información sobre: la definición de conmoción cerebral, posibles mecanismos de lesión, signos y síntomas comunes, medidas que se pueden tomar para prevenir conmociones cerebrales y otras lesiones en el deporte, qué hacer cuando un deportista tiene sospecha de conmoción cerebral o una lesión en la cabeza más grave, qué medidas se deben tomar para garantizar una evaluación médica adecuada (incluidas las estrategias de regreso a la escuela y al deporte; Parachute, 2024)

En cuanto al regreso al deporte, se sugiere llevar a cabo un programa de rehabilitación cognitiva, en el cual se deben regular las actividades cognitivas y deportivas. Se recomienda que los pacientes tengan un mínimo de 1 a 3 días de descanso cognitivo después de la lesión. Durante este tiempo, es fundamental evitar el tiempo de pantalla, incluidos televisores, teléfonos móviles, computadoras, videojuegos y tabletas. Antes de regresar a la escuela, los pacientes deben estar asintomáticos en reposo y ser capaces de realizar una tarea académica durante al menos 30 minutos sin que los síntomas aumenten. La carga de trabajo académico y el tiempo en la escuela pueden aumentar gradualmente en coordinación con los maestros, los consejeros y el médico (Grady et. al., 2012).

Una vez que se ha completado el regreso a las actividades académicas, el deportista puede iniciar el protocolo de regreso a sus entrenamientos deportivos. Como primera fase, se recomienda tener reposos completo sin ninguna actividad física, posteriormente se pueden realizar ejercicio aeróbico ligero sin resistencia (caminar, nadar, bicicleta estacionaria), a continuación se incorporan ejercicios específicos del deporte sin impactos a la cabeza, en la siguiente fase se pueden realizar ejercicios de resistencia y/o coordinación y finalmente se lleva a cabo un examen médico para el retorno normal al deporte. Si los síntomas reaparecen en cualquier paso, el paciente debe volver a la fase anterior y solo intentar volver a progresar después de permanecer asintomático durante 24 horas en este paso anterior (McCrorry et al., 2017).

Fortalezas y debilidades del estudio

Dentro de las fortalezas del estudio se encuentran la descripción de los síntomas de conmoción en TAHC, la utilización de un grupo control como método de comparación, la implementación de la evaluación neuropsicológica a través de un instrumento estandarizado y validado para la población mexicana. Se sugiere para estudios posteriores identificar el periodo de resolución de los síntomas de los TAHC, evaluar los síntomas de conmoción a través de un estudio longitudinal, realizar evaluación neuropsicológica con pruebas paralelas e identificar los factores predictores del síndrome post conmoción.

Conclusión

En conclusión, el presente trabajo aporta evidencia de los síntomas de conmoción en los TAHC. De acuerdo con el reporte de los TAHC, se identifican síntomas físicos como el dolor de cabeza, problemas del equilibrio, mareo y problemas visuales. En la parte emocional, se identifican síntomas de depresión y pensamientos obsesivo-compulsivos. En cuanto a los síntomas cognitivos se reportan confusión, sensación de enlentecimiento y dificultad para concentrarse. Sin embargo, en la evaluación neuropsicológica se observa discreta mejoría en el desempeño del control inhibitorio. Cabe destacar que esta muestra cuenta con alta escolaridad, lo que les permite tener una recuperación óptima de los síntomas de conmoción.

La detección oportuna de los síntomas de conmoción permitirá implementar protocolos médicos y neuropsicológicos con el fin de que los deportistas puedan tener un retorno óptimo al deporte. De esta manera se pretende mantener su rendimiento físico, cognitivo y emocional durante las competencias y entrenamientos. Asimismo, es importante proporcionar psicoeducación a los entrenadores en la detección y manejo de los síntomas de conmoción, con el propósito de que sus deportistas puedan recibir atención temprana y especializada; además de prevenir el síndrome post conmoción.

Referencias

- Airaksinen, E., Larsson, M., Lundberg, I., & Forsell, Y. (2004). Cognitive functions in depressive disorders: Evidence from a population-based study. *Psychological Medicine*, 34(1), 83–91. <https://doi.org/10.1017/s0033291703008559>
- Al Sayegh, A., Sandford, D., & Carson, A. J. (2010). Psychological approaches to treatment of postconcussion syndrome: A systematic review. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 81(10), 1128–1134. <https://doi.org/10.1136/jnnp.2008.170092>
- American Psychiatric Association (APA), DSM-5 Task Force. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders: DSM-5™* (5th ed.). American Psychiatric Publishing, Inc.. <https://doi.org/10.1176/appi.books.9780890425596>
- Anderson, M. C., & Weaver, C. (2009). Inhibitory Control over Action and Memory. En *Encyclopedia of Neuroscience* (pp. 153–163). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-008045046-9.00421-6>
- Bell, K. R., Hoffman, J. M., Temkin, N. R., Powell, J. M., Fraser, R. T., Esselman, P. C., Barber, J. K., & Dikmen, S. (2008). The effect of telephone counselling on reducing post-traumatic symptoms after mild traumatic brain injury: A randomised trial. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, 79(11), 1275–1281. <https://doi.org/10.1136/jnnp.2007.141762>
- Bigler, E. D., & Stern, Y. (2015). Traumatic brain injury and reserve. *Handbook of Clinical Neurology*, 128, 691-710. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63521-1.00043-1>
- Benson, A. J., & Bruner, M. W. (2018). How teammate behaviors relate to athlete affect cognition, and behaviors: A daily diary approach within youth sport. *Psychology of Sport and Exercise*, 34, 119–127. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2017.10.008>

- Breiter, H. C., Rauch, S. L., Kwong, K. K., Baker, J. R., Weisskoff, R. M., Kennedy, D. N., Kendrick, A. D., Davis, T. L., Jiang, A., Cohen, M. S., Stern, C. E., Belliveau, J. W., Baer, L., O'Sullivan, R. L., Savage, C. R., Jenike, M. A., & Rosen, B. R. (1996). Functional magnetic resonance imaging of symptom provocation in obsessive-compulsive disorder. *Archives of General Psychiatry*, 53(7), 595–606. <https://doi.org/10.1001/archpsyc.1996.01830070041008>
- Broadway, J. M., Rieger, R. E., Campbell, R. A., Quinn, D. K., Mayer, A. R., Yeo, R. A., Wilson, J. K., Gill, D., Fratzke, V., & Cavanagh, J. F. (2019). Executive function predictors of delayed memory deficits after mild traumatic brain injury. *Cortex; a Journal Devoted to the Study of the Nervous System and Behavior*, 120, 240–248. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2019.06.011>
- Brown, D., Grant, G., Evans, K., Leung, F., & Hides, J. (2020). The association of concussion history and symptom presentation in combat sport athletes. *Physical Therapy in Sport*, 48. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2020.12.019>
- Caffey, A. L., & Dalecki, M. (2021). Evidence of residual cognitive deficits in young adults with a concussion history from adolescence. *Brain Research*, 1768, 147570. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2021.147570>
- Cameron, B., Burma, J. S., Jasinovic, T., Lun, V., van Rassel, C. R., Sutter, B., Wiley, J. P., & Schneider, K. J. (2022). One-year stability of preseason Sport Concussion Assessment Tool 5 (SCAT5) values in university level collision and combative sport athletes. *The Physician and Sportsmedicine*, 50(6), 478-485. <https://doi.org/10.1080/00913847.2021.1955225>
- Cassell, E., Finch, C., & Stathakis, V. (2003). Epidemiology of medically treated sport and active recreation injuries in the Latrobe Valley, Victoria, Australia. *British Journal of Sports Medicine*, 37(5), 405-409. <https://doi.org/10.1136/bjism.37.5.405>
- Chai, Y., Sheline, Y. I., Oathes, D. J., Balderston, N. L., Rao, H., & Yu, M. (2023). Functional connectomics in depression: Insights into therapies. *Trends in Cognitive Sciences*, 27(9), 814–832. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2023.05.006>

- Chamard E, Lassonde M, Théoret H. Neurometabolic, electrophysiological, and imaging abnormalities. *Concussion* (2014) 28:75–85. doi:10.1159/000358766
- Chamard, E., Théoret, H., Skopelja, E. N., Forwell, L. A., Johnson, A. M., & Echlin, P. S. (2012). A prospective study of physician-observed concussion during a varsity university hockey season: Metabolic changes in ice hockey players. Part 4 of 4. *Neurosurgical Focus*, 33(6), E4: 1-7. <https://doi.org/10.3171/2012.10.FOCUS12305>
- Chamberlain, S. R., Müller, U., Robbins, T. W., & Sahakian, B. J. (2006). Neuropharmacological modulation of cognition. *Current Opinion in Neurology*, 19(6), 607–612. <https://doi.org/10.1097/01.wco.0000247613.28859.77>
- Chu, C., Alderman, B., Wei, W., Chan, K.-H., & Chang, Y.-K. (2015). Effects of acute aerobic exercise on motor response inhibition: An ERP study using the stop-signal task. *Journal of Sport and Health Science*, 32. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2014.12.002>
- Churchill, N. W., Hutchison, M. G., Graham, S. J., & Schweizer, T. A. (2020). Neurometabolites and sport-related concussion: From acute injury to one year after medical clearance. *NeuroImage: Clinical*, 27, 102258. <https://doi.org/10.1016/j.nicl.2020.102258>
- Cona, G., Cavazzana, A., Paoli, A., Marcolin, G., Grainer, A., & Bisiacchi, P. S. (2015). It's a Matter of Mind! Cognitive Functioning Predicts the Athletic Performance in Ultra-Marathon Runners. *PloS One*, 10(7), e0132943. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0132943>
- Covassin, T., Elbin, R. J., Beidler, E., LaFevor, M., & Kontos, A. P. (2017). A review of psychological issues that may be associated with a sport-related concussion in youth and collegiate athletes. *Sport, Exercise, and Performance Psychology*, 6, 220–229. <https://doi.org/10.1037/spy0000105>
- Daneshvar, D., Nowinski, C., McKee, A., y Cantu, R. (2011). The Epidemiology of Sport-Related Concussion. *Clin Sports Med*, 30. doi:10.1016/j.csm.2010.08.006 sportsmed.theclinics.com

- Davidson, M. C., Amso, D., Anderson, L. C., & Diamond, A. (2006). Development of cognitive control and executive functions from 4 to 13 years: Evidence from manipulations of memory, inhibition, and task switching. *Neuropsychologia*, 44(11), 2037-2078. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2006.02.006>
- Dean, P. J., & Sterr, A. (2013). Long-term effects of mild traumatic brain injury on cognitive performance. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7(30), 1-11. 10.3389/fnhum.2013.00030
- Dech, R., Bishop, S y Neary, P. (2019). Why exercise may be beneficial in concussion rehabilitation:A cellular perspective. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 22. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2019.06.007>
- Derogatis LR, Lipman RS & Covi L (1973). SCL-90: an outpatient psychiatric rating scale-preliminary report. *Psychopharmacology Bulletin*, 9(1):13-28.
- De Waelle, S., Van Bostraeten, S., Lenoir, M., Deconinck, F. J. A., & Bennett, S. J. (2021). Visual Cognition and Experience Mediate the Relation between Age and Decision Making in Youth Volleyball Players. *Optometry and Vision Science: Official Publication of the American Academy of Optometry*, 98(7), 802-808. <https://doi.org/10.1097/OPX.0000000000001724>
- Edwards, E. K., & Christie, A. D. (2017). Assessment of motor cortex excitability and inhibition during a cognitive task in individuals with concussion. *Brain Injury*, 31(10), 1348–1355. <https://doi.org/10.1080/02699052.2017.1327671>
- Erlanger, D., Saliba, E., Barth, J. T., Almquist, J., Webright, W., & Freeman, J. (2001). Monitoring resolution of postconcussion symptoms in athletics: Preliminary results of a web-based neuropsychological test protocol. *Journal of Athletic Training*, 36(3), 280–287
- Esopenko, C., Chow, T. W., Tartaglia, M. C., Bacopulos, A., Kumar, P., Binns, M. A., Kennedy, J. L., Müller, D. J., & Levine, B. (2017). Cognitive and psychosocial function in retired professional hockey players. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 88(6), 512-519. <https://doi.org/10.1136/jnnp-2016-315260>

- Fabio, R. A., & Towey, G. E. (2018). Cognitive and personality factors in the regular practice of martial arts. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 58(6). <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.17.07245-0>
- Fay, T. B., Yeates, K. O., Taylor, H. G., Bangert, B., Dietrich, A., Nuss, K. E., Rusin, J., & Wright, M. (2010). Cognitive reserve as a moderator of postconcussive symptoms in children with complicated and uncomplicated mild traumatic brain injury. *Journal of the International Neuropsychological Society: JINS*, 16(1), 94-105. <https://doi.org/10.1017/S1355617709991007>
- Federación Mexicana de Taekwondo. (s.f). Origin de Taekwondo. Recuperado de: <https://www.femextkdoficial.mx/taekwondo/historia-del-tkd-en-el-mundo>
- Fife, G., & Pieter, W. (2013). Biomechanics of head injury in Olympic Taekwondo and Boxing. *Biology of Sport*, 30(4), 263-268. <https://doi.org/10.5604/20831862.1077551>
- Fuentes, C., Bello, L., García, C., Macías, L., & Chávez, R. (2005). Datos sobre la validez y confiabilidad de la Symptom Check List 90 (SCL-90) en una muestra de sujetos mexicanos. *Salud Mental*, 28(1).
- Fuller, C., & Drawer, S. (2004). The application of risk management in sport. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 34(6), 349-356. <https://doi.org/10.2165/00007256-200434060-00001>
- Gioia, G. A., Collins, M., & Isquith, P. K. (2008). Improving Identification and Diagnosis of Mild Traumatic Brain Injury With Evidence: Psychometric Support for the Acute Concussion Evaluation. *Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 23(4), 230-242. <https://doi.org/10.1097/01.HTR.0000327255.38881.ca>
- Giza, C. C., & Hovda, D. A. (2014). The New Neurometabolic Cascade of Concussion. *Neurosurgery*, 75(0 4), S24–S33. <https://doi.org/10.1227/NEU.0000000000000505>

- Gohier, B., Ferracci, L., Surguladze, S. A., Lawrence, E., El Hage, W., Kefi, M. Z., Allain, P., Garre, J.-B., & Le Gall, D. (2009). Cognitive inhibition and working memory in unipolar depression. *Journal of Affective Disorders*, 116(1–2), 100–105. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2008.10.028>
- Gordon, E. M., Scheibel, R. S., Zambrano-Vazquez, L., Jia-Richards, M., May, G. J., Meyer, E. C., & Nelson, S. M. (2018). High-Fidelity Measures of Whole-Brain Functional Connectivity and White Matter Integrity Mediate Relationships between Traumatic Brain Injury and Post-Traumatic Stress Disorder Symptoms. *Journal of Neurotrauma*, 35(5), 767–779. <https://doi.org/10.1089/neu.2017.5428>
- Grady, M. F., Master, C. L., & Gioia, G. A. (2012). Concussion Pathophysiology: Rationale for Physical and Cognitive Rest. *Pediatric Annals*, 41(9), 377-382. <https://doi.org/10.3928/00904481-20120827-12>
- Halabi, C. (2021). Concussion. *Aminoff's neurology and general medicine*, 6(37). doi: [10.1016/B978-0-12-819306-8.00037-X](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819306-8.00037-X)
- Halterman, C. I., Langan, J., Drew, A., Rodriguez, E., Osternig, L. R., Chou, L.-S., & Donkelaar, P. van. (2006). Tracking the recovery of visuospatial attention deficits in mild traumatic brain injury. *Brain*, 129(3), 747-753. <https://doi.org/10.1093/brain/awh705>
- Harwood Gross, A., Lambez, B., Feldman, R., Zagoory-Sharon, O., & Rassevsky, Y. (2021). The Effect of Martial Arts Training on Cognitive and Psychological Functions in At-Risk Youths. *Frontiers in Pediatrics*, 9, 707047. <https://doi.org/10.3389/fped.2021.707047>
- Hayes, J. P., Bigler, E. D., & Verfaellie, M. (2016). Traumatic Brain Injury as a Disorder of Brain Connectivity. *Journal of the International Neuropsychological Society: JINS*, 22(2), 120–137. <https://doi.org/10.1017/S1355617715000740>

- Heilman, K. M., Watson, R. T., & Valenstein, E. (2002). Spatial neglect. In H.-O. Karnath, D. Milner, & G. Vallar (Eds.), *The cognitive and neural bases of spatial neglect* (pp. 3–30). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780198508335.003.0001>
- Henry, L. C., Tremblay, S., Leclerc, S., Khiat, A., Boulanger, Y., Ellemberg, D., & Lassonde, M. (2011). Metabolic changes in concussed American football players during the acute and chronic post-injury phases. *BMC Neurology*, *11*, 105. <https://doi.org/10.1186/1471-2377-11-105>
- Hornsey, M. J. (2008). Social identity theory and self-categorization theory: A historical review. *Social and Personality Psychology Compass*, *2*, 204–222
- Iverson, G. L., Gardner, A. J., Terry, D. P., Ponsford, J. L., Sills, A. K., Broshek, D. K., & Solomon, G. S. (2017). Predictors of clinical recovery from concussion: A systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, *51*(12), 941-948. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-097729>
- Jeter, C. B., Hergenroeder, G. W., Hylin, M. J., Redell, J. B., Moore, A. N., & Dash, P. K. (2013). Biomarkers for the diagnosis and prognosis of mild traumatic brain injury/concussion. *Journal of Neurotrauma*, *30*(8), 657–670. <https://doi.org/10.1089/neu.2012.2439>
- Johnstone, A., & Marí-Beffa, P. (2018). The Effects of Martial Arts Training on Attentional Networks in Typical Adults. *Frontiers in Psychology*, *9*, 80. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00080>
- Junqué i Plaja, C., Palacios, E. M., Fernández Espejo, D., Tormos Muñoz, J. M., Sánchez Carrión, R., & Roig Rovira, M. T. (2011). Alteración de la conectividad cerebral en pacientes con traumatismo craneoencefálico grave crónico: Un estudio mediante imágenes de tensor de difusión. *Trauma*, *22*(2), 113–121.

- Kaiser, R. H., Andrews-Hanna, J. R., Wager, T. D., & Pizzagalli, D. A. (2015). Large-Scale Network Dysfunction in Major Depressive Disorder: A Meta-analysis of Resting-State Functional Connectivity. *JAMA Psychiatry*, 72(6), 603–611. <https://doi.org/10.1001/jamapsychiatry.2015.0071>
- Kaplan, G. B., Leite-Morris, K. A., Wang, L., Rumbika, K. K., Heinrichs, S. C., Zeng, X., Wu, L., Arena, D. T., & Teng, Y. D. (2018). Pathophysiological Bases of Comorbidity: Traumatic Brain Injury and Post-Traumatic Stress Disorder. *Journal of Neurotrauma*, 35(2), 210–225. <https://doi.org/10.1089/neu.2016.4953>
- Kazemi, M., & Pieter, W. (2004). Injuries at a Canadian National Taekwondo Championships: A prospective study. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 5(1), 22. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-5-22>
- Kovacs, Krisztian. (2016). *Research to Understand Explosion-Related Injuries in Military Personnel*. NAE Website. <https://nae.edu/152142/Research-to-Understand-ExplosionRelated-Injuries-in-Military-Personnel>
- Lau, B. C., Kontos, A. P., Collins, M. W., Mucha, A., & Lovell, M. R. (2011). Which on-field signs/symptoms predict protracted recovery from sport-related concussion among high school football players? *The American Journal of Sports Medicine*, 39(11), 2311-2318. <https://doi.org/10.1177/0363546511410655>
- Lau, B., Lovell, M. R., Collins, M. W., & Pardini, J. (2009). Neurocognitive and symptom predictors of recovery in high school athletes. *Clinical Journal of Sport Medicine: Official Journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*, 19(3), 216-221. <https://doi.org/10.1097/JSM.0b013e31819d6edb>
- Lakes, K. D., Bryars, T., Sirisinahal, S., Salim, N., Arastoo, S., Emmerson, N., Kang, D., Shim, L., Wong, D., & Kang, C. J. (2013). The Healthy for Life Taekwondo pilot study: A preliminary evaluation of effects on executive function and BMI, feasibility, and acceptability. *Mental Health and Physical Activity*, 6(3), 181-188. <https://doi.org/10.1016/j.mhpa.2013.07.002>

- Lakes, K. D., & Hoyt, W. T. (2004). Promoting self-regulation through school-based martial arts training. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 25(3), 283-302. <https://doi.org/10.1016/j.appdev.2004.04.002>
- LeMoult, J., Joormann, J., Sherdell, L., Wright, Y., & Gotlib, I. H. (2009). Identification of Emotional Facial Expressions Following Recovery From Depression. *Journal of abnormal psychology*, 118(4), 828–833. <https://doi.org/10.1037/a0016944>
- Levi, Y., Rassovsky, Y., Agranov, E., Sela-Kaufman, M., & Vakil, E. (2013). Cognitive reserve components as expressed in traumatic brain injury. *Journal of the International Neuropsychological Society: JINS*, 19(6), 664-671. <https://doi.org/10.1017/S1355617713000192>
- Lezak, M.D., Howieson, D.B., Loring, D.W., Hannay, H.J. & Fischer, J.S. (2004). *Neuropsychological Assessment*. New York: Oxford. 4a edición
- Liga BBVA (2021). Protocolo de conmovión cerebral, https://s3.amazonaws.com/lmxwebsite/docs/Reglamentos/Generales/20_Protocolo_Conmocion_Cerebral/Protocolo_Conmocion_Cerebral.pdf
- Liu, J., Fan, Y., Ling-Li Zeng, Liu, B., Ju, Y., Wang, M., Dong, Q., Lu, X., Sun, J., Zhang, L., Guo, H., Futao Zhao, Weihui Li, Zhang, L., Li, Z., Liao, M., Zhang, Y., Hu, D., & Li, L. (2021). The neuroprogressive nature of major depressive disorder: Evidence from an intrinsic connectome analysis. *Translational Psychiatry*, 11(1), Art. 1. <https://doi.org/10.1038/s41398-021-01227-8>
- Luis, C. A., Vanderploeg, R. D., & Curtiss, G. (2003). Predictors of postconcussion symptom complex in community dwelling male veterans. *Journal of the International Neuropsychological Society: JINS*, 9(7), 1001-1015. <https://doi.org/10.1017/S1355617703970044>
- Lystad, R. P. (2015). Injuries to Professional and Amateur Kickboxing Contestants: A 15-Year Retrospective Cohort Study. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 3(11), 232596711561241. <https://doi.org/10.1177/2325967115612416>

- Lystad, R. P., Graham, P. L., & Poulos, R. G. (2013). Exposure-adjusted incidence rates and severity of competition injuries in Australian amateur taekwondo athletes: A 2-year prospective study. *British Journal of Sports Medicine*, 47(7), 441-446. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2012-091666>
- Lystad, R. P., Pollard, H., & Graham, P. L. (2009). Epidemiology of injuries in competition taekwondo: A meta-analysis of observational studies. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12(6), 614-621. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2008.09.013>
- Malhi, G. S., & Mann, J. J. (2018). Depression. *Lancet* (London, England), 392(10161), 2299–2312. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)31948-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31948-2)
- McCroory, P., Meeuwisse, W., Dvořák, J., Aubry, M., Bailes, J., Broglio, S., Cantu, R. C., Cassidy, D., Echemendia, R. J., Castellani, R. J., Davis, G. A., Ellenbogen, R., Emery, C., Engebretsen, L., Feddermann-Demont, N., Giza, C. C., Guskiewicz, K. M., Herring, S., Iverson, G. L., ... Vos, P. E. (2017). Consensus statement on concussion in sport-the 5th international conference on concussion in sport held in Berlin, October 2016. *British Journal of Sports Medicine*, 51(11), 838-847. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-097699>
- McDonald, S., Rushby, J., Li, S., de Sousa, A., Dimoska, A., James, C., Tate, R., & Togher, L. (2011). The influence of attention and arousal on emotion perception in adults with severe traumatic brain injury. *International Journal of Psychophysiology: Official Journal of the International Organization of Psychophysiology*, 82(1), 124-131. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2011.01.014>
- McGinn MJ, Povlishock JT. Cellular and molecular mechanisms of injury and spontaneous recovery. *Handb Clin Neurol* (2015) 127:67–87. doi:10.1016/B978-0-444-52892-6.00005-2
- McGuckin, M. E., Law, B., McAuliffe, J., Rickwood, G., & Bruner, M. W. (2016). Social influences on return to play following concussion in female competitive youth ice hockey players. *Journal of Sport Behavior*, 39, 426–445

- Meehan III, W., Mannix, R., Stracciolini, A., Elbin, R. J., & Collins, M. (2013). Symptom Severity Predicts Prolonged Recovery after Sport-Related Concussion, but Age and Amnesia Do Not. *The Journal of Pediatrics*, 163(3).
- Meehan, W. P., d'Hemecourt, P., Collins, C. L., & Comstock, R. D. (2011). Assessment and management of sport-related concussions in United States high schools. *The American Journal of Sports Medicine*, 39(11), 2304-2310. <https://doi.org/10.1177/0363546511423503>
- Milad, M. R., & Rauch, S. L. (2012). Obsessive Compulsive Disorder: Beyond Segregated Cortico-striatal Pathways. *Trends in cognitive sciences*, 16(1), 43–51. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2011.11.003>
- Misquitta, K., Dadar, M., Tarazi, A., Hussain, M. W., Alatwi, M. K., Ebraheem, A., Multani, N., Khodadadi, M., Goswami, R., Wennberg, R., Tator, C., Green, R., Colella, B., Davis, K. D., Mikulis, D., Grinberg, M., Sato, C., Rogaeva, E., Louis Collins, D., & Tartaglia, M. C. (2018). The relationship between brain atrophy and cognitive-behavioural symptoms in retired Canadian football players with multiple concussions. *NeuroImage: Clinical*, 19, 551-558. <https://doi.org/10.1016/j.nicl.2018.05.014>
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex «Frontal Lobe» tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41(1), 49-100. <https://doi.org/10.1006/cogp.1999.0734>
- Moreland, G., & Barkley, L. (2021). Concussion in Sport. *Current Sports Medicine Reports*, 20(10). <https://journals.lww.com/acsm-csmr/pages/default.aspx>
- Moscatelli, F., Valenzano, A., Petito, A., Triggiani, A. I., Ciliberti, M. A. P., Luongo, L., Carotenuto, M., Esposito, M., Messina, A., Monda, V., Monda, M., Capranica, L., Messina, G., & Cibelli, G. (2016b). Relationship between blood lactate and cortical excitability between taekwondo athletes and non-athletes after hand-grip exercise. *Somatosensory & Motor Research*, 33(2), 137-144. <https://doi.org/10.1080/08990220.2016.1203305>

- Moscatelli, F., Messina, G., Valenzano, A., Petito, A., Triggiani, A. I., Messina, A., Monda, V., Viggiano, A., De Luca, V., Capranica, L., Monda, M., & Cibelli, G. (2016a). Differences in corticospinal system activity and reaction response between karate athletes and non-athletes. *Neurological Sciences*, 37(12), 1947-1953. <https://doi.org/10.1007/s10072-016-2693-8>
- Mullaly, W. (2017). Concussion. *The American Journal of Medicine*, 130(8). <http://dx.doi.org/10.1016/j.amjmed.2017.04.016>
- Naismith, S. L., Hickie, I. B., Turner, K., Little, C. L., Winter, V., Ward, P. B., Wilhelm, K., Mitchell, P., & Parker, G. (2003). Neuropsychological performance in patients with depression is associated with clinical, etiological and genetic risk factors. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 25(6), 866–877. <https://doi.org/10.1076/jcen.25.6.866.16472>
- Ostrosky-Solís, F., Gómez, E., Matute, E., Ardila, A., y Pineda, D. (2012). *Neuropsi: Atención y Memoria. Manual Moderno*
- Parachute. (2024). Canadian Guideline on Concussion in Sport. (2nd edition). Recuperado el 20 de marzo de 2024, de <https://parachute.ca/wp-content/uploads/2019/06/Concussion-Guideline-2024.pdf>
- Patricios, J. S., Schneider, K. J., Dvorak, J., Ahmed, O. H., Blauwet, C., Cantu, R. C., Davis, G. A., Echemendia, R. J., Makdissi, M., McNamee, M., Broglio, S., Emery, C. A., Feddermann-Demont, N., Fuller, G. W., Giza, C. C., Guskiewicz, K. M., Hainline, B., Iverson, G. L., Kutcher, J. S., ... Meeuwisse, W. (2023). Consensus statement on concussion in sport: The 6th International Conference on Concussion in Sport–Amsterdam, October 2022. *British Journal of Sports Medicine*, 57(11), 695–711. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2023-106898>
- Patterson, Z., & Holahan, M. (2012). Understanding the neuroinflammatory response following concussion to develop treatment strategies. *Frontiers in Cellular Neuroscience*, 6. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fncel.2012.00058>

- Pieter, W., Fife, G. P., & O'Sullivan, D. M. (2012). Competition injuries in taekwondo: A literature review and suggestions for prevention and surveillance. *British Journal of Sports Medicine*, 46(7), 485-491. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2012-091011>
- Portellano, J.A. (2005). *Introducción a la neuropsicología*. Madrid: McGraw Hill.
- Prado, C. G. D. (2011). Sistematización de la acción táctica en el taekwondo de alta competición. *Apuntes. Educación Física y Deportes*.
- Praharso, N. F., Tear, M. J., & Cruwys, T. (2017). Stressful life transitions and wellbeing: A comparison of the stress buffering hypothesis and the social identity model of identity change. *Psychiatry Research*, 247, 265–275. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2016.11.039>
- Quijano, M. C., Arango, J. C., Cuervo, M. T., & Aponte, M. (2011). *Neuropsicología del trauma craneoencefálico en Cali, Colombia*. 11.
- RAE. (2021). Diccionario de la lengua española. Recuperado el 27 de junio del 2022. <https://dle.rae.es/taekwondo>
- Reischies, F. M., & Neu, P. (2000). Comorbidity of mild cognitive disorder and depression—A neuropsychological analysis. *European Archives of Psychiatry and Clinical Neuroscience*, 250(4), 186–193. <https://doi.org/10.1007/s004060070023>
- Roland, P. E., Hilgetag, C. C., & Deco, G. (2014). Cortico-cortical communication dynamics. *Frontiers in Systems Neuroscience*, 8. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnsys.2014.00019>
- Rosselli, M. (2015). Desarrollo Neuropsicológico de las Habilidades Visoespaciales y Visoconstruccionales. *Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, 15, 175-200.
- Sakamoto, S., Takeuchi, H., Ihara, N., Ligao, B., & Suzukawa, K. (2018). Possible requirement of executive functions for high performance in soccer. *PloS One*, 13(8), e0201871. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201871>

- Satz, P. (1993). Brain reserve capacity on symptom onset after brain injury: A formulation and review of evidence for threshold theory. *Neuropsychology*, 7(3), 273-295. <https://doi.org/10.1037/0894-4105.7.3.273>
- Saxena, S., & Rauch, S. L. (2000). Functional neuroimaging and the neuroanatomy of obsessive-compulsive disorder. *The Psychiatric Clinics of North America*, 23(3), 563–586. [https://doi.org/10.1016/s0193-953x\(05\)70181-7](https://doi.org/10.1016/s0193-953x(05)70181-7)
- Schatz, P., & Zillmer, E. (2003). Computer-based assessment of sports-related concussion. *Applied Neuropsychology*, 10(1), 42–47
- Scott Delaney, J., Puni, V., & Rouah, F. (2006). Mechanisms of injury for concussions in university football, ice hockey, and soccer: A pilot study. *Clinical Journal of Sport Medicine: Official Journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*, 16(2), 162-165. <https://doi.org/10.1097/00042752-200603000-00013>
- Shah, S. A., Goldin, Y., Conte, M. M., Goldfine, A. M., Mohamadpour, M., Fidali, B. C., Cicerone, K., & Schiff, N. D. (2017). Executive attention deficits after traumatic brain injury reflect impaired recruitment of resources. *NeuroImage. Clinical*, 14, 233-241. <https://doi.org/10.1016/j.nicl.2017.01.010>
- Shumskaya E, Andriessen TMJC, Norris DG, Vos PE. Abnormal whole-brain functional networks in homogeneous acute mild traumatic brain injury. *Neurology* (2012) 79:175–82. doi:10.1212/WNL.0b013e31825f04fb
- Sours, C., Zhuo, J., Janowich, J., Aarabi, B., Shanmuganathan, K., & Gullapalli, R. P. (2013). Default mode network interference in mild traumatic brain injury—A pilot resting state study. *Brain Research*, 1537, 201–215. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2013.08.034>
- Stern, Y. (2002). What is cognitive reserve? Theory and research application of the reserve concept. *Journal of the International Neuropsychological Society: JINS*, 8(3), 448-460.

- Stulemeijer, M., van der Werf, S., Borm, G. F., & Vos, P. E. (2008). Early prediction of favourable recovery 6 months after mild traumatic brain injury. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, 79(8), 936-942. <https://doi.org/10.1136/jnnp.2007.131250>
- Vagnozzi, R., Signoretti, S., Cristofori, L., Alessandrini, F., Floris, R., Isgrò, E., Ria, A., Marziali, S., Zoccatelli, G., Tavazzi, B., Del Bolgia, F., Sorge, R., Broglio, S. P., McIntosh, T. K., & Lazzarino, G. (2010). Assessment of metabolic brain damage and recovery following mild traumatic brain injury: A multicentre, proton magnetic resonance spectroscopic study in concussed patients. *Brain: A Journal of Neurology*, 133(11), 3232-3242. <https://doi.org/10.1093/brain/awq200>
- Vagnozzi, R., Signoretti, S., Floris, R., Marziali, S., Manara, M., Amorini, A. M., Belli, A., Di Pietro, V., D'urso, S., Pastore, F. S., Lazzarino, G., & Tavazzi, B. (2013). Decrease in N-acetylaspartate following concussion may be coupled to decrease in creatine. *The Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 28(4), 284-292. <https://doi.org/10.1097/HTR.0b013e3182795045>
- van den Heuvel, M. P., & Sporns, O. (2011). Rich-club organization of the human connectome. *The Journal of Neuroscience: The Official Journal of the Society for Neuroscience*, 31(44), 15775–15786. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.3539-11.2011>
- Van Donkelaar, P., Langan, J., Rodriguez, E., Drew, A., Halterman, C., Osternig, L. R., & Chou, L.-S. (2005). Attentional deficits in concussion. *Brain Injury*, 19(12), 1031-1039. <https://doi.org/10.1080/02699050500110363>
- van Ierssel, J., Ferdinand, K., Sampson, M., Zemek, R., & Caron, J. (2022). Which psychosocial factors are associated with return to sport following concussion? A systematic review. *Journal of Sport and Health Science*.
- van Ierssel, J., Pennock, K. F., Sampson, M., Zemek, R., & Caron, J. G. (2022). Which psychosocial factors are associated with return to sport following concussion? A systematic review. *Journal of Sport and Health Science*, 11(4), 438–449. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2022.01.001>

- Van Mechelen, W., Hlobil, H., & Kemper, H. C. (1992). Incidence, severity, aetiology and prevention of sports injuries. A review of concepts. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 14(2), 82-99. <https://doi.org/10.2165/00007256-199214020-00002>
- Veale, D. (2002). Overvalued ideas: A conceptual analysis. *Behaviour Research and Therapy*, 40(4), 383–400. [https://doi.org/10.1016/s0005-7967\(01\)00016-x](https://doi.org/10.1016/s0005-7967(01)00016-x)
- Veale, D., & Roberts, A. (2014). Obsessive-compulsive disorder. *BMJ (Clinical Research Ed.)*, 348, g2183. <https://doi.org/10.1136/bmj.g2183>
- Vestberg, T., Gustafson, R., Maurex, L., Ingvar, M., & Petrovic, P. (2012). Executive functions predict the success of top-soccer players. *PLoS One*, 7(4), e34731. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0034731>
- Wada, T., Asano, Y., & Shinoda, J. (2012). Decreased fractional anisotropy evaluated using tract-based spatial statistics and correlated with cognitive dysfunction in patients with mild traumatic brain injury in the chronic stage. *AJNR. American Journal of Neuroradiology*, 33(11), 2117–2122. <https://doi.org/10.3174/ajnr.A3141>
- Wammes, J. D., Good, T. J., & Fernandes, M. A. (2017). Autobiographical and episodic memory deficits in mild traumatic brain injury. *Brain and Cognition*, 111, 112–126. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2016.11.004>
- Wiese-Bjornstal, D., White, A., Russell, H., & Smith, A. (2015). Psychology of sport concussions. *Kinesiology Review*, 4, 169–189. <https://doi.org/10.1123/kr.2015-0012>
- World Taekwondo Federation (2023). WT Competition Rules & Interpretation. Recuperado el 29 de septiembre de 2023, de <http://www.worldtaekwondo.org/rules-wt/rules.html>

- Xiong, K., Zhu, Y., Zhang, Y., Yin, Z., Zhang, J., Qiu, M., & Zhang, W. (2014). White matter integrity and cognition in mild traumatic brain injury following motor vehicle accidents. *Brain Research*, 1591, 86–92. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2014.10.030>
- Xu, J., Wei, Q., Bai, T., Wang, L., Li, X., He, Z., Wu, J., Hu, Q., Yang, X., Wang, C., Tian, Y., Wang, J., & Wang, K. (2020). Electroconvulsive therapy modulates functional interactions between submodules of the emotion regulation network in major depressive disorder. *Translational Psychiatry*, 10(1), 271. <https://doi.org/10.1038/s41398-020-00961-9>
- Yallampalli, R., Wilde, E. A., Bigler, E. D., McCauley, S. R., Hanten, G., Troyanskaya, M., Hunter, J. V., Chu, Z., Li, X., & Levin, H. S. (2013). Acute white matter differences in the fornix following mild traumatic brain injury using diffusion tensor imaging. *Journal of Neuroimaging: Official Journal of the American Society of Neuroimaging*, 23(2), 224–227. <https://doi.org/10.1111/j.1552-6569.2010.00537.x>
- Yang, J., Peek-Asa, C., Covassin, T., & Torner, J. C. (2015). Post-concussion symptoms of depression and anxiety in division I collegiate athletes. *Developmental Neuropsychology*, 40(1), 18–23. <https://doi.org/10.1080/87565641.2014.973499>
- Yuste, R. (2015). From the neuron doctrine to neural networks. *Nature Reviews Neuroscience*, 16(8), 487–497. <https://doi.org/10.1038/nrn3962>
- Zhang, H., Zhang, X.-N., Zhang, H.-L., Huang, L., Chi, Q.-Q., Zhang, X., & Yun, X.-P. (2016). Differences in cognitive profiles between traumatic brain injury and stroke: A comparison of the Montreal Cognitive Assessment and Mini-Mental State Examination. *Chinese Journal of Traumatology*, 19(5), 271-274. [Hhttps://doi.org/10.1016/j.cjtee.2015.03.007](https://doi.org/10.1016/j.cjtee.2015.03.007)

Ziebell, J. M., Adelson, P. D., & Lifshitz, J. (2015). Microglia: Dismantling and rebuilding circuits after acute neurological injury. *Metabolic Brain Disease*, 30(2), 393-400. <https://doi.org/10.1007/s11011-014-9539-y>

Anexo 1

Artículo	Objetivo	Participantes	Tareas/Pruebas	Proceso	Hallazgos relevantes
Consensus statement on concussion in sport 2023 (Patricios et al., 2023)	Revisar el desarrollo de nuevos procedimientos y metodologías en el manejo de la conmoción	-	CRT6 , SCAT 6 y SCOAT 6	Se realizó una revisión sistemática de las reuniones previamente establecidas. Además se revisaron las propuestas de instrumentos sobre conmoción deportiva	Se destaca la importancia de la recuperación física, cognitiva y emocional del deportista después de una conmoción deportiva. Se recomienda la implementación de tamizajes como el SCAT para dar seguimiento a los síntomas post conmoción
Computer-Based Assessment of Sports-Related Concussion (Schatz & Zillmer, 2003)	Revisar la ventajas y desventajas de implementar una evaluación computarizada en la conmoción deportiva	-	-	-	Las ventajas de la evaluación computarizada es optimizar la recolección de información; obtener el tiempo de ejecución de una tarea en milisegundos; registra con mayor precisión cambios en la atención, concentración y tiempo de latencia; se pueden incorporar elementos visuales y auditivos. Respecto a las desventajas se encuentran las fallas técnicas, fallas en recabar información clínica relevante en la conmoción, imposibilidad de aclarar dudas o preguntas
Monitoring resolution of post concussion symptoms in athletes (Schatz & Zillmer, 2003)	Evaluar la efectividad de las pruebas neuropsicológicas en la detección y monitoreo de los síntomas de conmoción deportiva	834 deportistas	The Concussion Resolution Index	Se evaluaron a los deportistas después de haber tenido una conmoción. A los deportistas que continuaron presentando síntomas de conmoción se les realizó un seguimiento en intervalos de 1 a 2 días hasta su recuperación	El CRI fue sensible a identificar los efectos de la conmoción deportiva. El 19% de los deportistas presentó síntomas neurofisiológicos y el 58% presentaron síntomas neurofisiológicos y cognitivos. En la parte cognitiva, se identificaron menores tiempos de reacción en los deportistas con conmoción
Differences in cognitive profiles between traumatic brain injury and stroke (Zhang et al., 2016)	Investigar los perfiles cognitivos a través del MOCA y el Mini Mental en pacientes con traumatismo craneoencefálico y accidente cerebrovascular	103 pacientes con traumatismo craneoencefálico y 127 con accidente cerebrovascular	MOCA y Mini Mental	Los pacientes fueron designados a dos grupos de manera aleatoria. El primero fue evaluado en la secuencia Mini Mental-MOCA y el segundo en la secuencia MOCA-Mini Mental. El tiempo entre ambas evaluaciones fue de 24 horas	Los pacientes con traumatismo craneoencefálico tuvieron menor desempeño en las tareas de orientación y evocación diferida
Neuropsicología de trauma craneoencefálico (Quijano et al., 2011)	Realizar un análisis comparativo entre un grupo control y pacientes con trauma craneoencefálico para determinar si existen diferencias neuropsicológicas a los seis meses de evolución	69 pacientes y 79 personas controles	Neuropsi breve	Se realizó una entrevista para recolectar datos médicos, sociodemográficos y personales. Posteriormente se aplicó el Neuropsi breve	Se observaron diferencias significativas en la orientación, atención, memoria, fluidez semántica y fonológica, denominación y funciones ejecutivas entre el grupo de pacientes con traumatismo y el grupo control

Anexo 2

Artículo	Objetivo	Participantes	Tareas/Pruebas	Proceso	Hallazgos reelevantes
Alteración de la conectividad cerebral en pacientes con traumatismo craneoencefálico grave crónico (Junqué et al., 2011)	Investigar las alteraciones de la conectividad estructural y sus relación clínica en pacientes con traumatismo craneo-encefálico (TCE) de larga evolución	30 pacientes con TCE grave y una evolución de entre 2 y 7 años desde el accidente, estratificados según edad, sexo y educación con una muestra de 20 sujetos control	TAVR, dígitos inversos de WAIS III y subtest de retención de historietas de la Batería de Rivermead. Además, se realizaron imágenes de tensor de difusión	Se administraron las pruebas neuropsicológicas y después se extrajeron las imágenes del tensor de difusión y la resonancia magnética	Los pacientes con TCE mostraron menor desempeño en la velocidad de procesamiento y en la memoria verbal. Asimismo, los valores de anisotropía fraccional se correlacionaron con la velocidad de procesamiento de la información y con la retención a largo plazo de la lista de palabras de Rey. De manera específica, los mapas de anisotropía fraccional mostraron correlaciones de la velocidad de procesamiento con los fascículos asociativos; y de la memoria Se encontraron tiempos de respuesta más lentos, con déficits conductuales específicos observados para la orientación y la atención ejecutiva en los participantes con conmoción, lo que sugiere que las redes parietal y frontal, respectivamente, son las más vulnerables a las lesiones
Attentional deficits in concussion (Van Donkelaar et al., 2005)	Explorar los déficits en la alerta, orientación y la atención ejecutiva en individuos con conmoción	20 participantes con conmoción y 20 personas controles	Attentional Network Test (ANT)	Los participantes fueron referidos por sus entrenadores o médicos después de la conmoción. Todos los participantes fueron evaluados a través del ANT desarrollado por Fan y colaboradores (2002)	Los resultados muestran alteraciones en los componentes de orientación y atención ejecutiva. Particularmente, el grupo de TCE leve tiene mayores tiempos de reacción apesar de que se proporcionan claves visoespaciales en la tarea de orientación. El desempeño se asemeja al grupo control después de la primera semana de la lesión
Tracking the recovery of visuospatial attention deficits in mild traumatic brain injury (Halterman et al., 2006)	Evaluar la alerta, orientación y la atención ejecutiva visoespacial en individuos con TCE leve	20 participantes con TCE leve y 20 personas controles	Attentional Network Test (ANT)	Los participantes fueron reclutados de la Universidad de Oregon. Posteriormente, fueron evaluados a través del ANT desarrollado por Fan y colaboradores (2002)	Los participantes con TCE leve muestran déficits en la atención ejecutiva. En el EEG se observó incremento de theta y decremento de beta en la zona frontal medial, siendo esta zona importante para la regulación de las demandas cognitivas, monitoreo, detección del error y la integración sensoriomotora
Executive attention deficits after traumatic brain injury reflect impaired recruitment of resources (Shah et al., 2017)	Obtener evidencia cuantitativa de los déficits de atención en individuos con TCE leve	33 participantes con TCE leve y 24 personas controles	EEG y Attentional Network Test (ANT)	Los participantes fueron reclutados del Instituto de Rehabilitación Edison. Todos los sujetos tenían diagnóstico de TCE leve, moderado o grave. Después fueron evaluados mediante el ANT desarrollado por Fan y colaboradores (2002). Al mismo tiempo, se registro la actividad cerebral a través de EEG	

Anexo 3

Artículo	Objetivo	Participantes	Tareas/Pruebas	Proceso	Hallazgos reelevantes
Biomarkers for the diagnosis and prognosis of mild traumatic brain injury/concussion (Jeter et al., 2013)	Proporcionar una revisión de los biomarcadores utilizados para el diagnóstico del TCE	-	-	-	La evaluación por medio del autoreporte de los síntomas puede ser influenciada por la incapacidad del paciente para detectar los déficits o alteraciones de la conciencia. En consecuencia, la implementación de biomarcadores agrupados por sinaptotipos puede contribuir a la identificación de los síntomas post conoción
Acute white matter differences in the fornix following mild traumatic brain injury using diffusion tensor imaging (Yallampalli et al., 2010)	Examinar la integridad del fórnix en pacientes con TCE leve mediante la anisotropía fraccional y el coeficiente aparente de difusión	11 adolescentes con TCE leve y 11 personas controles	Tensor de difusión y Automated Neuropsychological Assessment Metrics	Los participantes fueron evaluados entre el día 1 y el día 6 después de la lesión. La integridad del fórnix fue evaluada por medio del tensor de difusión. Se calculó la anisotropía fraccional y el coeficiente aparente de difusión. Posteriormente, se les aplicó una evaluación neuropsicológica que medía los tiempos de reacción y memoria de los participantes	El promedio de la memoria verbal del grupo con TCE leve fue menor en comparación con el grupo control. Asimismo, el bajo desempeño se relacionó con mayor anisotropía fraccional en el fórnix
Autobiographical and episodic memory deficits in mild traumatic brain injury (Wammes et al., 2017)	Explorar la asociación entre la conoción y el deterioro de la memoria autobiográfica y la evocación diferida	20 participantes con TCE y personas control	Head Injury Report, TMT, Mill Hill Vocabulary Scale, Mini Mental y Entrevista autobiográfica (Levine et al., 2002)	Se realizó una entrevista para detectar si los participantes habían tenido TCE. A continuación se les solicitó completar el Head Injury Report para complementar los datos de la lesión. Se prosiguió con la evaluación cognitiva que incluyó los instrumentos de tamizaje y las pruebas neuropsicológicas	Los participantes con TCE mostraron menor desempeño en las tareas de memoria episódica, autobiográfica y el recuerdo a largo plazo
Executive function predictors of delayed memory deficits after mild traumatic brain injury (Broadway et al., 2019)	Explorar la asociación entre las funciones ejecutivas y los déficits de memoria en el TCE leve	61 personas con TCE leve y 23 personas control	Escala Glasgow, Neurobehavioral Inventory, NIH examiner y HVLT-R	Los participantes con TCE leve fueron referidos del Hospital de la Universidad de Nuevo México. Con base en los resultados de la Escala de Glasgow y el Neurobehavioral Symptom Inventory se subdividió a los participantes con TCE leve en subagudos y crónicos. Después de aplicaron las pruebas NIH y HVLT-R	Los participantes con TCE subagudo y crónico tuvieron menor desempeño en la recuperación de información a largo plazo, en promedio lograron recuperar del 15-18% de la lista de palabras presentada durante la evaluación. Se identificó que la dificultad para recuperar mayor volúmen de información fue la falta de estrategias semánticas. Además, se demostró que los déficits en funciones ejecutivas se asociaron con un peor desempeño en la recuperación de la información

Anexo 4

Artículo	Objetivo	Participantes	Tareas/Pruebas	Proceso	Hallazgos reelevantes
Assessment of motor cortex excitability and inhibition during a cognitive task in individuals with concussion (Edwards & Christie, 2017)	Explorar la funcionalidad de la corteza motora durante tareas de función ejecutiva en individuos con conmoción cerebral	9 mujeres con conmoción y 14 mujeres como grupo control	Estimulación magnética transcraneal (TMS), electromiografía, SCAT-3, IMPACT y Mini Mental	Se realizó el experimento en 5 sesiones. En cada una de ellas se midieron la excitabilidad corticoespinal y la inhibición intracortical durante la aplicación de las tareas cognitivas y en el descanso. La sesión comenzaba con el llenado del cuestionario de síntomas. Luego se utilizaba TMS para determinar el umbral motor en reposo (RMT), los potenciales motores (MEP) y los períodos de silencio cortical (CSP) antes (pre-tarea), durante (tarea) y después (post-tarea) de la realización de una tarea cognitiva. Estos procedimientos se siguieron en los cinco sesiones para todos los participantes.	Se identificó mayor excitabilidad corticoespinal y mayor inhibición intracortical en los participantes con conmoción durante la ejecución de tareas cognitivas. Estos cambios excitatorios sinápticos pueden causar la desincronización de las fibras eferentes que descienden a la motoneurona

Anexo 5

Artículo	Objetivo	Participantes	Tareas/Pruebas	Proceso	Hallazgos reelevantes
Evidence of residual cognitive deficits in young adults with a concussion from adolescence (Caffey & Dalecki, 2021)	Evaluar las funciones ejecutivas y la atención en personas con historia de conmoción	24 personas con historia de conmoción y 24 personas control	SAC, SCAT-5, Stroop y D2	Primero se aplicó el SAC y el SCAT-5 para identificar los síntomas de conmoción. A continuación se aplicó el Stroop y el D2 en la versión computarizada	Las personas con historia de conmoción obtuvieron menor cantidad de aciertos en el Stroop, particularmente se encontraron las fallas en la tarea de interferencia. Asimismo, se identificó que los errores de la tarea D2 se relacionaron con el tiempo de la conmoción, es decir, a mayor tiempo transcurrido de la lesión mayor cantidad de errores. Estos hallazgos demuestran que pueden existir secuelas después de la conmoción inclusive después de varios meses
Long term effects of mild traumatic brain injury on cognitive performance (Dean et al., 2013)	Explorar la memoria de trabajo y la velocidad de procesamiento en pacientes con TCE leve y síntomas post conmoción con más de un año de evolución	36 pacientes con TCE leve y 36 personas control	PVSAT, n-Back, CFQ, ESS, PTSD, IES-R, HADS, KSS, PSQI y NART	Se realizó el diagnóstico de TCE leve con base en los criterios del ICD-10. Al mismo tiempo, se detectó síndrome post conmoción con los criterios del DSM-IV. Después se les solicitó contestar unos cuestionarios sobre su calidad de vida y síntomas psiquiátricos. Finalmente, se les presentaron las tareas de PVSAT y n-Back de manera computarizada	Los hallazgos reportan que los pacientes con síntomas de conmoción presentaron afectaciones en la velocidad de procesamiento y en la memoria de trabajo

Anexo 6

Artículo	Objetivo	Participantes	Tareas/Pruebas	Proceso	Hallazgos reelevantes
The Effects of Martial Arts Training on Attentional Networks in Typical Adults (Johnstone & Mari-Beffa, 2018)	Evaluar y comparar el desempeño atencional entre practicantes de artes marciales y no practicantes de artes marciales	21 artistas marciales (practicantes de Karate, Taekwondo, Kickboxing, Jiu Jitsu, Tai Chi, Judo, Thai Boxing y Kung Fu) y 27 personas que no practicaban artes marciales	Attention Network Test	Se evaluaron los tres índices de la atención: la alerta, la orientación y la función ejecutiva de acuerdo con el paradigma de Fan y colaboradores (2002)	Los resultados indican que los artistas marciales fueron más eficientes en la red de alertamiento, los artistas marciales reaccionaron más rápido cuando se trataba de estímulos impredecibles o sin pistas.
Cognitive and personality factors in the regular practice of martial arts (Fabio & Towey, 2017)	Explorar la relación entre la práctica de las artes marciales, el desempeño cognitivo y los factores de personalidad	76 artistas marciales (practicantes de Karate, Kung Fu y Ju Jiitsu) y 70 personas que practicaban otros deportes (basketball, volleyball y gimnasia)	Matrices de Raven, la Torre del Pensamiento Creativo y el Trail Making Test	Para el grupo control se reclutó a deportistas pertenecientes a la Federación de FIWUK-CONI mientras que la muestra del grupo control fue reclutada de diferentes escuelas (pareados por edad, género e IQ). A ambos grupos se les aplicaron las pruebas neuropsicológicas	Los artistas marciales tienen mejor desempeño en la atención visual. Esta habilidad se presenta debido a que las artes marciales son un deporte dinámico en el que se necesitan tiempos de reacción rápidos y la capacidad de alternar la atención en diferentes estímulos que se presentan simultáneamente

Anexo 7

Artículo	Objetivo	Participantes	Tareas/Pruebas	Proceso	Hallazgos reelevantes
The relationship between brain atrophy and cognitive-behavioural symptoms in retired Canadian football players with multiple concussions (Misquitta et al., 2018)	Explorar la relación entre el desempeño cognitivo de jugadores de football retirados y el daño cerebral ocasionado por las conmociones repetidas	53 jugadores de football retirados y 25 personas control	RAVLT, RVDLT, PAI y resonancia magnética	En ambos grupos se llevó a cabo una resonancia magnética y se aplicaron la entrevista semiestructurada Zurich Guidelines of Concussion, el Test de Aprendizaje Verbal de Rey, el Test de Aprendizaje Visual de Rey y el Inventario de Personalidad.	Se encontró atrofia hipocampal en jugadores de football, particularmente lateralizado hacia el hipocampo izquierdo, lo cual se asoció con peor desempeño en la memoria verbal.

Anexo 8

Artículo	Objetivo	Participantes	Tareas/Pruebas	Proceso	Hallazgos reelevantes
One-year stability of preseason Sport Concussion Assessment Tool 5 (SCAT5) values in university level collision and combative sport athletes (Cameron et al., 2021)	Determinar la estabilidad de la prueba de conmociones cerebrales deportivas (SCAT) 5 entre temporadas consecutivas en deportistas universitarios combativos y por colisión	12 deportistas del equipo de luchas, 14 del equipo de rugby y 10 del equipo de hockey	SCAT 5	El SCAT5 fue administrado a todos los deportistas al comienzo de la temporada deportiva de 2017. Luego, estas pruebas se volvieron a administrar a los mismos deportistas al comienzo de la temporada universitaria de 2018.	En la evaluación de la primera temporada se presentaron dificultades para mantener el equilibrio en un pie y en tándem. Además, estos síntomas persistieron hasta un año después
Differences in corticospinal system activity and reaction response between karate athletes and non-athletes (Moscatelli et al., 2016a)	Comparar el umbral de reposo motor y los potenciales motores evocados entre practicantes de karate y no practicantes	25 karatecas y 25 sujetos control (pareados por peso, talla y edad)	CANTAB , MOT y registro electromiográfico	Se instrumentó a los participantes para llevar a cabo un registro electromiográfico de la mano derecha. Al mismo tiempo, se llevó a cabo la evaluación neuropsicológica computarizada	En karatecas se han encontrado en el sistema sensoriomotor, excitabilidad corticoespinal debido al entrenamiento del Karate
Relationship between blood lactate and cortical excitability between taekwondo athletes and nonathletes after hand-grip exercise (Moscatelli et al., 2016b)	Investigar la relación entre el lactato y la excitabilidad cortical en practicantes de taekwondo y no practicantes	12 taekwondoinos y 12 sujetos control (pareados por peso, talla y edad)	Registro electromiográfico y estimulación magnética transcraneal	Se instrumentó a los participantes para llevar a cabo un registro electromiográfico y estimulación magnética transcraneal. Además, se implementó el método hand-grip para medir las contracciones musculares	El lactato en la sangre tiene mayor efecto en los practicantes de taekwondo en comparación el grupo control. Durante el ejercicio extremadamente intensivo, el lactato retrasa la aparición de la fatiga no sólo manteniendo la excitabilidad del músculo, sino también aumentando la excitabilidad de la corteza motora primaria en los practicantes de taekwondo

Anexo 9

Artículo	Objetivo	Participantes	Tareas/Pruebas	Proceso	Hallazgos reelevantes
Cognitive and psychosocial function in retired professional hockey players (Esopenko et al., 2017)	Describir el funcionamiento cognitivo y psicosocial de los jugadores profesionales retirados de hockey con base en la exposición a conmociones cerebrales y la presencia de la apolipoproteína ε4	38 jugadores de retirados de hockey y 20 personas control	Figura de Rey, WAIS, RAVLT, JLO, SDMT, BVM-T-R, SOPT, PASAT, FAS, Wisconsin y TMT	Los participantes donaron 30 ml de muestra de sangre, de cual se extrajo el perfil de la apolipoproteína ε4. A continuación se les aplicaron las pruebas neuropsicológicas	El grupo de jugadores de hockey tuvo un bajo desempeño en los instrumentos aplicados, este grupo presenta déficits en la flexibilidad cognitiva y el razonamiento asociados a la conmoción deportiva.
The Effect of Martial Arts Training on Cognitive and Psychological Functions in At-Risk Youth (Harwood et al., 2021)	Evaluar la efectividad de un programa de entrenamiento marcial en las funciones cognitivas, los niveles de hormonales y en el estado emocional	49 adolescentes con nivel socioeconómico bajo. Divididos en 24 adolescentes quienes recibieron el entrenamiento en artes marciales y 25 controles quienes recibieron entrenamiento en otros deportes	CANTAB, Rosenberg Self Esteem Scale y The Agression Scale	El grupo experimental recibió entrenamiento en artes marciales, dos sesiones de 50 minutos a la semana en su horario escolar durante un período de 6 meses. En estas clases se implementaron técnicas de Karate, Judo y Jujitsu. Por otra parte, el grupo control recibió clases de otros deportes como fútbol y gimnasia; con el mismo número de sesiones y duración. Se recolectaron muestras de saliva y se realizó la evaluación cognitiva y emocional antes y después de la intervención	Los hallazgos muestran que la práctica de las artes marciales, después de un período de 6 meses, mejora la velocidad de procesamiento y la inhibición cognitiva. Particularmente, la reactividad de la oxitocina predice la mejora en la velocidad de procesamiento y la reducción de los niveles de agresividad.
Promoting self regulation through school based martial artist training (Lakes & Hoyt, 2004)	Evaluar el impacto de las artes marciales a nivel cognitivo y emocional	207 niños de preescolar	Response to Challenge Scale, Strengths and Difficulties Questionnaire, WISC III y Self esteem Inventory	En su investigación, se asignó aleatoriamente a 207 estudiantes de primaria en dos grupos: una mitad recibió clases de taekwondo y la otra mitad fue el grupo control. El entrenamiento del grupo experimental consistió en ejercicios de estiramiento, técnica de pateo, rompimiento de tablas y técnicas de respiración. Por otra parte, el grupo control realizó ejercicios de acondicionamiento físico y estiramiento. Se realizó una evaluación pre y post	Los resultados indican que el grupo que recibió entrenamiento en el taekwondo lograron tener una mejor regulación conductual y mejor desempeño cognitivo en las tareas asociadas con el cálculo matemático.
The Healthy for Life Taekwondo pilot study: A preliminary evaluation of effects on executive function and BMI, feasibility, and acceptability (Lakes et al., 2013)	Evaluar la efectividad de un programa de taekwondo en adolescentes	60 adolescentes	el Cuestionario Conductual de Fortalezas y Debilidades (SWAN), el Test de Funciones Cognitivas y el cálculo del índice de masa corporal	Se implementó un programa de taekwondo en estudiantes de secundaria durante nueve meses y se midieron los efectos físicos y cognitivos de los niños. Los estudiantes se asignaron aleatoriamente a dos grupos: el grupo control tenía clases de educación física de dos a tres veces por semana y el grupo experimental tenía clases de taekwondo dos veces por semana. Las sesiones de taekwondo incluyeron técnicas y formas tradicionales (poomsae). Se evaluó a ambos grupos antes y después de implementar las clases	Los resultados señalan que el grupo que practicó taekwondo tuvo mejor control inhibitorio de acuerdo con el reporte de sus padres.

Anexo 10

Artículo	Objetivo	Participantes	Tareas/Pruebas	Proceso	Hallazgos reelevantes
A review of psychological issues that may be associated with a sport-related concussion in youth and collegiate athletes (Yang et al., 2022)	Realizar el seguimiento de los síntomas psiquiátricos en deportistas con conmoción deportiva	67 deportistas con conmoción deportiva (football, basketball, softball, hockey y volleyball)	Center for Epidemiological Studies Depression Scale y State-Trait Anxiety Inventory	El equipo médico identificó a los deportistas con conmoción. Después se evaluó la ansiedad y depresión de los deportistas a partir del momento de la conmoción, estos resultados se tomaron como línea base. Posteriormente, se realizaron seguimientos al mes, 3 meses, 6 meses y 12 meses	Los síntomas de depresión en la línea base fueron un predictor de los síntomas de depresión y ansiedad en el síndrome post-conmoción
Which psychological factors are associated with return to sport following concussion? (Van Ierssel et al., 2022)	Describir los factores psicosociales asociados con el retorno al deporte en la conmoción	2032 alumnos de preparatoria y universidad pertenecientes a deportes de contacto	Fear of recurrent injury, Fear of Return to Play, Patient Health Questionnaire, Profile of Mood States, entre otras	Se seleccionaron 14 artículos publicados entre los años 2016 a 2021, el análisis de estos artículos se llevó a cabo a través de palabras clave y del sistema PRISMA	Se identificaron tres variables asociadas con el retorno al juego después de la conmoción: el miedo de secuelas, la regulación emocional y el apoyo social Factores previos a la lesión como: la impulsividad, el estrés y falta de regulación emocional pueden incrementar el riesgo de prolongar los síntomas de conmoción. Otros factores de riesgo que se han identificado después de la lesión son: las comorbilidades médicas (p. ej. fracturas, dolor crónico), los síntomas cognitivos (problemas en la memoria, atención y funciones ejecutivas), la desregulación emocional y la falta de apoyo psicosocial
Psychology of Sport Concussions (Wiese-Bjornstal et al., 2015)	Presentar una revisión temática del modelo integrado sobre la recuperación y rehabilitación de la conmoción deportiva	-	-	-	-
How teammate behaviors relate to athlete affect, cognition and behaviors (Benson & Bruner, 2018)	Explorar el comportamiento prosocial y antisocial en un equipo de hockey	100 deportistas pertenecientes al equipo de hockey	Daily Experienced Prosocial and Antisocial Behaviors from Teammates, Daily Prosocial and Antisocial Behaviors y Daily Social Identity	Se registraron las respuestas de los instrumentos en una bitácora durante 10 días para medir la percepción de comportamientos prosociales y comportamientos antisociales del equipo	Los deportistas reportaron mayor identificación social con el equipo en los días en que se presentaron conductas prosociales y menor identificación social cuando se presentaron conductas antisociales
Stressful life transitions and wellbeing (Praharsu et al., 2017)	Comparar el modelo de mitigación de estrés y el modelo de identidad social en la predicción de estrés, apoyo social y bienestar.	165 participantes de diferentes nacionalidades	Life Scale, Depression Anxiety Stress Scale, Exeter Identity Transition Scales, Perceived Stress Scale y Social Support Scale	El primer estudio consistió en evaluar el impacto social que tenía mudarse a una ciudad vs tener un diagnóstico grave de salud. En la segunda situación se estudió cómo los universitarios se adaptaron en su primer semestre de estudios	Los eventos percibidos como estresantes deterioran el bienestar y la identidad social de los individuos La Teoría de la Autocategorización menciona que somos individuos en constante interacción con factores cognitivos, motivacionales y socio-históricos. Además existen tres niveles de autocategorización que desarrollan el autoconcepto: la identidad humana, la identidad social y la identidad personal
Social Identity Theory and Self-categorization Theory (Hornsey, 2008)	Proporcionar una revisión histórica del modelo de Identidad Social	-	-	-	-