



**Universidad Nacional Autónoma de México**  
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN PSICOLOGÍA

**“EFECTOS NEUROPSICOLÓGICOS DE LA HISTORIA DE CONMOCIÓN  
CEREBRAL EN KARATEKAS MEXICANOS: UNA EVALUACIÓN A DISTANCIA”**

**TESIS**  
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE  
**MAESTRA EN PSICOLOGÍA**

PRESENTA:  
**MARIANA YÁÑEZ JASSO**

**Directora: Dra. Gabriela Orozco Calderón**  
*Facultad de Psicología, Universidad Nacional Autónoma de México*

**Comité:**

**Dr. Gerardo Ortiz Moncada**  
*Facultad de Psicología, Universidad Nacional Autónoma de México. Universidad Pedagógica Nacional*

**Dra. Olga Yaneth Rodríguez Agudelo**  
*Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía “Manuel Velasco Suárez”*

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

**Dra. Maura Jazmín Ramírez Flores**  
*Facultad de Psicología, Universidad Nacional Autónoma de México*

Ciudad de México, Diciembre 2021



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.

## **Agradecimientos**

A mi familia, por sostenerme e inspirarme en este camino.

A mis maestros, por su conocimiento y pasión compartida.

A Tonatiuh, que siempre me alentó a no dejar de escribir.

## Contenido

Resumen .....	5-6
Introducción .....	7-8
<b>Capítulo 1. Traumatismo Craneoencefálico .....</b>	<b>9-17</b>
1.1 Definición	
1.2 Clasificación	
1.3 Incidencia	
1.4 Fisiopatología y presentación clínica	
<b>Capítulo 2. Traumatismo Craneoencefálico Leve: Conmoción cerebral .....</b>	<b>18-32</b>
2.1 Definición	
2.2 Incidencia	
2.3 Dominios clínicos presentes en una conmoción cerebral	
2.4 Mecanismos cerebrales implicados en una conmoción cerebral	
2.5 Afectaciones neuropsicológicas	
2.6 Manejo del deportista con conmoción cerebral	
<b>Capítulo 3. Karate .....</b>	<b>33-42</b>
3.1 Historia	
3.2 Reglas y características	
3.3 Karate y conmoción cerebral	
<b>Capítulo 4. La neuropsicología de los deportes de contacto .....</b>	<b>43-63</b>
4.1 Neuropsicología anatómico funcional	
4.2 Evaluación neuropsicológica en el deporte	

4.3 Alteraciones neuropsicológicas por conmoción cerebral

4.4 Intervención neuropsicológica en deportistas

4.5 Conmoción y toma de decisión clínica

<b>Capítulo 5. Tele-Neuropsicología: aplicación de las nuevas tecnologías en la evaluación neuropsicológica</b> .....	64-72
5.1 Revisión histórica	
5.2 Posibilidades de la evaluación neuropsicológica a distancia	
5.3 Uso de las nuevas tecnologías en la evaluación neuropsicológica	
5.4 Consideraciones éticas en la evaluación a distancia	
Método .....	73-87
Resultados .....	88-108
Discusión .....	109-119
Conclusiones .....	120-122
Referencias .....	123-134
Anexos: Propuesta de intervención .....	135-139

## Resumen

La actividad física y los deportes tienen beneficios físicos y mentales. Sin embargo, en los deportes de contacto como el karate, al usar técnicas de contacto físico, implican el riesgo de recibir un golpe en la cabeza. La gravedad del golpe se determina en leve, moderado y grave. Las conmociones cerebrales (CC) son un subtipo de traumatismo craneoencefálico (TCE) leve, una alteración repentina y transitoria inducida por fuerzas biomecánicas traumáticas de transmisión directa o indirecta al cerebro; que, aunque no están caracterizadas por una pérdida de consciencia, se asocian con secuelas neuropsicológicas a corto plazo, y la acumulación de las mismas a secuelas a largo plazo; y están comúnmente vinculadas a los deportes de contacto. Es por ello, que el objetivo de la presente investigación fue describir y comparar el funcionamiento cognitivo (atención, memoria, funciones ejecutivas) y las características psicológicas (depresión, ansiedad) de una muestra de karatekas profesionales con presencia de CC o ausencia de CC. Participaron 14 karatekas con CC (8 hombres y 6 mujeres, edad M= 25 años, escolaridad M=17) y 18 karatekas sin CC (8 hombres y 10 mujeres, edad M= 25 años, escolaridad M=19). Se encontró que el grupo con historia de CC, obtuvo puntuaciones significativamente menores en tareas de memoria audio verbal y de control atencional vinculado a las funciones ejecutivas; además de dificultades socio emocionales; además se hizo una R de Pearson y se encontró que a mayor número de conmociones a lo largo de la práctica de karate las puntuaciones en memoria audio verbal y en funciones ejecutivas (inhibición y flexibilidad) se vieron mayormente afectadas. Se concluye que recibir conmociones repetidas, aún sin pérdida de conciencia, ocasionan decremento en las áreas de atención, memoria e inhibición que puede ser prevenible con la detección correcta y abordaje adecuado.

**Palabras clave:** conmoción cerebral, traumatismo craneoencefálico leve, deporte de contacto, evaluación neuropsicológica, neuropsicología deportiva

## Abstract

Physical activity and sports have physical and mental benefits. However, in contact sports such as karate, that uses physical contact techniques, pose a risk of suffering from a head injury. Using clinical criteria the trauma (TBI) can be classified into mild, moderate or severe. Cerebral concussions (CC) are a subtype of mild TBI, a sudden and transitory alteration induced by traumatic biochemical forces of direct or indirect transmissions to the brain; although they are not characterized by loss of consciousness, they are associated with long term neurophysiological effects, and are commonly associated with contact sports. The objective of this research is to describe the cognitive function (attention, memory, executive functions) and psychopathological characteristics (depression, anxiety) of a sample of karateka professionals with and without a record of CC, in order to identify those characteristics which present an alteration with clinical significance. The sample was divided into 14 karatekas who do combat and have received CC (8 men, 6 women, age  $M=25$  years, school years  $M=17$ ) and 18 karatekas who do not do combat (8 men and 10 women, age  $M=25$  years, school years  $M=19$ ). It was found that those karateka who reported a record of CC obtained significantly lower scores in tasks of auditory-verbal memory and attentional control linked to executive functions; and social difficulties. There was also a negative correlation between the number of CC along karate practice and punctuations in audio verbal memory and executive functions (inhibition and flexibility). This study concludes that repeated CC, even without loss of consciousness, result into a decrease in the capacity of attention, memory and inhibition that can be avoidable with a timely detection and approach.

**Key words:** Concussion, mild head injury, contact sport, neuropsychological evaluation, sports neuropsychology

## Introducción

El Consenso Internacional sobre Conmoción en el Deporte, define a la conmoción cerebral (CC) como un proceso fisiopatológico complejo en el cerebro, inducido por fuerzas biomecánicas traumáticas (McCrory et al., 2009, 2012; Ortiz y Munguía, 2013). La neuropsicología del deporte se ha centrado en la evaluación y tratamiento de los deportistas que han sufrido una o varias CC o que se encuentran en riesgo de sufrirlas en la práctica deportiva (Echemendía, 2006).

La neuropsicología se basa en la observación clínica y el uso de diversos instrumentos de para poder determinar la presencia de los cambios cognitivos y conductuales (Matute, Rosselli y Ardila, 2010), que se deben interpretar considerando tres sistemas: cognición, emoción y funciones ejecutivas (Lezak et al., 2012).

Se ha visto que la mayoría (80% - 90%) de las CC se resuelven en un tiempo corto (7 a 10 días), aunque el tiempo de recuperación puede aumentar en niños y adolescentes (15-30 días). Sin embargo, se ha visto que en aproximadamente el 17% de las personas que reciben CC, los síntomas persisten, pudiendo presentarse como un síndrome post conmocional (SPC), síndrome de segundo impacto (SIS) o una encefalopatía traumática crónica (ETC) (Arellano, et al., 2019). Estos síndromes tienen manifestaciones clínicas en diferentes esferas: conductuales, anímicas, cognitivas y motoras; en donde principalmente se observan cambios en la personalidad, aparición de agresividad y conductas impulsivas, síntomas ansiosos y depresivos, síntomas demenciales, disminución de la atención y concentración, y dificultades visuoespaciales (Tarazi, 2016; Montenegro, 2014); hasta un 17% de los individuos desarrollan encefalopatía traumática crónica. (McKee, Cantu, Nowinsk, Hedley-Whyte, Gavett, y Budson, 2019).

Algunos de los los riesgos ya descritos, se relacionan con la vulnerabilidad de estos deportistas a recibir golpes directos en la cabeza, ocasionando lesiones neurológicas, y secuelas cognitivas (McCrory y Cameron, 2008).

Recientemente, se ha puesto más atención en todo el mundo a las CC que ocurren durante la práctica del deporte, a nivel escolar, amateur o profesional. Se debe sospechar CC en cualquier deportista que sufra un TCE, haya perdido o no el estado de conciencia (Tsushima, Ahn, Siu, Fukuyama y Murata, 2018). Cuando se identifica una conmoción, el deportista no debe regresar



a la práctica deportiva de manera inmediata, y se recomiendan unos días de descanso mental y físico, para su total recuperación. Se deben evitar los traumatismos repetitivos, ya que esto aumenta la severidad de las secuelas cognitivas y emocionales (Tsushima, et al., 2018).

En México, no hay cifras exactas sobre el número de deportistas, habiendo diferencias según la asociación. Según el INEGI (2017), hay 7 mil 708 personas en áreas deportivas y el 42.1% de la población mayor de 18 años realiza alguna práctica deportiva en su tiempo libre (INEGI, Módulo de Práctica Deportiva y Ejercicio Físico (MOPRADEF) 2015 a 2019). De acuerdo con la Federación Mexicana de Fútbol (Femexfut, 2018) hay 12 mil futbolistas profesionales en el país; mientras que la Olimpiada Nacional (2018) registra unos 23 mil deportistas. De acuerdo con la Federación Mexicana de Taekwondo, hay alrededor de 700 mil practicantes de artes marciales, y únicamente 12 son seleccionados nacionales por parte de la Comisión nacional del Deporte (CONADE, 2019). Esto implica que hay muchos deportistas de contacto en México que no tienen un seguimiento adecuado.

Por ello, la presente investigación tiene como finalidad describir el desempeño neuropsicológico (atención, memoria y funciones ejecutivas) y las características psicopatológicas (ansiedad, depresión, agresividad) de los karatekas, así como describir las diferencias en el desempeño neuropsicológico de acuerdo con las pruebas aplicadas, considerando la historia de conmoción cerebral. Se aplicó en una muestra de 32 karatekas dividida en dos grupos: en 14 karatekas con historia de conmoción cerebral y 18 sin historia de conmoción cerebral. Esto permite describir si hay una relación entre la conmoción cerebral y el desempeño neuropsicológico.

## **Capítulo 1. Traumatismo craneoencefálico**

### **1.1 Definición**

El traumatismo craneoencefálico (TCE) es definido por la guía de práctica clínica como alteración del cerebro, tanto en su anatomía como en su funcionalidad debido a intercambios violentos de energía mecánica, se reporta como una de las principales causas de morbimortalidad en personas menores de 45 años. Se presenta cuando una fuerza externa golpea la cabeza lo suficientemente fuerte para mover el cerebro contra el cráneo, alterando su función normal (Ramalho y Castillo, 2015), y resulta en un daño estructural cerebral, incluyendo el tejido y los vasos sanguíneos que irrigan este tejido pudiendo producir déficits neurológicos (Charry, Cáceres, Salazar, López, y Solano, 2017).

El TCE es la causa más común de discapacidad a largo plazo y muerte dentro de la población adulta joven, por lo que representa un problema socioeconómico y de salud muy alto. Como consecuencia de la lesión primaria, se puede desarrollar un edema perifocal en el cerebro que provoca elevación de la presión intracraneal debido a la reducción del espacio, provocando la reducción del flujo sanguíneo. Un déficit en la circulación cerebral provoca lesiones isquémicas que progresan con el tiempo. Debido a que las lesiones primarias irreversibles solo pueden tratarse con prevención primaria, el tratamiento de TCE se enfoca a las lesiones secundarias. Esto consiste en cirugías e intervención diseñada al paciente para tratar con las secuelas tanto psicológicas como neuropsicológicas (Hackenberg y Unterberg, 2016).

### **1.2 Clasificación**

El TCE se divide por su cronología y por su etiopatogenia en primario y secundario. Las lesiones primarias se producen en el momento del traumatismo inicial. Lesiones del cuero cabelludo, lesiones faciales, fracturas de calota, hemorragias extraaxiales (hematoma epidural agudo, hematoma subdural agudo, hemorragia subaracnoidea traumática), lesiones parenquimatosas (contusiones y laceraciones cerebrales, lesión axonal difusa, lesión vascular

difusa y lesiones subcorticales), neumoencéfalo, lesiones penetrantes y por armas de fuego son ejemplos de lesiones primarias. Las lesiones secundarias se dan de forma tardía y entre ellas se encuentran el edema cerebral, las alteraciones de perfusión, las hernias cerebrales y las fistulas del líquido cefalorraquídeo. Pueden presentar síntomas como: confusión, nivel alterado de conciencia, deficiencias neurológicas focales sensoriales y/o motoras (Silver, McAllister y Arciniegas, 2009; Carrasco y Cazarin 2021).

El sistema de medida más aceptado en el momento actual, para valorar el nivel de conciencia de un paciente que ha sufrido un TCE, es la escala de coma de Glasgow (ver tabla 1). Se trata de una escala de uso general, en la que se valoran tres parámetros independientes: la respuesta verbal, la respuesta motora y la abertura ocular. Podemos clasificar el traumatismo craneal en leve (15-13 puntos), moderado (12-9 puntos), grave (8-3 puntos) (Teasdale y Jannett, 1974; Stein, Feather y Napolitano, 2017). Dependiendo de la severidad de la lesión varían los síntomas asociados a este.

Además, los TCE pueden acompañarse de alteraciones en el funcionamiento emocional, cambios en la personalidad como irritabilidad, depresión, ansiedad e impulsividad, así como desarrollar síntomas y signos neurológicos como los ya mencionados. La gravedad de un TCE se clasifica en el momento de la lesión o de la valoración inicial, su recuperación es variable y dependerá de las características de la lesión y de factores como la edad, antecedentes premórbidos, entre otros (Asociación Americana de Psiquiatría, 2013). De igual forma hay una serie de síntomas que aparecen después de un TCE, relacionados con la región y magnitud de la lesión, y que pueden persistir desde minutos hasta días, semana o años. Los síntomas característicos en la etapa aguda son: confusión, visión borrosa, dolores intensos de cabeza, vómito, pérdida de la memoria a corto plazo, debilidad muscular, dificultad para caminar y dificultades en el lenguaje (Silver, McAllister y Arciniegas, 2009).

**Tabla 1.** *Escala de coma de Glasgow*

<b>Parámetros</b>	<b>Respuesta observada</b>	<b>Puntuación</b>
Respuesta ocular	Espontánea	4
	Al estímulo verbal	3
	Al estímulo doloroso	2
	Ninguna	1
Respuesta verbal	Orientada en las 3 esferas	5
	Desorientación en alguna de las 3 esferas (confuso)	4
	Palabras inadecuadas o fuera de contexto	3
	Sonidos incomprensibles o guturales	2
	Ninguna	1
Respuesta motora	Obedece órdenes o realiza movimientos espontáneos	6
	Localiza estímulos dolorosos	5
	Movimiento de retirada ante estímulos dolorosos	4
	Anormal en flexión o decorticación	3
	Anormal en extensión o descerebración	2
	Ninguna	1
<b>Trauma leve</b>	<b>Trauma moderado</b>	<b>Trauma grave</b>
13 - 15	9 - 12	3 - 8

Tomado de: Asociación Americana de Psiquiatría, 2013

### 1.3 Incidencia

Los TCE representan uno de los desórdenes más comunes dentro del ámbito neuropsicológico con una etiología que varía según la edad (Barreno, López, y Menéndez, 2011). A nivel mundial el TCE es la principal causa de muerte y discapacidad en niños mayores de 1 año y en adultos jóvenes. De acuerdo a los datos de la Revista Mexicana de Neurociencia (2016) a nivel mundial, 1.2 millones de personas fallecen anualmente por TCE y entre 20 y 50 millones sufren traumatismos no mortales. Más del 90% de las muertes por TCE se presentan en países

donde no suelen aplicarse medidas de prevención y cuyos sistemas de salud no se encuentran preparados para hacer frente al diagnóstico y tratamiento oportunos. En la Ciudad de México, el 82% de los TCE son leves, 13% moderados y 5% fatales. Además 20% generan discapacidades significativas (Guía de Práctica Clínica, 2016). Se estima que 10 millones de personas en el mundo son afectadas anualmente por algún tipo de TCE, sin embargo, esa cifra puede estar subestimada debido a que en muchas ocasiones no se toman en cuenta los TCE leves (TCE-L), ya que estos pacientes minimizan sus síntomas y no acuden a revisión médica. Únicamente el 25% de estos pacientes reciben atención en hospitales privados y 14% no reporta ninguna dificultad o complicación clínica. Sin embargo, actualmente se sabe que el TCE-L puede provocar consecuencias cognitivas y físicas a largo plazo (Ramalho y Castillo, 2015).

En un estudio realizado en el 2016 en el Hospital de Traumatología y Ortopedia de Puebla, se reportó que durante todo el año 2013 hubo 4,015 TCE, y de ellos 1,003 correspondieron a un TCE- L o conmoción, con un promedio mensual de 83 pacientes. La edad de los pacientes tuvo una media de 38.4 (Barragán-Hervella, Montiel-Jarquín, Limón-Serrano, Escobedo-Sosa y Loria-Castellanos, 2016).

De acuerdo con la OMS, en el 2014, describió a los TCE como la mayor causa de muerte y discapacidad para el año 2020, refiriéndose a estos como una *epidemia silenciosa*. Actualmente, a nivel mundial, la tasa es de 579 por 100.000 persona/año, principalmente debido a caídas y/o accidentes vehiculares y esta puede estar asociada al sexo (predominantemente en hombres), edad y/o país (más alta en países en vía de desarrollo). Siendo en México la tercera causa de muerte con un índice de 38 por cada 100 mil habitantes (precedido por los problemas cardio vasculares y el cáncer) (INEGI, 2017). Está previsto que para el año 2030 supere a otras patologías como causa de muerte y discapacidad, por lo que se considera un problema creciente de salud pública. Esto impacta los sistemas de salud por el tratamiento y mantenimiento de los pacientes, las nuevas herramientas diagnósticas, centros de neurocirugía, y tratamientos de cuidados intensivos, los cuales pueden ayudar a disminuir las tasas de mortalidad en pacientes

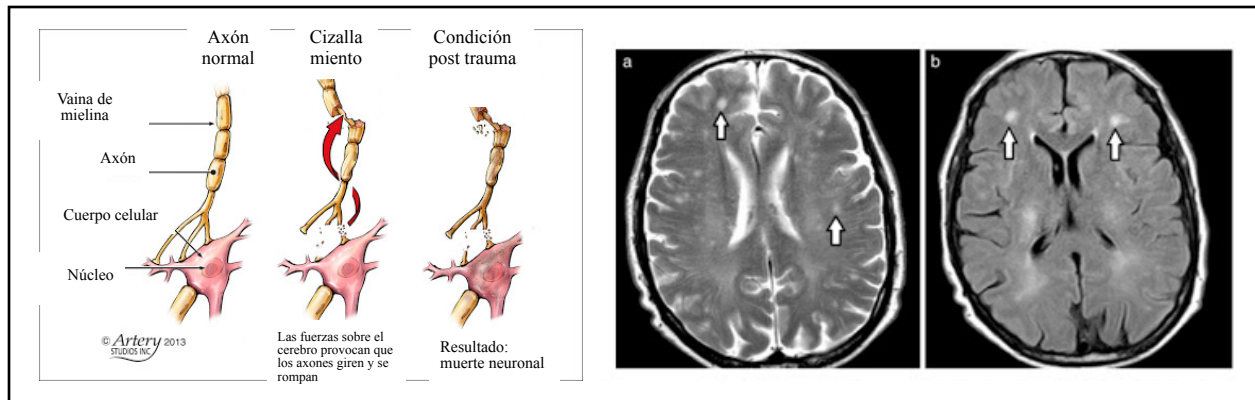
con TCE, pero a su vez, generan altos costos. La presencia de TCE en edades tempranas o durante la juventud, incrementa las probabilidades de desarrollar alteraciones importantes en la memoria durante etapas posteriores de la vida, así como en la velocidad de procesamiento, atención y funciones ejecutivas, aun cuando el TCE se clasifica como leve (Ramalho y Castillo, 2015; Carreón-González, 2017; Nguyen, Fiest, Mcchesney, Kwon, Jette, Frolkis, et al, 2016).

#### **1.4 Fisiopatología y presentación clínica**

El daño en el cerebro provocado por TCE se puede clasificar en lesiones primarias o secundarias, así como lesiones abiertas o cerradas. El daño primario se refiere a hematomas, hemorragias intracraneales o lesiones axonales, los cuales ocurren como resultado de un impacto directo en la cabeza. El daño secundario, por otra parte, se puede presentar minutos o incluso días después del impacto o daño primario, éste desencadena una compleja cascada bioquímica, liberando diferentes sustancias en el cerebro que pueden alterar el funcionamiento normal del mismo (Kim y Gean, 2011). El neurotransmisor que se ha identificado como parte de esta alteración bioquímica es el glutamato, principalmente, generando un estado de hiperexcitabilidad neuronal con aumento de potasio al exterior de la neurona, acumulación de calcio intracelular, hiperglucólisis para poder producir más adenosín trifosfato (ATP), disminución del flujo sanguíneo cerebral y acumulación de ácido láctico; provocando pérdida de la consciencia, amnesia y confusión en algunos pacientes (Ortiz y Murguía, 2013).

##### *Lesión primaria*

Es el daño directo tras el impacto debido a su efecto biomecánico o por aceleración-desaceleración, ocasionando daño directo al cráneo. En relación con el mecanismo y la energía transferida, se produce lesión celular, retracción axonal y alteraciones vasculares, los cuales dependen de la magnitud de las fuerzas generadas, su dirección y lugar de impacto (Wegner y Céspedes, 2011). Hay lesiones focales como la contusión cerebral, en relación con fuerzas inerciales directamente dirigidas al cerebro y lesiones difusas, como la lesión axonal difusa, en relación con fuerzas de estiramiento, cizallamiento y rotación (ver figura 1) (Charry, Cáceres, Salazar, López, y Solano, 2017).



**Figura 1.** Daño axonal difuso. La zona más dañada es la unión entre la sustancia gris y blanca. El mecanismo de cizallamiento provoca distintas alteraciones según la región afectada.  
*Izquierda:* 1: axon normal. 2: axon con cizallamiento, las fuerzas por el golpe en el cerebro provocan que los axones se rompan. 3: condición después del golpe: las neuronas mueren.  
*Derecha:* Daño axonal difuso en resonancia magnética. Múltiples imágenes puntiformes hipertensas en la sustancia blanca (flechas).  
 Imagen tomada de: Sartori et al., (2016) Revista Argentina de Radiología. 81 (2) 111.

### *Lesión secundaria*

Sucede por una serie de procesos metabólicos, moleculares, inflamatorios e incluso vasculares, iniciados con el traumatismo, activando cascadas que incrementan la liberación de aminoácidos excitotóxicos (glutamato) que activan receptores MNDA/AMPA los cuales alteran la permeabilidad de membrana (aumentando el líquido intracelular, liberan potasio al exterior y permiten la entrada masiva de calcio en la célula), estimulando la producción de proteinasas, lipasas y endonucleasas que desencadenan la muerte celular inmediata por necrosis o por apoptosis celular (Bárcena-Orbe, Rodríguez-Arias, Rivero-Martín, et al., 2006). En el TCE grave, se produce además activación del estrés oxidativo, aumentando los radicales libres de oxígeno (O<sub>2</sub>) y nitrógeno (N<sub>2</sub>), generando daño mitocondrial y en el ADN. Estas lesiones pueden agravarse ya sea por daños intracraneales (lesión masa, hipertensión intracraneal, convulsiones, etc.) o por daños extracraneales (hipoxia, hipotensión, hipoventilación, hipovolemia, coagulopatía, hipertermia, etc.) (Charry, Cáceres, Salazar, López, y Solano, 2017; Guzmán, 2008).

### *Lesión terciaria*

Es la manifestación tardía de los daños progresivos o no ocasionados por la lesión primaria y secundaria con necrosis y/o apoptosis (muerte celular programada por desconexión, que produce eventos de neurodegeneración y encefalomalasia, entre otros (Pérez, 2015; Miller, Butterworth y Gudeman, 1996).

Las causas de los cambios que se pueden observar tras un TCE son: a) lesión del tejido cerebral, cuando un evento externo o interno daña parte de las estructuras nerviosas del cerebro; b) edema, exceso de líquido en tejidos u órganos del cuerpo que algunas veces puede generar hinchazón; c) hipoxia, se presenta cuando hay una reducción de oxígeno en el cuerpo; d) aumento de presión intracraneal, cuando hay una elevación de la presión dentro del cráneo pudiendo causar una lesión cerebral; e) isquemia, cuando se interrumpe el flujo sanguíneo en el cerebro por un breve periodo de tiempo (Ardila y Ostrosky-Solis, 2012).

### *Deterioro retardado*

Corresponde al 15% de los pacientes con TCE que no manifiestan síntomas o signos de lesión cerebral, pero en el transcurso de minutos u horas presentan un deterioro neurológico por lesiones que pueden llegar a ser fatales. Por lo anterior, todo paciente con TCE debe ser vigilado durante al menos 24 horas o hasta la resolución de su síndrome de base (Charry, Cáceres, Salazar, López, y Solano, 2017; Guzmán, 2008; Paolin, Nardin, Gaetani, Rodríguez y Baena, Pansarasa y Marzatico, 2002).

### *Hipertensión endocraneal (HTEC) de tipo difusa*

Ocurre por el aumento agudo y difuso de todos o alguno de los contenidos intracraneales, que causará un aumento de la presión de tipo difuso. Los principales síntomas son cefalea persistente, vértigo y diplopía. Algunos de los signos son: deterioro de la conciencia, papiledema y VI par, reflejo de Cushing, tríada de Cushing, relacionado con herniación cerebelo-tonsilar y compresión del bulbo (Pérez, 2015).



### *Hipertensión endocraneal focal*

Aumento de la presión a nivel focal con efecto de masa sobre las estructuras vecinas, que en ocasiones, requiere manejo quirúrgico. Los síntomas son iguales a la HTEC difusa. Los signos son: III par craneal, convulsión focal, hemiparesia contralateral a la lesión, herniación cerebral (Paolin, Nardin, Gaetani, Rodríguez y Baena, Pansarasa y Marzatico, 2002; Moscote, 2015), cingular o subfalcina, herniación uncal, transcraneal, tonsilar o de amígdalas cerebelosas, herniación central transtentorial, transtentorial inversa, hipertensión y el síndrome del segundo impacto. Una hipertensión endocraneal focal puede provocar lesiones específicas. (Moscote, L., 2015; Pérez, 2015; Miller, Butterworth y Gudeman, 1996)

### *Lesiones específicas:*

- A. Hematoma epidural. Se observa a través de la tomografía computarizada (TAC) como una lesión hiperdensa en forma biconvexa o en forma de lente. Corresponde al 1-6,5% de todos los TCE. La causa más frecuente es la ruptura arterial (85%), con una mortalidad de entre 5% y 10% con tratamiento quirúrgico a tiempo (Charry, et al., 2017).
  
- B. Hematoma subdural. Originado por una lesión en plexos venosos subdurales y venas puente que van hacia los senos venosos duros. Se observa en la TAC como una lesión hiperdensa, isodensa o hipodensa (según el tiempo de evolución) en forma de semiluna. Corresponde al 5,6% del TCE en general y 30% de todos los TCE severos. La mortalidad es de 60% con tratamiento, aumentando a 90% en los pacientes operados en coma (Glasgow < 9). (Charry, et al., 2017; Guzmán, 2008).
  
- C. Contusión cerebral. Corresponde al 9% de los TCE, por mecanismos de contragolpe. Pueden ser hemorrágicos y no hemorrágicos. Se evidencian en la TAC como una lesión redondeada o elíptica, con edema peri lesional y efecto de masa. Es importante no confundir los términos de contusión cerebral con concusión cerebral (lesión cerebral difusa, con desregulación eléctrica neuronal) ni conmoción cerebral (golpe moderado en

la cabeza, ya sea con o sin pérdida del conocimiento, y puede ocasionar síntomas cognitivos temporales) (Pérez, 2015; Guzmán, 2008).

Existe una carencia de información acerca de las consecuencias tanto físicas como cognitivas que conlleva un TCE. Además, existe poca información sobre el abordaje y el tratamiento que se debe seguir después de comprobar que alguien ha sufrido un traumatismo. Estas lesiones afectan a la persona en distintas áreas como son la humana y la ambiental. Por ello, es importante que quien haya sufrido un TCE, además de una valoración médica, reciba también una valoración neuropsicológica que permita llegar a un diagnóstico detallado de las consecuencias cognitivas derivadas del accidente, así como un plan de intervención individualizado.

## Capítulo 2. Traumatismo craneoencefálico leve: conmoción cerebral

### 2.1 Definición

Los traumatismos craneoencefálicos leves (TCE-L) han sido tradicionalmente considerados acontecimientos sin repercusiones cerebrales significativas, cuya sintomatología remite espontáneamente en unos días. Sin embargo, estos hechos son cada vez más cuestionados. En el contexto hospitalario, los protocolos habituales de manejo de los TCE-L establecen que cuando estos pacientes presentan una tomografía computarizada (TC) cerebral normal pueden ser dados de alta hospitalaria, frecuentemente sin seguimiento clínico. No obstante, existe evidencia reciente de que hasta un 25% de los TCE-L con TC normal presentan alteraciones en la resonancia magnética (RM) craneal (Radoi et al., 2018).

Dentro de los tipos de TCE-L se encuentra la conmoción cerebral (CC), es definida como un proceso fisiopatológico complejo que afecta al cerebro, inducido por fuerzas biomecánicas, caracterizada por el deterioro inmediato y transitorio de la función neurológica, a consecuencia de un golpe directo en la cabeza o en otra parte del cuerpo con un impulso que se transmite a la cabeza (McCrory et al., 2013). Los criterios diagnósticos que se contemplan tradicionalmente en el diagnóstico de los TCE-L son la pérdida de consciencia (PC), que debe ser inferior a 30 min, y la presencia de una posible amnesia postraumática (APT) de duración inferior a 24 h. Cuando alguno de estos criterios está presente, se considera que el paciente presenta una *conmoción cerebral*. Las consecuencias de un TCE-L pueden ser muy variables y van desde una ausencia absoluta de síntomas residuales hasta la presencia de un cortejo sintomático variado que incluye cefaleas, mareos, náuseas, inestabilidad de la marcha, irritabilidad, alteraciones de memoria o dificultades de concentración. Tres meses después del traumatismo, aproximadamente un 30% de los afectados sigue sin recuperarse totalmente, presentando lo que se conoce como un *síndrome posconmocional* (SPC) (Williams, Potter y Ryland, 2010; Radoi et al., 2018).

Los pacientes afectados por TCE-L generalmente se mantienen en observación médica, pero no se les realiza una valoración neuropsicológica formal, ya que es una entidad clínico-

patológica de mecanismo lesional no muy violento, el nivel de alerta puede estar conservado o la pérdida de conciencia puede ser muy breve o inexistente. Las personas pueden no presentar alteraciones neurológicas relevantes y no haber evidencia clínica de fractura. Sin embargo, pueden presentar: dolor de cabeza, vómito aislado y/o convulsiones inmediatas post-traumáticas (Ferguson y Coccaro, 2009). Aunque se denomine leve, este tipo de TCE puede presentar dificultades físicas, cognitivas y emocionales que comprometan la calidad de vida de los sujetos (Iraji et al., 2016).

De acuerdo con los paradigmas clásicos, la gran mayoría de las alteraciones neuropsicológicas secundarias a un TCE moderado o grave pueden explicarse por la localización de las lesiones cerebrales (Bigler, 2001). Sin embargo, en ausencia de lesiones focales evidentes en la TC cerebral, las disfunciones cognitivas de estos pacientes pueden deberse a la desconexión de diversas estructuras anatómicas cerebrales, debido a la presencia de una lesión axonal difusa (LAD) (Williams, Potter y Ryland, 2010). Este fenómeno puede constituir también el sustrato que explica la presencia de síntomas y alteraciones cognitivas residuales en algunos pacientes que han presentado un TCE-L. Entre las consecuencias neuropsicológicas más frecuentes asociadas a los TCE-L se encuentran alteraciones en la velocidad de procesamiento de la información, atención y memoria (Radoi et al., 2018).

Dentro del TCE-L se postula que las fibras axonales se estiran, como resultado las fibras que se hinchan adquieren una forma de collar de perlas, este efecto hace que las neuronas se vuelvan disfuncionales. Cuando las mismas fibras son estiradas al punto de la ruptura, ocurre un daño cerebral con repercusiones en la estructura física de la célula y conlleva cambios inmediatos en la estructura de la membrana (Echemendia y Julian, 2001).

La conmoción cerebral es una forma leve de lesión cerebral traumática. Una creencia sobreextendida es la aparición de pérdida de conciencia en todos los casos de conmoción cerebral. Sin embargo, esto no siempre es así: la mayoría de las conmociones cerebrales no cursan con pérdida de conocimiento e incluso, en los casos más leves, la persona puede no darse

cuenta siquiera de que ha sufrido una conmoción. Por ende, algunos de los síntomas pueden no ser evidentes en un primer momento, sino que pueden surgir en el transcurso de las horas o en días posteriores (APA, 2015).

Las conmociones cerebrales relacionadas al deporte (CCRD) representan una significativa preocupación de problema de salud para quienes participan en deportes de contacto. Según la quinta conferencia internacional de CCRD (Berlín, 2016), se definen como lesiones traumáticas inducidas por fuerzas biomecánicas, pueden estar causadas por un golpe directo a la cabeza, cara o cuello, o alguna otra parte del cuerpo con una fuerza impulsiva transmitida a la cabeza. Típicamente resulta en el inicio rápido de una alteración de corta duración de la función neurológica que se resuelve espontáneamente. Sin embargo, en algunos casos, los signos y síntomas evolucionan de varios minutos a horas. Puede dar lugar a cambios neuropatológicos, pero los signos y síntomas clínicos agudos reflejan en gran medida una alteración funcional más que una lesión estructural.

En el área de investigación de la neuropsicología ha habido un interés creciente en la comprensión de las manifestaciones neuropsicológicas de las CCRD. En el ámbito de la neuropsicología clínica, se han hecho avances considerables con respecto a la evaluación, diagnóstico, rehabilitación y las decisiones con respecto al regreso a la actividad física o juego (Echemendía, 2006).

En los estudios de neuroimagen no se observa lesión estructural macroscópica, sino lesiones por estiramiento de los tractos axonales de la sustancia blanca, con pérdida reversible de su función, responsables de la pérdida de conciencia transitoria. A pesar de que la mayoría de las definiciones hacen referencia a conceptos como lesión inducida por un trauma y un estado mental alterado, una definición clara y ampliamente aceptada ha sido foco de controversia por varias décadas. Como resultado, existen varias etiquetas que se le atribuyen a la conmoción y diversas sintomatologías y secuelas clínicas relacionadas (Radoi, et al., 2018).

## **2.2 Incidencia**

Debido a que entre el 1% y el 4% de los pacientes que sufren TCE-L desarrollan complicaciones serias que necesiten actuación neuroquirúrgica urgente, pudiendo desencadenar incapacidades residuales importantes o la muerte, resulta paradójico que de un trauma clasificado como leve se puedan derivar estos resultados. Por ello, diversos autores han propuesto modificar las escalas de Glasgow, añadiendo 1 punto que valore el grado de orientación en persona, lugar y tiempo, y el estado mental del paciente, e incluyendo a los pacientes con puntuaciones comprendidas entre 13 y 15 en el grupo de los moderados si tienen alteraciones en la TAC, quirúrgicas o no, si necesitan ingreso hospitalario mayor de dos días, aunque la TAC sea normal, o si desarrollan infección intracraneal (Ortega, Lomillos, Choque, Tamarit, Poveda, López et al., 2018).

Se estima que en E.U.A ocurren más de un millón de CCRD cada año (Langlois, Rutland y Wald, 2006), sin embargo, se considera que los datos oficialmente reportados podrían estar subestimados, ya que comúnmente el diagnóstico no se establece y pasa desapercibido. En la mayoría de los casos solo se reportan aquellas que causan pérdida de conciencia. Cabe señalar que el 90% de las CCRD ocurren sin pérdida del estado de vigilia. El riesgo de sufrir una CC varía en relación con el tipo de práctica deportiva, (es más frecuente en los deportes de contacto, artes marciales y deportes extremos), así como en sujetos masculinos entre 18 a 30 años. Dicha situación se presenta tanto en deporte profesional como en el amateur y dada la gran cantidad de practicantes que están en riesgo de sufrir una CC se convierte en un importante problema de salud pública (Guzmán, Villalva y Bernal, 2016).

## **2.3 Dominios clínicos presentes en una conmoción cerebral**

Los cambios fisiológicos y neuroquímicos que ocurren en una CC suelen producir una amplia gama de síntomas neurológicos, cognitivos y emocionales (ver tabla 2). Aunque los síntomas suelen variar de persona a persona, es común encontrar que en los primeros días posteriores a la CC las personas reportan más síntomas, los cuales suelen mejorar o desaparecer después de una a tres semanas (Bleiberg, et al., 2004), o de uno a tres meses (Carroll, et al.,

2014). Sin embargo, se ha encontrado que un porcentaje pequeño de personas continúan teniendo síntomas incluso meses después de haber sufrido la CC (Carroll, et al., 2014; Guskiewicz, et al., 2004).

Muchos deportistas no son conscientes de los síntomas que se producen luego de una CC, y en los casos que estos suelen aparecer y ser evidentes para la persona, es común que los deportistas no digan nada por temor a que sean apartados del equipo y no puedan continuar jugando (Delaney, Caron, Correa y Bloom, 2018). En un estudio donde se evaluaron a 454 jugadores de fútbol americano, 106 reportaron haber tenido una CC, pero sólo 19 buscaron atención médica, el resto de los casos, es decir, 87 jugadores no reportaron los síntomas ni buscaron atención médica porque consideraron que la CC no era grave o severa, y que podían seguir jugando.

**Tabla 2.** *Síntomas de conmoción cerebral relacionada al deporte*

<b>Síntomas somáticos</b>	<b>Síntomas cognitivos y conductuales</b>	<b>Síntomas emocionales</b>
Cefalea	Alteración en la velocidad de procesamiento cognitivo	Irritabilidad
Dolor en el cuello	Dificultad para concentrarse	Ansiedad o nerviosismo
Visión borrosa	Alteración en aprendizaje verbal	Tristeza o depresión
Problemas de equilibrio	Desorientación espacio-temporal	Labilidad emocional
Mareo	Alteración de la memoria inmediata	Cambios del estado de ánimo
Náusea o vómito	Alteración en atención y memoria de trabajo	Baja tolerancia a la frustración
Mayor sensibilidad a la luz o al ruido	Confusión	Cambios en la personalidad
Fatiga o poca energía	Alteración en funciones ejecutivas	
Alteración en la coordinación corporal		

Tomado de: Guzmán, Villalva y Bernal, 2016

Lo anterior representa un riesgo para la salud de los deportistas ya que el presentar múltiples CC a lo largo de la vida puede ocasionar cambios en la estructura cerebral y podría llevarlos a presentar síntomas más severos o bien desarrollar una encefalopatía traumática crónica (McKee, et al., 2009, 2013; Omalu, et al., 2005, 2006), afectando a largo plazo su funcionamiento cognitivo, su autonomía y por consiguiente su calidad de vida (Langlois, Rutland, Brown y Wald, 2006).

El número de conmociones se ha correlacionado con el aumento de los síntomas cognitivos y con presencia de síntomas depresivos. En una muestra de 797 atletas colegiales, aproximadamente el 39% reportaron historia de conmoción y sus rangos de problemas cognitivos y de salud mental autoreportados fueron: depresión= 10.4%, ansiedad= 16.2%, dependencia de alcohol= 5.8%, uso de sustancias= 2.9% y dificultades cognitivas = 3.8% (Manley et al., 2017).

#### **2.4 Mecanismos cerebrales implicados en una conmoción cerebral**

La biomecánica de la CC se fundamenta en que la densidad del cerebro es menor que la del líquido cefalorraquídeo (LCR), por lo que un golpe directo o indirecto mueve al cerebro. Toledo et al., (2016) mencionan que los cambios que pueden ocurrir son: estrés compresivo no uniforme, rotación del cerebro, lesión de impacto golpe-contra-golpe y aceleración / desaceleración. Estos cambios llevan a una alteración funcional del tejido nervioso. El cerebro es más susceptible a sufrir daño ocasionado por las fuerzas rotacionales, considerándose las alteraciones por cizallamiento, la forma de lesión más común de la CC (Stemper, 2012).

La fuerza de desaceleración del cerebro contra la parte interna del cráneo produce contusiones tanto en la zona del impacto (lesión por golpe) como en la zona contraria (lesión por contragolpe). Las lesiones de contragolpe son debidas al movimiento del cerebro dentro del cráneo, de rebote, en el caso de un impacto directo de la cabeza, o de aceleración-desaceleración en el caso de que la cabeza no golpee contra ningún objeto (Waliko, Vianco y Bir, 2005). Los golpes frontales generalmente producen lesiones en las superficies orbitarias de los lóbulos



frontales y en la porción anterior y basal de los lóbulos temporales. En los golpes laterales, la lesión se puede producir en la convexidad de los hemisferios (Shaw, 2002).

Cuando ocurre una CC, en la fase aguda, puede haber algún cambio microscópico en el cerebro como el estiramiento y ruptura de los axones, lo cual ha sido reportado en sólo el 25% de los casos a los que se realiza una resonancia magnética (RM), ya que en la TAC se observa únicamente cuando la CC es moderada o severa. En la fase de postconmoción, la transmisión de fuerzas lineales y/o rotacionales del cerebro provocan una alteración en la homeostasis celular y la presencia de una cascada metabólica. Estas fuerzas provocan una lesión en la membrana plasmática, en la cual, proteínas son desplegadas de las capas lipídicas liberando potasio y despolarización de la membrana que favorece liberación de neurotransmisores excitadores como el glutamato. Este promueve la salida de potasio a través de los canales activados por ligandos y se une a N-metil-D-aspartato (NMDA), lo que genera una continua despolarización e hiperexcitabilidad. La activación de estos receptores conduce a la entrada de calcio por medio de canales activados o a través de la liberación de reservas de calcio intracelular. El aumento de calcio produce una neurotoxicidad intracelular, aumentando la citosina, la cual inflama la célula (y a todo el cerebro) y posteriormente puede provocar la muerte (Norton, 2018; Rădoi, et al., 2016; Kochanek, et al., 2000).

Las fuerzas biomecánicas provocan también una disfunción axonal, estos sufren una distorsión en los microtúbulos y neurofilamentos, que conllevan a la pérdida de la continuidad (Romeu-Mejía y Goldman, 2019; Toledo et al., 2012). Pese a esto, algunos estudios revelan que no necesariamente existe muerte celular, sino que hay un encogimiento neuronal que no permite realizar las funciones adecuadamente (Giza et al., 2015). Además, el aumento en el nivel de calcio puede alterar los microtúbulos en las horas posteriores a la lesión (Romeu-Mejía y Goldman, 2019).

Estudios de neuroimagen en atletas muestran cambios estructurales en el cerebro, como adelgazamiento cortical, y cambios funcionales en el metabolismo cerebral (MRI), diferencias

microestructurales en la materia blanca y acumulación de proteína TAU (PET). En la mayoría de sujetos que han padecido un TCE se encuentra atrofia en el hipocampo (Bigler, 2001), Los ganglios basales también son estructuras sensibles a la hipoxia y por consiguiente susceptibles de encontrarse afectados tras el TCE.

Hay evidencia de estos cambios microestructurales en atletas, por ejemplo, Goswami et al., (2016) reportaron que los futbolistas con historia de conmoción (n=19) tenían adelgazamiento cortical significativo del lóbulo temporal anterior y la corteza orbitofrontal comparado con los controles (n=17). Además, Koerte y et al., (2016) identificaron adelgazamiento cortical en ex futbolistas profesionales (n=15), evidenciando las lesiones a largo plazo. Strain y et al., (2015) encontraron que los atletas retirados con al menos una CC con pérdida de la conciencia, aunque fuera lejana en el tiempo, tenían volúmenes hipocampales bilaterales significativamente menores y menor desempeño en pruebas mnésicas (Strain et al., 2015; Manley et al., 2017).

Durante la medición de FDDNP-PET (se utiliza para medir tanto la proteína TAU como amiloide en cerebros vivos), en exjugadores profesionales de futbol americano, se encontró que las señales de unión de las células para estas proteínas eran mayores en regiones subcorticales y la amígdala, comparada con controles. Los jugadores con más de 3 CC durante su carrera tenían 5 veces más riesgo de padecer un diagnóstico de deterioro cognitivo leve después de los 50 años, en comparación con quienes no tenían historia de conmoción (Manley et al., 2017).

Los cambios microestructurales, repercuten a nivel cognitivo y emocional ya que hay evidencia de que ex atletas de deportes de contacto padecen de depresión y déficits cognitivos a largo plazo, y existe una relación entre esos déficits y la historia de CC múltiples (Manley et al., 2017) y en otros estudios se encontró que los déficits en atención y memoria vistos después de un TCE-L asemejan a aquellos en la enfermedad de Alzheimer (Leddy, Sandhu, Sodhi, Baker y Willer, 2012).

## **2.5 Afectaciones neuropsicológicas asociadas a la conmoción cerebral**

La neuropsicología es considerada fundamental para la evaluación y manejo de los deportistas que han sufrido una CC (Echemendia et al., 2013). La evidencia sugiere la presencia de alteraciones cognitivas en diversos procesos como: memoria, atención, flexibilidad mental, fluidez verbal, alteración del juicio, planeación, memoria de trabajo, inhibición y velocidad de procesamiento (Echenmedia, Putukian, Mackin, et al., 2001; Chen, Johnston, Petrides, et al., 2004; Pontifex, O'Connor, Broglio, et al., 2009). Se ha observado que un gran número de atletas muestran recuperación (mejor desempeño en las pruebas neuropsicológicas) entre los 7–10 días posteriores al evento (Johnston, Lassonde y Ptito, 2001). De igual forma, se ha señalado que la mayoría de los deportistas parecen mostrar una total recuperación en la ejecución de pruebas neuropsicológicas con un mes posterior al evento (Collins et al., 2002; Cantu, 2016).

La evaluación neuropsicológica, tanto tradicional (lápiz y papel) como la computarizada, es sensible a los efectos agudos de la conmoción. No obstante, en la actualidad las pruebas computarizadas han tenido un gran auge en la evaluación de deportistas, ya que permiten una valoración rápida y sin las dificultades de aprendizaje de las tareas, ya que se utilizan diversas versiones. Ambos tipos de evaluación tienen ventajas y desventajas por lo que se ha propuesto que una evaluación combinada es la mejor opción (Giza et al., 2013). La evaluación neuropsicológica no puede ser sustituida por las pruebas de tamizaje breve (por ejemplo, la prueba Mini-Mental State Examination MMSE) (Folstein, Folstein, y McHugh, 1975) y debe de ser aplicada por un especialista en neuropsicología clínica, ya que se requiere de amplia experiencia clínica para detectar cambios sutiles en el funcionamiento cerebral.

En un estudio en el cual se reclutó a participantes no deportistas con historia de TCE-L con y sin síntomas de postconmoción se les aplicaron dos pruebas cognitivas: el N-back y el PVSAT con la finalidad de medir la capacidad de memoria de trabajo y velocidad de procesamiento, respectivamente. El desempeño se comparó también con otros dos grupos control, uno de los cuales presentaba también síntomas de conmoción sin historia de TCE-L (asociados a otras causas) y el otro no presentaba ninguno de los síntomas o historia de TCE-L.

Entre sus hallazgos reportan que el grupo de TCE-L con síntomas de postconmoción presentó un peor desempeño en las pruebas a comparación con los otros dos grupos. Por lo que se concluye que las afectaciones cognitivas de un TCE-L en memoria de trabajo y velocidad de procesamiento podían persistir incluso después de un año (Dean y Sterr, 2013).

Gronwall y Wrightson (1975) evaluaron a 20 adultos jóvenes utilizando el PASAT (Gronwall 1977; Rao et al., 1989), estos habían sufrido dos lesiones de CC sucesivas y los compararon con un grupo con una sola y con otro grupo control que no había sufrido ninguna. Los pacientes con la CC doble se desempeñaron en un menor rango en procesamiento de información en comparación con los otros dos grupos. Por lo tanto, los investigadores concluyen que la CC parece tener efectos acumulativos en el desempeño del PASAT.

Debido a la amplia variabilidad en la presentación de los síntomas y en la tasa de recuperación después de una CC, la evaluación neurológica, cognitiva y emocional es indispensable para una mejor comprensión del fenómeno y disminuir el impacto que tiene en el atleta, la familia, y los entrenadores (Scolaro Moser, et al., 2007). Por esto, la evaluación neuropsicológica se considera una *pedra angular* en la toma de decisiones clínicas y manejo de la CC, por lo que las ligas profesionales como la National Football League (NFL) y la National Hockey League (NHL) la han implementado como parte de sus programas (Arnett, Gutty y Bradson, 2017; Echemendia, et al., 2012; 2013). Algunos protocolos neuropsicológicos sugieren la evaluación pretemporada para poder conocer el funcionamiento cognitivo del deportista antes de la competición y en caso de que la persona sufra una CC poder evaluar el impacto de la misma en el funcionamiento cognitivo de la persona y planear estrategias de intervención y recuperación (Erlanger, et al., 2003), otros mencionan que la evaluación pretemporada no es necesaria o indispensable ya que los instrumentos o tareas que se utilizan para la evaluación neuropsicológica cuentan con datos normativos para la edad y escolaridad de los jugadores, por lo que la ejecución de la persona se puede comparar con aquellos datos normativos de la población en general (Echemendia, et al., 2013).

Actualmente, la evaluación neuropsicológica en el deporte cuenta con instrumentos breves estandarizados como el Standardized Assessment of Concussion (SAC, McCrea, 2001) y el Sport Concussion Assessment Tool-5 (SCAT-5, Echemendia, et al., 2017), que pueden aplicarse en la fase aguda y que incluyen preguntas de orientación, memoria verbal inmediata, dígitos en regresión, y velocidad de procesamiento. Se incluyen estas subpruebas debido a que son las tareas que han mostrado una mayor sensibilidad en la detección de las alteraciones cognitivas después de una lesión cerebral. Son de mucha utilidad en el campo, sin embargo, no deben sustituir a la evaluación neuropsicológica completa ni a la interpretación que realiza el neuropsicólogo, sino que deben ser complementarios (Echemendia, et al., 2013).

El SCAT5 es una herramienta estandarizada que evalúa conmociones, diseñada especialmente para uso de profesionales de la salud. Puede usarse para evaluar atletas desde los 13 años y para menores de 13 hay una versión infantil. Puede aplicarse pretemporada para tener una línea base y poder interpretar puntuaciones post trauma, pero no necesariamente se utiliza así. Actualmente, se encuentra disponible online y computarizado con la posibilidad de realizar una evaluación inmediata en campo o una evaluación fuera del campo en oficina después de la lesión. Inicia con la presentación de todos los síntomas de CC para responder en forma de escala likert (del 0 al 6). Posteriormente, inicia el screening cognitivo (SAC), que abarca evaluación de: orientación, memoria inmediata, dígitos y meses en regresión, equilibrio y recuerdo diferido. Al final, el resultado se muestra de forma computarizada siendo el programa que hace la suma de los síntomas y las puntuaciones de cada prueba para tomar una decisión clínica (Davis et al., 2017). Es vital incluir el SCAT5 ya que es la valoración recomendada a nivel internacional, una de las ventajas de esta herramienta es que incluye diversos aspectos cognitivos, neurológicos y de antecedentes personales así como síntomas comúnmente observados, está pensada para aplicarse en 10 minutos aproximadamente.

Además, existen síndromes asociados a la CC y que tienen repercusiones neuropsicológicas en el individuo:

1. *Síndrome post conmocional (SPC)*. El síndrome post conmocional se define como la persistencia de tres o más síntomas posteriores a padecer una CC por un periodo prolongado de tiempo (mayor a tres meses). Para establecer el diagnóstico de este desorden es necesario la presencia de alteraciones neuropsicológicas en atención y memoria (APA, 2002). Daneshvar et al. (2011) señalan que se trata de un cuadro que se presenta en un porcentaje aproximado del 15% de individuos que han sufrido CC (ver tabla 3 ).
  
2. *Síndrome del segundo impacto (SIS)*. Fue descrito por primera vez por Schneider en 1973, se caracteriza por una falla en la regulación de la vasculatura cerebral que provoca una inflamación y aumento en la presión intracraneal que conduce a la herniación de algunas estructuras encefálicas como los lóbulos temporales, las amígdalas cerebelosas (en el foramen magno) y un aplastamiento del tronco encefálico. Se produce cuando la persona sufre una segunda CC antes de haberse recuperado por completo del primer evento. Esto generalmente es a consecuencia de un reinicio prematuro en la práctica deportiva. Esta segunda CC generalmente ocurre sin pérdida de conciencia inicial y se produce por un impacto de menor magnitud (McKee, Daneshvar, Alvarez y Stein, 2014). Este síndrome se observa con mayor frecuencia en hombres adolescentes y adultos jóvenes. Sufrir una CC quintuplica el riesgo de una segunda, de esta forma una segunda CC al poco tiempo de transcurrida la primera aumenta el riesgo de una lesión cerebral más grave como edema o hemorragia cerebral. Los deportes con mayor riesgo de contacto tienen mayores probabilidades de presentar dicha condición (Sandel, Lovell, Kegel, Collins y Kontos, 2013).
  
3. *Encefalopatía Traumática Crónica (ETC)*. Los golpes repetidos a la cabeza incluso sin la presencia de pérdida de conciencia producen un efecto de lesión acumulativa, lo cual puede conducir a cambios insidiosos que son la base de la demencia pugilística (Claussen, McCrory y Andersen, 2005; Loosermore, Knowles y Whyte, 2008). Implica un conjunto de síntomas neurológicos que afectan los dominios piramidales, cerebelosos

y extrapiramidales. Esto conlleva una degeneración cerebral postraumática tardía, la cual puede condicionar problemas de la atención, memoria, aprendizaje, funcionamiento ejecutivo, depresión. Se debe a un depósito de proteína tau fosforilada en forma de ovillos neurofibrilares, asociados a acúmulo de elementos del neuropilo, acompañados en ocasiones de placas de beta-amiloide. Clínicamente se caracteriza por un curso lento que se inicia con síntomas cognitivos leves y emocionales, y progresa hacia la aparición de síntomas parkinsonianos y demencia (Martínez-Pérez, Paredes, Munarriz, Paredes, Alén, 2017).

La memoria y el aprendizaje de información novedosa involucra el córtex cerebral, conexiones subcorticales, formación hipocampal (giro dentado, hipocampo y giro parahipocámpico) y el diencéfalo, especialmente las porciones mediales (Adams, Victor, Ropper, 1997), estas mismas regiones son sensibles a las CC, por lo que la habilidad para procesar información se puede ver reducida después de una CC (Gronwall y Wrightson, 1974). Asimismo, lesiones en el lóbulo frontal pueden causar cambios en el comportamiento, incluyendo irritabilidad, agresión y pérdida de la inhibición y juicio, síntomas que también están relacionados con la CC. Por esto los síntomas neuropsicológicos pueden ser variables y se debe de considerar no solo la ubicación de la lesión sino también las vías involucradas en la regulación top-down del procesamiento de la información. Los efectos dañinos de la lesión a las fibras nerviosas y neuronas son proporcionales al grado en que la cabeza se acelera, y estos cambios puede ser acumulativos (Gennarelli, Seggawa, Wald, et al., 1982).

**Tabla 3. Síntomas del síndrome post conmocional (SPC)**

<b>Físicos</b>	<b>Cognitivos</b>	<b>Emocionales</b>
Cefaleas	Alteraciones de memoria (19%)	Ansiedad
Mareos	Déficit en atención y concentración (21%)	Depresión (23 a 61%)
Intolerancia al ruido	Déficits en funciones ejecutivas	Irritabilidad
Tinnitus		Labilidad emocional
Trastornos de sueño		Deshinibición sexual y social
Fatiga		Apatía

---

Elaborado a partir de: Leddy et al., 2012

Los participantes de diversas artes marciales y deportes de contacto pueden exhibir déficits cognitivos debido a golpes repetidos en la cabeza (aun cuando no han llevado manejo médico) (Tommasone y McLeod, 2006). Existe una disminución en la capacidad cognitiva que se convierte en la característica principal en las fases posteriores de los golpes. En estos casos existe la presencia de alteraciones macroestructurales como: dilatación ventricular, atrofia cortical, pérdida del volumen de la sustancia blanca, presencia de cavum septum pellucidum, entre otras (Areza, Fegyveres, et al., 2007).

## **2.6 Manejo del deportista con conmoción cerebral**

La CCRD es una condición que ha cobrado gran relevancia en los últimos años entre clínicos, investigadores y deportistas, debido al alto riesgo de sufrir secuelas neurológicas que incapaciten a la persona. Sin embargo, destaca la falta de atención de los profesionales involucrados en el cuidado del deportista, a su vez derivado de la ausencia de protocolos (Guzmán, Villalva y Bernal, 2016).

Cuando se sospecha de una CC, se puede evaluar al momento con distintos instrumentos para la edad de la persona en donde se evalúan niveles de orientación y memoria. Si la persona presenta síntomas de CC es necesaria la retirada de la actividad deportiva y enviarla a casa, en donde se debe seguir monitoreando la situación. Tanto la detección temprana como la evaluación y decisión de vuelta a la actividad deportiva son importantes para el tratamiento post conmoción en personas jóvenes (McCrory, Meeuwisse, Dvorak, Aubry, Bailes, Broglio, y Davis, 2017).

Actualmente, no existe un instrumento que ayude a determinar el daño en una CC, o la severidad de la disfunción metabólica, o a definir cuándo esta ha desaparecido. Esto se debe, no solo a la dificultad de la medición, sino también a una falta de consenso en cuanto a la definición de la CC. La mayoría se enfoca en describirla con base en medidas de pérdida de consciencia y



de amnesia post traumática, sin poner más atención a otros signos y síntomas como dolores de cabeza, disfunción cognitiva (especialmente memoria y concentración), tinitus, visión borrosa,, aletargamiento, fatiga, cambios en la personalidad, inhabilidad para realizar tareas de la vida diaria, cambios en el sueño y síntomas motores o sensoriales (Cantu, 2001).

Una vez que el deportista tiene una CC, las posibilidades de tener una segunda aumentan de 3 a 6 veces que un atleta que nunca ha tenido alguna (Guskiewicz, Weaver, Padua y Garrett, 2000). Por ello, las guías diagnosticas de CC también orientan la toma de decisión clínica de volver al juego, así, él o la jugadora no debe tener síntomas de amnesia postraumática ni síntomas post conmocionales. Por lo tanto, aunque no haya un acuerdo universal sobre cómo evaluar la CC, si hay un consenso acerca de que si un atleta aún presenta estos síntomas no debe regresar a practicar deporte de contacto (Cantú, 2001). Esto aumenta la necesidad de un instrumento que pueda determinar clínicamente el regreso a la práctica.

Las lesiones varían de acuerdo con las técnicas que más se emplean en cada arte marcial; por ejemplo, las lesiones en las extremidades superiores son más frecuentes en judo; lesiones en la cabeza y en la cara son más frecuentes en karate, y las lesiones en extremidades inferiores son más frecuentes en tae kwon do (Woodward, 2009). La detección oportuna de alteraciones en el funcionamiento cerebral en deportistas permite prevenir un daño mayor al cerebro, lo cual evitaría el deterioro serio e irreversible.

La evaluación neuropsicológica es un método eficaz y económico para detectar alteraciones neurocognitivas en deportistas que han sufrido CC, ya que ha demostrado ser útil para determinar la recuperación cognitiva; es una manera objetiva de determinar cuando el jugador se encuentra en condiciones de reiniciar su práctica deportiva, suspenderla de manera temporal o definitiva para evitar alteraciones mayores (McCrea et al., 2005). El uso de la evaluación neuropsicológica se ha vuelto frecuente en el ámbito deportivo y ha incrementado su campo de aplicación en el cuidado de deportistas profesionales (Giza, Kutcher, Ashwal, Barth, Getchius, Gioia y McKeag, 2013; Gonzáles, Villalva y Bernal, 2016).

## Capítulo 3. Karate

### 3.1 Historia

La palabra karate proviene del símbolo japonés que significa mano vacía (kara= vacío, te=mano). Tradicionalmente, es una forma de artes marciales sin armas o equipo protector (Stricevic et al., 1983). Es un arte marcial que utiliza principalmente las extremidades superiores para el bloqueo de ataques, el contraataque y ejercer agarres y proyecciones, además del uso de patadas y derribos. Dentro de la filosofía de esta disciplina se practica resolución no violenta de conflictos y la *KATA* que es una práctica individual sin oponente que ha demostrado que puede reducir la agresión. Como beneficios de la práctica se encuentran la autodefensa, ejercicio, construcción de autoconfianza y autodisciplina.

Tiene su origen en China e India, en el siglo VI d.C., cuando el monje budista Daruma, también conocido como Bodhidharma, viajó de India Oriental a China para llevar las enseñanzas de Buda. En ese viaje, sus seguidores caían exhaustos, pero él desarrolló un acondicionamiento especial a través del uso de distintas habilidades de defensa y ejercicio (Stricevic et al., 1983). Al darse cuenta de esto, Daruma incorporó a sus enseñanzas un método de entrenamiento, que llamó *Ekkin kyo*, para desarrollar mente y cuerpo a niveles aceptables para tratar de adquirir la esencia del budismo. Este método fue llegando a otras partes de China bajo el nombre de *Shorinji Kempo* (Boxeo Chino). Después llegó a las Islas Ryu Kyu, en Okinawa, la isla más grande de Japón, y se desarrolló un estilo que combinaba artes marciales chinas con los estilos existentes de autodefensa, se le llamó Okinawa-te, precursor del Karate (CONADE, 2008).

Durante el Siglo XV, el Rey Shoshin (también conocido como So-ha-shin) centraliza el poder en Shuri (Okinawa) y prohíbe el uso de las armas a la gente del pueblo. Durante 400 años, los habitantes de Okinawa desarrollaron y refinaron secretamente las técnicas de karate, haciendo que creciera como un arte marcial. En 1609 los japoneses invaden Okinawa, por lo que la población, despojada de sus armas, tuvo que enfrentarse a oponentes armados, sin tener más que las manos. Por este motivo desarrollaron los sistemas de lucha sin armas, que acabaron convirtiéndose en un método de autodefensa que se llamó, TE (Literalmente: Mano), y al que los

japoneses llamarían Okinawa-Te (La mano de Okinawa), la imposibilidad de conseguir armamento fue lo que posibilitó y estimuló el desarrollo del Karate en Okinawa. A finales del siglo XIX se le renombró como "Karate" (Mano Vacía) (Haines, 1969; Hirata, 1971).

Durante el período Meiji (1868-1912) los jóvenes con entrenamiento en Karate impresionaron a los médicos que los examinaban por su postura y definición muscular. En 1902 el Ministerio de Educación incluyó el Karate como disciplina habitual en las escuelas. En el verano de 1922 el Ministerio de Educación de Japón tuvo su primera exhibición nacional atlética en Tokyo. El encargado de la presentación del Karate, Gichin Funakoshi (Creador del estilo Shotokan), permaneció en Japón debido al gran interés de varias organizaciones para aprender las técnicas. Funakoshi se dio a la tarea de esparcir el Karate dando pláticas y demostraciones, lo cual llevó a la disciplina a ser conocida a través de todo el mundo (Funakoshi, 1975; Conade, 2008).

En 1955 se forma la asociación japonesa de karate (JKA, por sus siglas en inglés), quienes desarrollan las reglas de competición del Karate y entonces, se celebran los primeros campeonatos universitarios en Japón. El karate llega a E.U.A debido a los soldados que regresaban de Japón después de la II Guerra Mundial. El primer instructor de la JKA que llegó a Estados Unidos fue Teruyuki Okazaki en 1961 (Stricevit et al., 1983). Desde entonces, el Karate se ha convertido en un deporte de competencia, y en los 70's comienza su esfuerzo de convertirse en deporte olímpico, sin embargo, es hasta el 4 de agosto de 2016, cuando la asamblea del Comité Olímpico Internacional (COI) dio a conocer la aprobación de incluir cinco nuevos deportes para los próximos Juegos Olímpicos en Tokio 2020 (fecha que se ha recorrido debido a la pandemia mundial por COVID-19), entre ellos, el karate (Bravo, 2013).

En 1970 se lleva a cabo el primer campeonato mundial de karate en Tokio con la participación de 33 países, las mujeres participaron por primera vez en unos campeonatos del mundo en 1980. Desde entonces, un campeonato mundial se celebra cada 2 años. En 1993 la Organización Mundial de Karate-Do (WAKO) se transformó en la Federación Mundial de Karate

(WFK) formada por 120 países. Actualmente, la WFK es el comité reconocido por el Comité Olímpico Internacional, y reúne a más de 150 países (Arriaza, Leyes, Zoeimkohan y Arriaza, 2009; Ortega, s.f).

El karate llega a México en los 60's gracias al instructor Murata (1932-2005) quien llega por cuestiones laborales y comienza a enseñarlo. Poco tiempo después aumenta la afluencia de alumnos. En 1972 se establece la Federación Mexicana de Karate y Artes Marciales Afines (FEMEKA), que aún es la máxima autoridad y se integra por otras sociedades de los estados de la república e instituciones como el IPN, la UNAM, y el IMSS (FEMEKA, 2017). El Karate-do tradicional es, probablemente, el arte marcial más practicado en el mundo. Una de las principales razones de su popularidad es su accesibilidad. Puede ser practicado por cualquier persona que tenga una salud promedio, y lo puede hacer a su propio ritmo, ya sea rápido o lento, de manera fuerte o con suavidad (CONADE, 2008).

El karate se caracteriza por golpes de puños, mano abierta, y patadas. En los exámenes para avanzar de grado se pide una demostración de básicos, kata y kumite (combate) donde los karatekas muestran sus capacidades físicas y otras aptitudes. Las competencias se clasifican en tres categorías: 1) modalidad de combate full contact, donde se permiten golpes y patadas, 2) combate sin contacto y 3) kata. Asimismo, estas modalidades se permiten de forma individual o por equipos con una serie de normas y reglamentos. Con el tiempo se crearon reglas oficiales para homogeneizar la práctica en los torneos o competencias. Una serie de nuevas disposiciones, estándares y prohibiciones fueron en aumento, lo que provocó un karate moderno y deportivo: el cambio en la filosofía de ser un arte marcial para la defensa personal a un deporte basado en un sistema de múltiples puntos donde se prioriza la velocidad de pies y manos para llegar a un objetivo. Se han ido modificando sus reglas con el tiempo, en el 2001 se implementaron cambios en las reglas de competición (debido a las tasas de lesión) que consistían en modificaciones en las puntuaciones: a las patadas en la cabeza se les asignan 3 puntos (“sanbon”) a las patadas o golpes en el tronco o espalda, incluyendo en el cuello, se les asignan 2 puntos, y cualquier golpe a la cabeza o cuerpo se le asigna un punto (“ippon”); anteriormente solo había posibilidad de

obtener un punto por patadas en cabeza o medio punto por golpes. Las nuevas reglas son más estrictas acerca del comportamiento no permitido, incluyendo la penalización del contacto excesivo, ataques a zonas prohibidas, golpes con manos abiertas. Cualquier comportamiento “ilegal” resulta en una advertencia o penalización, sin embargo, se deja a consideración del juez del combate (Bravo, 2013).

### **3.2 Reglas y características**

Con el crecimiento de la popularidad del Karate y el deseo de competir entre distintas escuelas, estilos y asociaciones, se hizo evidente la necesidad de un método organizado. El método organizado de competencia tiene como eje central el control tanto de los impulsos como de la fuerza de los golpes. El Karate se caracteriza por procedimientos, normas de respeto y etiqueta, debido a su origen en el espíritu del Bushido japonés (CONADE, 2008).

Hay dos variedades de práctica del Karate: 1) *Kata*: que son movimientos que se realizan en rutina y tiempo especificado, los cuales se enfocan en adversarios imaginarios y 2) *Kumite*: que significa combate. El área de competencia está formada por piezas de tatami que son antideslizantes en la superficie de contacto con el suelo. El área de combate es un cuadrado con lados de ocho metros, tiene dos metros adicionales de seguridad. Los jueces se sientan en el área de seguridad, uno mirando directamente al árbitro y los otros dos detrás de cada uno de los competidores. El supervisor de la puntuación se sienta en la mesa, entre el encargado de controlar la puntuación y el cronometrador (World Karate Federation, 2020).

Los karatekas llevan una indumentaria llamada Karate-gi de color blanco, que permite los amplios movimientos del Karate, y un equipamiento oficial de protección. La chaqueta debe cubrir la cadera, llevan una camiseta blanca por debajo. Los cinturones (ver tabla 4) son de 5 cm de ancho, lo suficientemente largos para que sobren aproximadamente 15 centímetros de cada lado del nudo. Los pantalones deben cubrir al menos dos tercios de la pantorrilla y no cubrir el tobillo. Además, son obligatorias las siguientes protecciones: guantillas, protector bucal, protector de pecho femenino, protector de tibia, protector de pie.

**Tabla 4.** Orden y significado del color de las cintas en el karate

Cinta	Tiempo de práctica	Ranking
Blanca	0-6 meses	1
Verde	6-9 meses	2
Morada	9 meses- 1.3 años	3
Café	1.3 años- 2.5 años	4
Negra, 1 dan	2.5 años - 4.5 años	5
Negra, 2 dan	4.5 años - 6.5 años	6
Negra, 3 dan	6.5 años - 9.5 años	7
Negra, 4 dan	9.5 años - 14 años	8

Tomado de: Stricevic, et al., 1983

Los combates se celebran de acuerdo con normas oficiales de la WKF (World Karate Federation), la duración es de tres minutos, el tiempo corre a partir de la indicación del árbitro y se detiene cuando este lo pide. El cronometrador hará sonar un “gong” para indicar que faltan 30 segundos o que ha finalizado el tiempo.

Áreas de ataques puntuables: se concede puntuación cuando se realiza una técnica en una zona puntuable que contenga buena forma, actitud deportiva, *zanshin* (estado de compromiso y concentración del karateka), aplicación vigorosa, tiempo apropiado y distancia correcta

- a. Cabeza: Cara frontal, lateral, frente y parte posterior
- b. Torso: Pecho, lados y parte posterior
- c. Piernas: A nivel de los tobillos, (barridos)

Áreas de ataques prohibidos: están prohibidas las técnicas más peligrosas y estas deben ser controladas. Competir de manera peligrosa, evasiva o descortés también está prohibido.

- d. Parte superior de la cabeza
- e. Parte superior de los hombros
- f. Cuello

- g. Debajo de la cintura, excepto para los barridos
- h. Técnicas que hacen contacto excesivo

#### Técnicas legales:

- i. Patadas: frontales, laterales, hacia atrás, circulares, de gancho, de hacha, con saltos y con giros.
- j. Técnicas de manos: Puñetazos directos, golpes de revés.
- k. Barridos: están permitidos, pero no se otorgan puntos por barrer. Los atacantes deberán acompañar los barridos con un puño o patada dentro de un blanco legal.
- l. Ataques al piso: Un competidor puede atacar un oponente que se encuentra en el piso si el ataque se realiza antes que el referi de la orden de alto. Si el atacante ejecuta una patada sobre un atleta caído deberá tener al menos una pierna en el piso durante la ejecución de la patada. Los pisotones a la cabeza de un competidor caído no están permitidos.

Una técnica legal dirigida a un blanco legal con control será declarada punto. Las técnicas autorizadas de puños o piernas que hagan contacto controlado con la cara o el cuerpo serán tomadas como puntos. Los árbitros deberán asegurarse de ver la técnica hacer contacto con el área permitida. Suficiente fuerza y poder deberá mantenerse. Si un competidor salta en el aire para atacar, deberá aterrizar dentro del área de competencia. Está prohibido simular o exagerar una lesión, evitar el combate para que el contrincante no pueda marcar, agarrar o empujar, atacar con la cabeza, rodillas o codos, hablar o provocar al oponente u otras faltas en el comportamiento (CONADE, 2008).

#### Penalizaciones

Las faltas al reglamento ameritan una llamada de atención o que sean penalizados con puntos, la reincidencia de las faltas es acompañada de un aumento en la gravedad de la penalización impuesta (W.K.A, 2019).

En caso de lesiones de un competidor, el encuentro será suspendido el tiempo necesario para que el médico decida si el competidor puede o no continuar. Cuando el médico llegue al área de competencia tendrá solo 2 minutos para decidir si la herida requiere tratamiento. Todo tratamiento deberá realizarse en el área y deberá durar 2 minutos. Si la lesión es seria y el procedimiento descrito no puede ser aplicado, el encuentro se declarará terminado. Si el encuentro es interrumpido por razones de lesiones, los oficiales deberán decidir: quien causó la lesión, si hubo o no intención en la lesión, si fue o no responsabilidad del atleta lesionado. Si ninguna violación del reglamento es observada entonces el atleta (no lesionado) es declarado ganador por *forfait*. Si el atleta no lesionado es responsable de una violación del reglamento entonces el atleta lesionado es declarado ganador por *forfait*. Si el atleta lesionado es declarado apto para continuar entonces el combate será reanudado. En los casos señalados en esta regla los oficiales decidirán si el atleta deberá recibir punto, amonestación o *penalty point* si ninguna otra acción es requerida.

Es importante destacar que las normas de la WKF aceptadas por el comité olímpico son las que rigen al karate olímpico donde no se permiten golpes fuertes en la cabeza o cara, sin embargo, hay otras competencias menores o escuelas que tienen distintas reglas. Los deportes de combate comparten características en común como la división de los competidores en peso y sexo. El karate es único en este sentido ya que hay una categoría de combate por equipos (5 hombres y 3 mujeres) en donde se pelea con un orden aleatorizado, permitiendo que atletas con diferentes complejiones compitan entre sí. Además, es un deporte popular entre mujeres jóvenes y aún no se ha investigado si hay más riesgo de conmoción en categorías femeninas o masculinas (Arriaza, et al., 2016).

### **3.3 Karate y conmoción cerebral**

Aunque se sabe que las conmociones ocurren en el karate, la incidencia aún no es clara. De acuerdo con Arriaza y et al., (2016), el riesgo de conmoción en karatekas aumenta cuando se hace a nivel amateur y el riesgo es mayor en hombres que en mujeres. En 1976, McLatchie reportó que de cada 295 competencias había 80 heridos, un herido cada 4 combates; 28 de esas



lesiones eran lo suficientemente severas para que el competidor dejara el combate. Entonces, por cada 10 combates, se estima hay una lesión lo suficientemente severa para que el deportista salga del encuentro. Para el año 2000, debido al cambio de reglamento el uso de protección redujo las lesiones a 1 por cada 22 combates. El sitio más frecuente de lesión es la región craneofacial (71%) (Macan, Bundalo-Vrbanac, y Romić, 2006). Muchas escuelas de karate no motivan el uso de equipo protector (o lo quitan cuando el deportista cumple 18 años) debido a que la práctica de karate se basa en la disciplina y el enfoque de frenar el golpe antes de tocar al oponente.

Además, McLatchie (1981) reportó una mayor incidencia de lesiones en combate full contact, donde de 70 competidores 37 fueron heridos (57%), describiendo fracturas de cráneo y golpes en el cuello. Hirata (1971) asegura que las lesiones más comunes fueron las CC que representaban el 40% de todas las lesiones.

De acuerdo con la quinta conferencia internacional de conmoción en el deporte, que tuvo lugar en Berlín 2016, la CCRD es un proceso neuropatológico complejo que afecta al cerebro, inducido por fuerzas biomecánicas traumáticas. Las características clínicas, patológicas y biomecánicas, que pueden ser utilizadas en la definición de la naturaleza de la lesión cerebral, incluyen: 1) La CCRD puede ser causada por un golpe directo en la cabeza, cara, cuello u otra parte del cuerpo con una fuerza impulsiva transmitida en la cabeza. 2) La CCRD típicamente resulta en el inicio rápido de una alteración de corta duración de la función neurológica que se resuelve espontáneamente, sin embargo, en algunos casos los signos y síntomas evolucionan de varios minutos a horas. 3) La CCRD puede dar lugar a cambios neuropatológicos pero los signos y síntomas clínicos agudos reflejan en gran medida una alteración funcional más que una lesión estructural y, como tal, dificulta la detección anomalías en los estudios de neuroimagen estructural estándar. 4) La CCRD produce una variedad de signos y síntomas clínicos que pueden o no implicar pérdida de la conciencia. La recuperación tiene lugar dentro de los 3 a los 7 días, sin embargo, en un pequeño porcentaje de casos (0,9% a 5,4%), los síntomas post conmocionales pueden ser prolongados (Arriaza y Abarca, 2016).

Durante un combate, si un competidor recibe un golpe a la cabeza el protocolo a seguir es el propuesto en el Consenso en Conmoción del Deporte (McCrory, Meeuwisse, Aubry, et al., 2013) destacando que en la evaluación inmediata del atleta se utilice una variación de las preguntas de Maddocks para medir la función cognitiva: 1.- ¿Cuál es su nombre? 2.- ¿Qué edad tiene? 3.- ¿En qué categoría compite? 4.- ¿Dónde se encuentra? 5.- ¿Cómo va el puntaje de combate? 6.- ¿Cuánto tiempo queda de combate? Las preguntas 1, 2 y 3 se utilizan para iniciar la evaluación cognitiva y disminuir la ansiedad del competidor frente al interrogatorio. En el karate deportivo las respuestas correctas sobre la puntuación y el tiempo transcurrido (preguntas 5 y 6) descartarían el déficit cognitivo, de ser incorrectas, obligan a retirar al atleta de la competición (Arriaza y Abarca, 2016).

Las Conferencias Internacionales de Conmoción en el Deporte desarrolladas en Viena (2001), Praga (2004) y Zurich (2008 y 2012), con la participación de un equipo multidisciplinario de especialistas, lograron consensos en su diagnóstico, tratamiento y prevención. Se ha establecido que la prevención de la CC debe estar enfocada en: el uso obligatorio de elementos protectores (guantes, protector bucal, de pie y tobillo), cambios en los reglamentos (penalizando el contacto excesivo) y educación (de atletas, técnicos, árbitros y familiares) (McCrory, Meeuwisse, Aubry, et al., 2013). La disminución en la incidencia de las CC se explica por la aplicación estricta de las reglas de competencia, junto con la educación continua de competidores, técnicos y árbitros en la relevancia de su cumplimiento (ver tabla 5).

Una conmoción dentro del karate de acuerdo con las normas internacionales se diagnostica cuando después de un golpe a la cabeza o incluso a contacto con el piso, el atleta muestra disminución de la conciencia, pérdida de equilibrio, amnesia, mareo o desorientación (esta última la adaptación del cuestionario Maddock's a deportes de combate). Un karateka en promedio compite una vez al mes, con un promedio de 4 combates por competencia (lo que representa 12 minutos de combate activo en categorías de hombres y 8 minutos en femenino). (Arriaza, et al., 2016). Además, es importante denotar que iniciar la práctica de deporte de contacto antes de los 12 años de edad ha demostrado repercusiones a largo plazo (Alosco, et al.,

2017). Estudios han mostrado que los golpes repetidos en la cabeza, con o sin conmoción, pueden alterar la estructura del cerebro sobre todo si estos golpes ocurren en periodos críticos del desarrollo, como por ejemplo el que ocurre entre los 5 y 14 años de edad donde el cerebro sufre una maduración sustancial en los hombres (Lebel, Walker, Leemans, Phillips y Beaulieu, 2008; Shaw, et al., 2006). Los golpes repetidos en la cabeza durante el desarrollo neurológico pueden interrumpir la maduración cerebral normal y aumentar la vulnerabilidad a tener alteraciones a largo plazo, especialmente si se continúa con la práctica del deporte (Guskiewicz, et al., 2013; Stamm, et al., 2015).

**Tabla 5.** *Incidencia de conmociones en los campeonatos de karate en el mundo*

<b>Campeonato</b>	<b>Combates</b>	<b>Conmoción</b>
Madrid 2002	992	3
Monterrey 2004	783	4
Tampere 2006	987	10
Tokio 2008	1223	2
Belgrado 2010	1023	2
París 2012	1140	1

*Nota:* Para obtener estos datos se registró en forma prospectiva el número de combates y las conmociones ocurridas en los campeonatos del mundo siguiendo el mismo protocolo utilizado en comunicaciones previas. Médicos voluntarios presentes en el sitio de competición asistieron y registraron las lesiones ocurridas durante los combates. (Araizay Abarca, 2016).

El impacto y las consecuencias de una CC también se pueden observar en otras áreas de los practicantes de artes marciales. Por ejemplo, la mayoría de los pacientes con CC retornan al mundo laboral, aunque hasta el 34% no consigue esta reinserción. Los individuos que presentan alteraciones cognitivas presentan mayor riesgo de discapacidad laboral (Martínez, 2014).

## **Capítulo 4. La neuropsicología en los deportes de contacto**

### **Introducción**

El realizar actividad aeróbica, o una combinación de actividades aeróbicas con fortalecimiento muscular de 3 a 5 veces por semana por 30 - 60 minutos pueden proporcionar beneficios para la salud como ayudar a la capacidad de pensamiento, aprendizaje y habilidades de razonamiento. De manera general, la actividad física y el deporte proveen importantes beneficios, reduciendo la morbilidad y mortalidad (CDC, 2015). Los deportes de contacto favorecen no solo la salud física, sino que, al promover diferentes normas de conducta, normas sociales e incluso en la medida que demandan habilidades cognitivas para la ejecución de movimientos o estrategias, se podrían estar estimulando y beneficiando funciones a nivel cognitivo.

Daniels y Thornton en 1990 midieron los niveles de agresividad de un grupo de karatekas y encontraron una relación negativa entre la tendencia hacia la hostilidad y el tiempo total de entrenamiento. Sin embargo, señalan como limitación que los instructores tienden a diferir en su filosofía y método de entrenamiento de otros entrenadores; por lo que no se pueden extrapolar los hallazgos de las artes marciales a otros tipos de deportes. La práctica de las artes marciales usualmente incorpora un elemento de meditación y control de la respiración, y toma lugar en un ambiente de disciplina, autorrespeto, y cortesía hacia los otros. Estas prácticas parecen mejorar la salud psicológica al promover la relajación, autoestima, y la coordinación del cuerpo con la mente (Fuller, 1988).

### **4.1 Neuropsicología anatómico funcional**

Las conmociones cerebrales (CC) han sido tradicionalmente consideradas acontecimientos sin repercusiones cerebrales significativas, cuya sintomatología remite espontáneamente en unos días. Sin embargo, estos hechos son cada vez más cuestionados (Radoi et al., 2016). Diversos autores sustentan que la CC puede no ser la única causa de alteraciones a largo plazo después de la lesión. Las secuelas residuales en estos pacientes pueden estar

influenciadas por distintos factores condicionales, como rasgos de la personalidad, desórdenes mentales o sistémicos existentes, comorbilidades (dolor crónico, ansiedad, depresión) y factores sociodemográficos (escolaridad, edad) (Ruff, 2009).

Aunque un golpe puede afectar cualquier aspecto del funcionamiento cerebral, la consecuencia más significativa tiene que ver con la disfunción de los sistemas frontales, desintegrando las funciones ejecutivas (planeación, organización, memoria de trabajo, flexibilidad y comportamiento de inhibición entre otros). Por ello, diversos investigadores como Chen y d'Esposito (2010) y Stuss (2011) definen la TCE como un desorden en el control cognitivo.

Un estudio histológico del tejido cerebral, post mortem, reveló que, en sujetos con conmoción, el daño en la barrera hematoencefálica (BHE) era evidente y persistía después de incluso 47 años del incidente (Hay et al, 2015). El involucramiento potencial de la disfunción de la BHE sobre el declive cognitivo debido a repetidas sub conmociones aún no es debidamente explorado (Rowlings, Takechi, y Lavender, 2020). Los golpes subconmocionales se definen como la transferencia de energía mecánica al cerebro con fuerza suficiente para dañar la integridad axonal o neuronal, pero no para ser expresado en síntomas clínicos (Manley et al., 2017).

El compromiso de la integridad de la BHE tiene como consecuencia el movimiento sangre al cerebro con moléculas que son potencialmente tóxicas. Esta fuga conlleva a un aumento al daño por el estrés oxidativo debido a liberación excesiva de oxígeno reactivo que es un mediador pro inflamatorio después de la lesión. El estrés oxidativo tiene la capacidad de dañar el ADN. El daño oxidativo puede comprometer diversos mecanismos celulares que pueden tener como consecuencia muerte neuronal y glial. El estrés oxidativo cortical e hipocampal exagerado se ha reportado en modelos animales con TCE-L, indicando una posible vía causal para declive cognitivo en asociación con la disfunción de la BHE (Mao et al., 2018; Rowlings, Takechi, y Lavender, 2020). Tanto boxeadores como atletas de artes marciales muestran peores

puntuaciones en velocidad de procesamiento comparados con el grupo control (Gallo et al., 2020).

El estudio de O’Keeffe (2020) demostró que la BHE se interrumpe sobre todo en luchadores de artes marciales mixtas profesionales y jugadores de rugby adolescentes. Este estudio también demostró una correlación significativa entre el daño sobre la BHE y el nivel de movimientos biomecánicos de la cabeza, destacando que las fuerzas biomecánicas en los luchadores de artes marciales mixtas eran mayormente sub-conmocionales.

Estudios con autopsia han revelado diversas formas de neuropatología tanto macroscópicas como microscópicas en deportistas de contacto. Los hallazgos macroscópicos incluyen: atrofia frontal y temporal, adelgazamiento del piso hipocámpico, encogimiento de los cuerpos mamilares, palidez de la sustancia nigra, esclerosis hipocámpica y reducción de la masa cerebral, aumento de tamaño de los ventrículos. Y los hallazgos microscópicos incluyen acumulaciones localizadas de células gliales y neuronas de morfologías p-TAU, involucrando áreas perivasculares de la corteza cerebral y profundidad de los surcos, y varicosidades axonales multifocales incluyendo zonas subcorticales. (Manley et al., 2017).

Los síntomas de CC pueden perdurar días y meses después del trauma, lo que interfiere con el trabajo e incluso el rendimiento académico del paciente. Además de los síntomas típicos de CC, estos pacientes también pueden experimentar alteraciones cognitivas que pueden observarse con el uso de herramientas específicas, desde neuroimagen hasta evaluaciones neuropsicológicas (Radoi et al., 2018). La capacidad de aprendizaje y memoria se ven afectadas sobre todo en el primer mes después de la CC. Otros indicadores en dificultades en la atención (que también tiene un componente ejecutivo debido al involucramiento de la memoria de trabajo y la inhibición) se unen a los resultados que apoyan la presencia de déficits cognitivos sutiles en este grupo de pacientes. La identificación de estas lesiones provee de información no solo sobre la severidad sino también sobre qué sistemas neuro conductuales se encuentran alterados. Estudios de RMf (Resonancia Magnética funcional) pueden dar información de la distribución de

la lesión, sin embargo en países donde este tipo de técnicas no son tan accesibles a la población el uso correcto de las evaluaciones neuropsicológicas es imprescindible ya que permite la identificación y creación de estrategias de intervención más efectivas, se basan en las similitudes con los programas rehabilitatorios de pacientes con un accidente cerebro vascular isquémico (Salmond y Sahakian, 2005; Radoi et al., 2018).

#### **4.2 Evaluación neuropsicológica en el deporte**

La evidencia sugiere la presencia de alteraciones cognitivas en diversos procesos como memoria atención, flexibilidad mental, fluidez verbal, alteración del juicio, planeación, memoria de trabajo, inhibición y velocidad de procesamiento (Echenmedia, Putukian, Mackin, et al., 2001; Chen, Johnston, Petrides, et al., 2004; Pontifex, O'Connor, Broglio, et al., 2009). Se ha observado que un gran número de atletas muestran recuperación (mejor desempeño en las pruebas neuropsicológicas) entre los 7–10 días posteriores al evento (Jhonston, Lassonde y Ptito, 2001). De igual forma, se ha señalado que la mayoría de los deportistas parecen mostrar una total recuperación en la ejecución de pruebas neuropsicológicas con un mes posterior al evento (Collins et al., 2002). Tanto la evaluación neuropsicológica tanto tradicional (lápiz y papel) como la computarizada es sensible a los efectos agudos de la conmoción. No obstante, en la actualidad las pruebas computarizadas han tenido un gran auge en la evaluación de deportistas, ya que permiten una valoración rápida y disminuyen los efectos de aprendizaje de las tareas, debido a que utilizan diversas versiones, ambos tipos de evaluación tienen ventajas y desventajas por lo que se ha asumido que una evaluación combinada es la mejor opción (Giza et al., 2013).

De acuerdo con Tirapu (2007) se pueden identificar al menos 7 objetivos y usos de la valoración neuropsicológica:

1. Describir fortalezas y debilidades cognitivas, en términos de presencia, ausencia o intensidad del funcionamiento cerebral.
2. Determinar correlatos neuroanatómicos: detección, cuantificación y localización de las disfunciones cerebrales.

3. Determinar etiologías probables: si los cambios o disfunciones están asociados a trastornos neurológicos, condiciones psiquiátricas, trastornos del desarrollo o condiciones no neurológicas.
4. Seguimiento de las mejoras, evaluar los cambios con el tiempo (progresión de enfermedad), llevar a cabo un pronóstico, evaluar si el tratamiento o rehabilitación está siendo efectivo.
5. Ofrecer pautas para establecer planes educativos o de rehabilitación.
6. Ofrecer psicoeducación e información a familias y cuidadores.
7. Generar planes de alta y tratamiento.

Uno de los procedimientos que se han implementado es la realización de una línea base del estado cognitivo de los deportistas antes de iniciar su práctica, para que en caso de sufrir una CC durante el entrenamiento o una competencia exista un parámetro de comparación (Belanger y Vanderploeg, 2005). Algunos autores señalan que la evaluación de la línea base resulta un procedimiento innecesario si se cuenta con pruebas con datos normativos sólidos (Moser et al., 2007).

La evaluación neuropsicológica es un método eficaz y económico para detectar alteraciones neurocognitivas en deportistas que han sufrido CC, ya que ha demostrado ser útil para determinar la recuperación cognitiva; es una manera objetiva de determinar cuando el jugador se encuentra en condiciones de reiniciar su práctica deportiva, suspenderla de manera temporal o definitiva para evitar alteraciones mayores (McCrea et al., 2005). El uso de la evaluación neuropsicológica se ha vuelto frecuente en el ámbito deportivo y ha incrementado su campo de aplicación en el cuidado de deportistas profesionales, tal es el caso de la liga nacional de Hockey y Football (americano) en los Estados Unidos de América (NHL y NFL); las cuales han incorporado a sus personal neuropsicólogos como parte de los programas de evaluación y manejo de la CC.



Es necesario seguir realizando investigación que permita mejorar algunos aspectos relativos a la evaluación neuropsicológica en el manejo de la CC, como la confiabilidad test-retest, la sensibilidad de las baterías utilizadas para detectar las alteraciones neurocognitivas, así como el desarrollo de instrumentos con normas para la población a la que se pretende aplicar (Randolph, McCrea y Barr, 2005). Es por ello importante desarrollar investigación en este campo que permita dar respuestas y soluciones a este sector específico de la población. La detección oportuna de alteraciones en el funcionamiento cerebral en deportistas, permite prevenir un daño mayor al cerebro, lo cual evitaría un deterioro serio e irreversible como secuelas neurológicas graves y déficits cognitivos mayores.

En un estudio hecho por Radoi et al., (2018) se comparó un grupo control con un grupo con TCE-L encontrando una mayor diferencia entre grupos en la prueba de aprendizaje verbal de Rey. El desempeño de los pacientes fue significativamente más bajo que en los controles en el aprendizaje de memoria verbal inmediata y a largo plazo, con un efecto de ( $r > .3$ ). Las puntuaciones del aprendizaje visual inmediato y retardado solo demostraron una tendencia hacia la significancia estadística ( $p = .054$ ). Los pacientes también puntuaron significativamente más bajo que los controles para los indicadores de span de memoria de trabajo y perseveraciones en pruebas de desempeño continuo. Estas variables apuntan hacia los aspectos importantes de la atención y las funciones ejecutivas (debido al involucramiento de la memoria de trabajo e inhibición) que están afectados incluso semanas después de un TCE-L.

Para dirigirse al problema de por qué algunos pacientes padecen un síndrome post conmocional, es necesario comprender la presentación clínica de la fase aguda de la TCE-L. El valor del pronóstico de los descriptores tradicionales como la presencia y duración de la pérdida de conciencia, y la amnesia postraumática (APT), no están bien establecidos; tampoco el fenómeno se encuentra bien comprendido dentro de la perspectiva patofisiológica. La validez y valor predictivo de la APT es muy incierto en estos pacientes, a pesar de ser un elemento crítico de rutina en las evaluaciones hospitalarias (Luoto, Silverberg, Kataja, Brander, Tenovuo et al., 2014). Los pacientes después de 1-2 semanas de una CC continúan presentando síntomas post

conmocionales, por lo que el manejo que se le da a estos pacientes (generalmente darlos de alta sin un seguimiento) puede no ser lo indicado en todos los casos. Se requiere una evaluación y seguimiento neuropsicológico que puede proveer de información en las alteraciones que estos pacientes pueden presentar (Radoi et al., 2018).

### **4.3 Alteraciones neuropsicológicas por conmoción cerebral**

Las habilidades cognitivas son necesarias, no solo para la vida diaria sino para el mismo deporte que se practica. Como menciona Tamorri (2004) la atención y la memoria son funciones que desempeñan un papel fundamental para el deportista, pues para un desempeño óptimo durante la ejecución de los deportes, se requiere de una activación generalizada de la selección entre distintas informaciones sensoriales, se demanda un estado de concentración mental, interviene el aprendizaje de habilidades y secuencias motoras, el aprendizaje de un esquema táctico, y otros tipos de memorización tanto a corto como a largo plazo. Debido a lo anterior, estos procesos cognitivos serán descritos a continuación.

#### ***Atención***

La atención es un proceso cognitivo complejo que tiene varias definiciones, está ampliamente distribuido en las redes neuronales y requiere de diversas tareas para su evaluación cognitiva por lo que se debe considerar como una etiqueta que sintetiza una serie de complejos procesos cerebrales (Van Zomeren y Brouwer, 1994). El proceso de atención es entendido como un filtro mental, que permite la jerarquización de estímulos relevantes y la inhibición de estímulos irrelevantes en un momento dado (Ardila y Ostrosky, 2012). En la perspectiva de Heilman (2002), es un proceso selectivo que ocurre en respuesta a la capacidad de procesamiento limitada, otros autores señalan que está integrado por tres componentes básicos: selección, vigilancia y control; el funcionamiento normal de estos tres aspectos permite a la persona ejecutar y dirigir una conducta orientada a una meta frente a eventuales distractores (Labos, Sclachevsky, Fuentes y Manes, 2008, en Puerta, Dussán, Montoya y Landínez, 2018).

Cohen (2014) considera que la evaluación clínica de la atención depende de tres fuentes primarias de información: 1) observación conductual directa y medición, 2) pruebas psicométricas diseñadas para medir otras funciones cognitivas y que aportan información indirecta acerca de la atención, y 3) pruebas neurocognitivas desarrolladas específicamente para evaluar la atención y sus procesos subyacentes. De tal manera que para evaluar la función atencional es conveniente utilizar un conjunto de pruebas que abarquen los diversos aspectos atencionales (ver tabla 6) (Drake y Harris, 2008).

**Tabla 6. Clasificación y descripción de los tipos de atención**

<b>Tipo de atención</b>	<b>Características</b>
Alerta o arousal	Activación fisiológica del organismo
Span o amplitud de atención	Número de estímulos o elementos evocados (golpes rítmicos, dígitos) que se repiten inmediatamente después de la presentación de la información.
Atención selectiva o focal	Se responde a un solo estímulo o tarea y se ignoran otras que pueden interferir.
Atención alternante	Proceso por el que se redirige la atención en función de la demanda, cambiar el foco atencional entre tareas con requerimientos diferentes.
Atención dividida	Responder simultáneamente a un doble estímulo, distribuir recursos atencionales entre diferentes tareas.
Atención sostenida	Concentración o vigilancia. Mantener una respuesta consistente en un periodo prolongado de tiempo.
Inhibición	Inhibir respuestas automáticas o naturales.

Adaptado de Drake y Harris, 2008

La velocidad de procesamiento y la capacidad a corto plazo constituyen las dimensiones básicas de la atención, es decir, qué tanto nuestro sistema atencional puede procesar a la vez dependiendo de qué tan rápido opera. Por lo tanto, estas dos dimensiones pueden ser examinadas de forma separada, por un lado, la amplitud de la capacidad y por otro, la velocidad mediante tareas cronometradas. Para las pruebas de “span” que miden la capacidad atencional, se expone al sujeto a cantidades crecientes de información con la instrucción de repetir lo que ha visto o escuchado para indicar lo que ha captado en una respuesta inmediata. La cantidad de

información que repite correctamente se considera un indicativo de la capacidad atencional del sujeto (Lezak et al., 2012; Orozco y Ruz 2019).

Una de las distinciones en el estudio de la atención es entre el control de la atención y la implementación de la atención. Estas dos modalidades son diferentes, pero se traslapan y complementan. Los procesos del control atencional son los responsables de tomar las instrucciones generales de la tarea y elegir el conjunto apropiado de las características que se clasifican como relevantes. Los procesos de implementación atencional son responsables de asegurar que estas características, objetos o ubicaciones reciban un procesamiento preferencial (Luck y Mangun, 2009). El centrarse en una tarea en específico excluyendo otras, suele llamarse en la vida cotidiana como “concentración”; sin embargo, en su estudio formal, a este proceso se le conoce con el nombre de “control ejecutivo”, y también se considera parte de las funciones ejecutivas.

La capacidad de atención se relaciona con estructuras como el lóbulo parietal superior, unión parietotemporal, campos visuales frontales y colículos superiores, es modulada por la acetilcolina. La capacidad de alerta o arousal se relaciona con el locus coeruleus, el lóbulo frontal derecho y la corteza parietal, es modulada por la noradrenalina. Por último, la atención ejecutiva se relaciona con el cíngulo anterior, la corteza prefrontal ventrolateral y los ganglios basales, y es modulada por dopamina (Posner y Rothbart, 2007).

El proceso atencional puede verse afectado por diversas condiciones, entre ellas las lesiones cerebrales. En estudios de seguimiento se observó déficit en atención particularmente en aquellas afectaciones que ocurren bajo condiciones de TCE (rápida desaceleración). Estas circunstancias generan lesiones en la sustancia blanca que interfieren en el funcionamiento normal del sistema reticular ascendente - lóbulo frontal (Stuss y Gow, 1992; González, Pueyo y Serra, 2004). Además, se ha encontrado un bajo rendimiento en la atención selectiva, dificultades para mantener la atención un largo tiempo y dificultades en focalizar la atención en tareas dirigidas a un objetivo. El daño axonal difuso compromete la atención y la velocidad del procesamiento de información (Labra y Altable, 2021; González, Bonito, y Grabulosa, 2004).

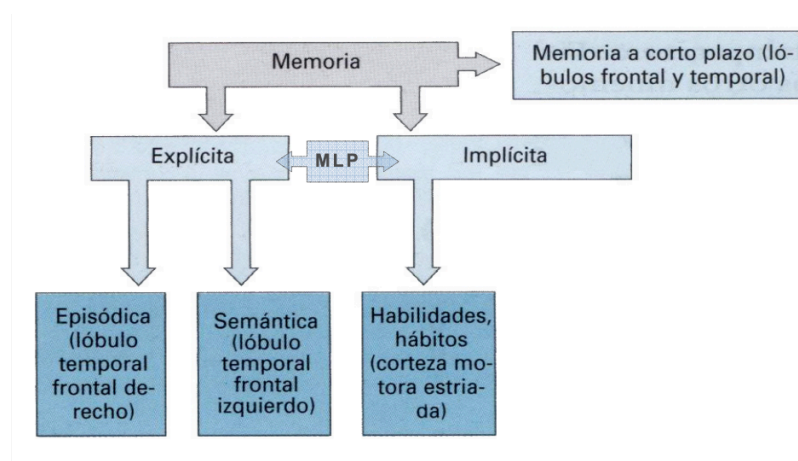
## ***Memoria***

Se puede definir como la capacidad de retener información y utilizarla con fines adaptativos (Fuster, 1995). La memoria es un proceso que permite conservar la información transmitida por una señal después de que se ha suspendido la acción de dicha señal (Sokolov, 1970). La memoria a corto plazo se relaciona con la evocación de la información inmediatamente después de su presentación, mientras que la memoria a largo plazo se refiere a la evocación de la información después de un intervalo durante el cual la atención del paciente se ha enfocado en otras tareas (Ostrosky-Solis et al., 1995). Existen también diferencias en las estrategias para codificar la información, la cual puede evocarse en recuerdo libre o a través de claves. Se ha demostrado que sujetos normales son capaces de retener y de evocar más información cuando la organizan semánticamente que cuando lo hacen de manera serial (Ardila y Ostrosky-Solis, 1991). Se relaciona con estructuras cerebrales como el hipocampo, el tálamo, la amígdala del lóbulo temporal, los cuerpos mamilares y al cerebelo, entre otras (Solís y López Hernández, 2009).

La memoria puede ser dividida por su procesamiento en tres etapas: primero se encuentra la codificación que se refiere al proceso por el cual la información es almacenada; durante este proceso es importante la concentración, la atención y la motivación del sujeto. Posteriormente, sucede la consolidación que es el fortalecimiento de la representación de la información almacenada; y el último proceso, la evocación, recuperación de información almacenada. Tulving y Thomson (1973) formularon el principio de especificidad de codificación, que establece que existe una estrecha relación entre la codificación de los elementos en la memoria y su recuperación posterior. En este sentido, cualquier clave asociada a un elemento durante la fase de codificación, podrá facilitar su recuperación en la fase de recuerdo posterior.

Las estructuras relacionadas con la memoria explícita se encuentran sobre todo en el lóbulo temporal y sus conexiones. Las principales son la amígdala, el hipocampo y la corteza olfatoria en el lóbulo temporal; la corteza prefrontal, así como núcleos del tálamo que funcionan como estación intermedia entre la corteza frontal y la temporal. Estas estructuras reciben

información desde el resto de la corteza y del troncoencéfalo (ver figura 3) (Kolb y Whishaw, 2006; 2017).



**Figura 3.** La memoria a corto plazo se relaciona con un área cerebral diferente a la de la memoria a largo plazo (explícita e implícita) Fuente: Costa, 2014, modificado de Kolb y Whishaw, 2006.

Mientras la codificación y la manipulación de la información dependen preferentemente del sector dorsolateral, el mantenimiento de dicha información se relaciona más con la actividad del sector ventrolateral (Tirapú et al., 2008). Por otro lado, la relación entre memoria de trabajo y funciones ejecutivas queda patente en pruebas de reconocimiento demorado. Los estudios con resonancia magnética funcional muestran que el córtex prefrontal dorsolateral no se relaciona con una acción cognitiva unitaria y simple. Cuando la información que ha de recordarse excede la capacidad de la memoria de trabajo, interviene el CPF dorsolateral, lo que sugiere que esta región puede facilitar la codificación de la información. Durante el subsiguiente período de demora, cuando la información no es accesible al sujeto, el sector ventrolateral y dorsolateral se activan.

La memoria es la queja subjetiva más frecuente en personas que han sufrido una CC, de forma objetiva se han encontrado dificultades en la memoria audio verbal y en el uso de estrategias para recuperar información. No todos los tipos de memoria se afectan, se reporta que la memoria procedimental y la memoria a corto plazo sufren menores alteraciones, posterior a una lesión (González, Pueyo y Serra, 2004).

## ***Funciones ejecutivas***

Las funciones ejecutivas (FE) se han definido como los procesos que asocian ideas, movimientos y acciones, y los orientan a la resolución de problemas (Tirapu Ustárroz, 2012). Lezak (1982) las divide en cuatro componentes esenciales: a) formulación de metas, como aquella capacidad de generar y seleccionar estados deseables en el futuro; b) planificación, la selección de las acciones, elementos y secuencias necesarios para alcanzar un objetivo; c) desarrollo, habilidad para iniciar, detener, mantener y cambiar entre acciones planificadas; y d) ejecución, capacidad para monitorear y corregir actividades.

Existen diversos procesos cognitivos que conforman las funciones ejecutivas:

- *Memoria de trabajo*: es la capacidad para mantener y manipular cierta información por un tiempo relativamente corto, mientras se realiza una acción o proceso cognitivo basados en esta información (Baddeley, 2003). Permite mantener la información en línea mientras es procesada (analizada, seleccionada e integrada semánticamente). La MT participa en por lo menos dos tipos de procesos: control ejecutivo que hace referencia al mecanismo de procesamiento de la información y sostenimiento activo que constituye el concepto de almacenamiento temporal. Las áreas prefrontales que se relacionan con la MT se conectan con porciones del lóbulo parietal posterior; aquellas vinculadas con la memoria de trabajo responsable de las formas de los objetos son la corteza prefrontal inferior con el lóbulo temporal; mientras que otra red se compondría de áreas de asociación sensorial (temporal y parietal), premotora (cingulado) y límbica y procesa información espacial.

La MT está formada por tres componentes: Bucle articulatorio: encargado de mantener activa y manipular la información presentada por medio del lenguaje. Implicado en tareas como la comprensión, la lectoescritura o la conversación, así como en el manejo de palabras, números, descripciones. Agenda visuoespacial: encargada de elaborar y manipular información visual y espacial. Implicada en la aptitud espacial, como el aprendizaje de mapas geográficos, y tareas que suponen memoria espacial, como el ajedrez. Y el ejecutivo central: elemento nuclear porque

gobierna los sistemas de memoria. El ejecutivo central realiza dos funciones: a) Distribuir la atención que se asigna a cada una de las tareas a realizar (relevancia de la tarea, las demandas que se imponen al sistema y el grado de pericia del sujeto); y b) Vigilar la atención de la tarea y su ajuste a las demandas del contexto; a medida que una tarea se domina, necesita menos atención y permite la ejecución otras tareas compatibles (Etchepareborda, y Abad-Mas, 2005).

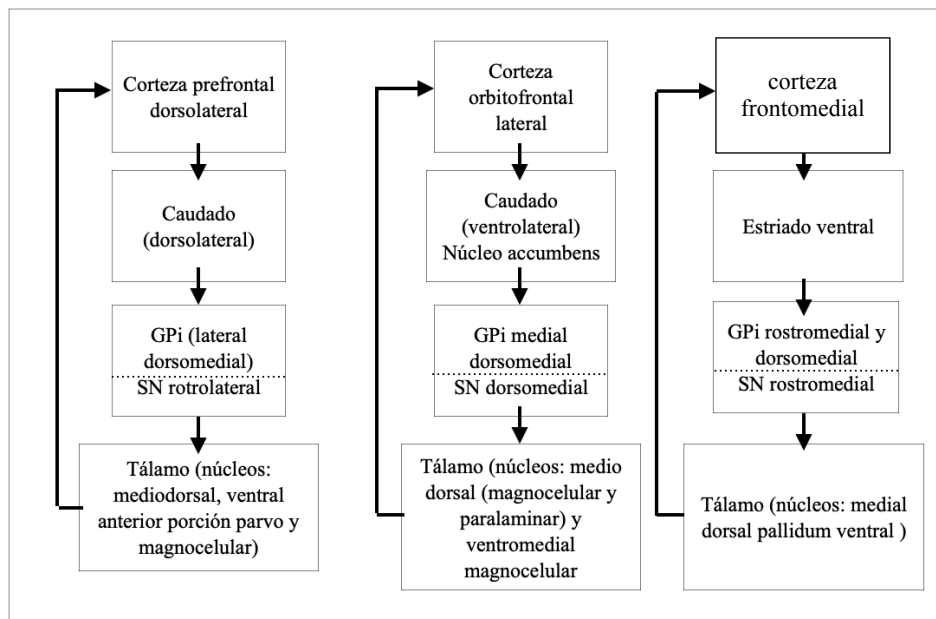
- *Control inhibitorio*: permite controlar la atención, el comportamiento, los pensamientos y/o las emociones para hacer lo que es más apropiado o necesario de acuerdo con el contexto (Diamond, 2013).
- *Flexibilidad cognitiva*: es la capacidad que permite hacer ajustes conforme las demandas cambiantes del ambiente y las prioridades, así como reconocer errores ante una situación y poder tomar ventaja de las oportunidades repentinas e inesperadas (Diamond, 2013).
- *Planeación*: es la capacidad de integrar, secuenciar y desarrollar pasos intermedios para lograr una meta (Unterrainer y Owen, 2006).
- *Fluidez*: se refiere a la capacidad de generar determinado tipo de información que la situación exige en un momento particular, se divide en verbal y no verbal. Ambas pueden verse afectadas después de una lesión cerebral (Ruff, Allen y Farrow, 1994).

Es importante destacar que las áreas frontales en donde se sustentan las FE forman una red neuronal con las estructuras subcorticales, como son el núcleo estriado (caudado, putamen, o estriado ventral) y posteriormente a los núcleos del tálamo específicos, con una unión final de vuelta a los lóbulos frontales. Tienen dos vías, directa e indirecta, que en conjunto constituyen un mecanismo importante que permite al individuo actuar y adaptarse al medio (ver figura 4).





como la regulación y el control de la conducta (Damasio, 1998) y en la detección de cambios en las condiciones ambientales negativas y positivas (de riesgo o de beneficio para el sujeto), lo que permite realizar ajustes a los patrones de comportamiento, se involucra aún más en la toma de decisiones ante situaciones inciertas, poco específicas o impredecibles. La CFM participa activamente en respuestas autonómicas, emocionales y de alerta que son requeridas para el correcto despliegue de la conducta, así como también en la regulación y esfuerzo atencional (ver figura 5) (Stuss y Alexander, 2000).



**Figura 5.** Anatomía de las vías de los circuitos frontales y subcorticales. Adaptado de: Arciniegas, Anderson y Filley, 2013.

Las conmociones cerebrales pueden afectar de forma negativa la ejecución para pruebas relacionadas con el área orbitomedial, especialmente en pruebas que requieren de control inhibitorio sustentadas en el funcionamiento de regiones mediales como el hipocampo y síngulo anterior, y tareas de memoria de trabajo visoespacial (Orozco y Ruz, 2020).

## *Alteración*

Un estudio analizó el impacto de las CC en el estado neuropsicológico del paciente durante los días posteriores y a un mes después del evento. Los resultados muestran que, comparado con los días inmediatos, al mes de la CC hubo mejoría significativa en el rendimiento cognitivo en las tareas de memoria, atención y lenguaje. Esta diferencia significativa puede explicarse desde la teoría de la Recuperación Espontánea Cerebral, la cual señala que mediante procesos de intervención y operatividad de los sistemas de neuroplasticidad se activan las funciones metabólicas de las áreas cercanas a la lesión para favorecer a una restauración funcional. Este proceso de recuperación espontánea es mucho más rico en los niños que en los adultos, y apunta a una mejor restauración de las funciones neuropsicológicas alteradas (Bernal-González y Ramos Galarza, 2020; Portellano, 2007).

De igual forma, se ha investigado cómo las múltiples conmociones cerebrales afectan la cognición. Ante esto, ha sido reportado que las CC crónicas y repetidas provocan la llamada “encefalopatía traumática crónica”, la cual ha sido un tema creciente de preocupación en el deporte, sobre todo en deporte de alto contacto (Baugh et al., 2012; Harmon et al., 2013). Estos impactos múltiples generalmente resultan en dificultades de memoria, funciones ejecutivas, control motor y menor puntuación general en pruebas neuropsicológicas (Rawlings, Takechi, y Lavender, 2020).

Además de la evidencia sobre afectaciones cognitivas, también existe evidencia acerca de la práctica de artes marciales y los beneficios a nivel cerebral y cognitivo. Woodward (2009) señala la utilidad de las artes marciales en ciertas patologías por ejemplo se podría considerar recomendar las artes marciales como un tratamiento suplementario para niños con TDAH o que son propensos a la violencia. Las artes marciales también se consideran adecuadas para el tratamiento de algunos pacientes con depresión o problemas de sueño, y en general pueden ayudar a enfrentar muchos de los desafíos actuales de la comunidad de las poblaciones con obesidad, inactividad, violencia y envejecimiento. Los efectos son observables a nivel funcional y morfológicos en el cerebro. Como lo demuestran Jacini, et al., (2009), quienes analizaron el volumen cerebral en practicantes profesionales de judo (con al menos 10 años de práctica y de 5

a 6 horas por día) comparado con un grupo control, encontraron que existe un mayor volumen de materia gris en los lóbulos frontal, parietal, occipital y temporal, así como en el cerebelo.

Aunque la evidencia positiva del efecto de la práctica de deportes es creciente, también es innegable el riesgo de sufrir un golpe a la cabeza y tener repercusiones negativas en el caso de las artes marciales. En el medio profesional es mínima la conciencia sobre la importancia de estas repercusiones, por lo que los protocolos para la atención y el manejo clínico, incluyendo el cognitivo, de los deportistas es insuficiente. Respecto a este último punto, la evaluación neuropsicológica es una herramienta importante para evaluar el funcionamiento cognitivo y establecer medidas de acción en caso de secuelas, evitando el deterioro serio e irreversible.

#### **4.4 Intervención neuropsicológica en deportistas**

La CC en deportistas requiere de un manejo multidisciplinario en donde se integren diversas figuras relacionadas al ámbito de la salud: médico del deporte, neurólogo, neuropsicólogo, fisioterapeuta, entre otros. Dado que una de las características clínicas de la CC son las alteraciones cognitivas, el neuropsicólogo es un profesionalista que puede aportar datos muy valiosos en la detección oportuna de estas alteraciones. Además, se encargará del manejo, tratamiento y monitoreo de las capacidades cognitivas y conductuales, tanto en el momento agudo, como en los casos crónicos o persistentes (síndrome post-conmocional y encefalopatía crónica traumática) (Ortiz-Jiménez, Akena-Fernández, Saldaña-Muñoz, Rincón-Campos, Góngora-Rivera, y Arango-Lasprilla, 2020).

Aunque no se genere un daño en el momento del impacto o una pérdida de conciencia que justifique una atención especializada inmediata, si generan daño a su desempeño neuropsicológico (Ramos-Galarza, 2016). Por lo que es fundamental que se implemente un sistema de evaluación, rehabilitación, control y seguimiento neuropsicológico y de esta manera, establecer planes de prevención, tratamiento y cuidado.(Ortiz-Jiménez, Akena-Fernández, Saldaña-Muñoz, Rincón-Campos, Góngora-Rivera, y Arango-Lasprilla, 2020).

Es importante tomar en cuenta disntintos factores al realizar una intervención después de una CC. El factor de tiempo por si mismo es importante en el proceso de restauración, puesto que el cerebro tuvo un periodo de tiempo para reactivar sus conexiones neuronales mediante los mecanismos de restauración intra-sistémicos (Stein, 1989 en Bernal-Gonzáles y Ramos Galarza, 2020). Además, la escolarización del paciente, nivel académico de los padres, el realizar actividades de tipo cognitivo, una adecuada alimentación, entre otros factores, son *factores protectores* en la recuperación cerebral, cuya función es evitar que se genere más déficit y que el proceso de recuperación sea viable (Ardila y Roselli, 2007; Arango, 2006), estos también permitirán generar intervenciones personalizadas. Finalmente, es fundamental tomar en cuenta la motivación, la predisposición y la actitud con la que el paciente contaba en el momento de su recuperación (Blázquez, González, y Paúl-Lapedriza, 2010).

Para iniciar la evaluación se debe hacer una historia detallada de la descripción del mecanismo y la fuerza del golpe en la cabeza; el número y severidad de los síntomas, y una historia de conmociones previas. Una historia de migraña, depresión, ansiedad, trastorno por déficit de atención o hiperactividad, o dificultades en el aprendizaje también son cruciales a considerar, ya que una TCE-L puede exacerbar estas condiciones. Para diagnosticar un SPC se debe considerar que los síntomas persisten después de 3 o 4 semanas, especialmente si son atletas. (Leddy, Sandhu, Sodhi, Baker y Willer, 2012). Una vez hecha la historia clínica extensa, se debe procurar evaluar todas las funciones cognitivas en distintas modalidades (visual y verbal) para permitir un diagnóstico adecuado. Las pruebas neuropsicológicas computarizadas son ampliamente utilizadas en el deporte.

Ya se han propuesto diversas acciones a considerar dependiendo de las características del deportista. Para mejorar las habilidades cognitivas se puede hacer uso de estrategias compensatorias en la rehabilitación puede mejorar los síntomas del durante el SPC. Aunado a lo anterior, las técnicas de psicoeducación e intervenciones psicológicas reducen los síntomas de SPC después de 3 a 6 meses de la lesión. Por otra parte, las estrategias de prevención, terapia cognitiva conductual (TCC) y el ejercicio aeróbico también han demostrado eficacia en algunos

pacientes. Cuando se implementan actividades para estimular el funcionamiento cognitivo se observa mejor desempeño en las pruebas neuropsicológicas, en particular en aquellas que evalúan la atención y memoria a largo plazo.

Así, la rehabilitación neurocognitiva de los procesos atencionales ha recibido el mayor apoyo empírico por su eficacia en las personas después de la CC (Leddy, Sandhu, Sodhi, Baker y Willer, 2012). Por ejemplo, un programa combinado de 11 semanas de rehabilitación neurocognitiva y TCC en personas con TCE-L, mostró un efecto positivo en las tareas de atención dividida en modalidad auditiva, disminución de la ansiedad y depresión, en participantes que habían tenido síntomas por lo menos durante 5 años (Bonilla-Santos, González-Hernández, Amaya-Vargas, y Ríos-Gallardo, 2016). Además, se ha reportado que el regreso prematuro al deporte durante la primera semana después de una CC dificulta la recuperación, a diferencia de cuando se practica ejercicio aeróbico al menos dos semanas después de la CC lo que mejora el desempeño cognitivo, esto se podría explicar por el papel que tienen las neurotrofinas en la recuperación neuronal (Leddy, Sandhu, Sodhi, Baker y Willer, 2012).

#### **4.5 Conmoción y toma de decisión clínica**

Debido a la amplia variabilidad en la presentación de los síntomas y en la tasa de recuperación después de una CC, realizar la evaluación neurológica, cognitiva y emocional es indispensable para mejor comprensión del fenómeno y así disminuir el impacto que tiene en el atleta, la familia, y los entrenadores (Scolaro Moser, et al., 2007 en Ortiz-Jiménez, Akena-Fernández, Saldaña-Muñoz, Rincón-Campos, Góngora-Rivera, y Arango-Lasprilla, 2020). En este sentido, la evaluación neuropsicológica se considera una “piedra angular” en la toma de decisiones clínicas y manejo de la CC, por lo que ligas profesionales como la National Football League (NFL) y la National Hockey League (NHL) la han implementado como parte de sus programas (Arnett, Gutty y Bradson, 2017).

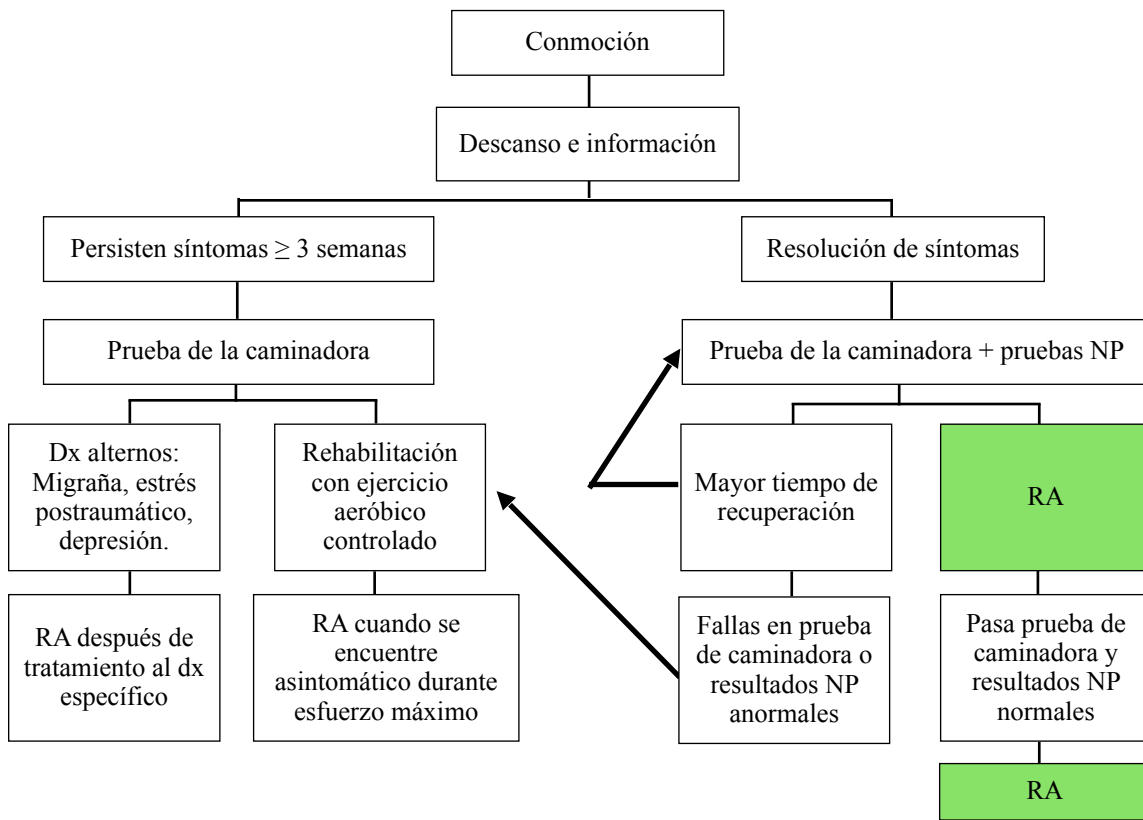
Actualmente, la evaluación neuropsicológica en el deporte cuenta con instrumentos breves estandarizados como el Standardised Assessment of Concussion (SAC, McCrea, 2001) y

el Sport Concussion Assessment Tool-5 (SCAT-5, Echemendia, et al., 2017), que se aplican durante la fase aguda de la conmoción, incluyen preguntas que evalúan la cognición en procesos de orientación, memoria verbal inmediata, dígitos en regresión, y velocidad de procesamiento; que han mostrado mayor sensibilidad en la detección de alteraciones cognitivas. Estos instrumentos resultan de mucha utilidad en el campo de juego, sin embargo, no sustituyen la evaluación neuropsicológica completa ni la interpretación que realiza el neuropsicólogo, sino deben ser complementarios (Echemendia, et al., 2013). Siendo fundamental el papel del neuropsicólogo en el ámbito deportivo, ya que es el profesional indicado para poder evaluar el funcionamiento cognitivo y emocional de estos deportistas después de una CC (Echemendia, et al., 2012).

Recientemente, la evaluación neuropsicológica se ha incorporado al protocolo de las ligas internacionales de fútbol americano, debido a la información aportada al equipo médico para la toma de decisiones con respecto al manejo de la CC (Erlanger, et al., 2003 en Patricios, et al., 2018).

La decisión de reincorporar al deportista al juego se hace en conjunto considerando la opinión del atleta, el equipo médico, y los resultados de la evaluación neuropsicológica, la cual debe demostrar que el desempeño del atleta ha mejorado después de la fase crítica (Ortiz-Jiménez, Akena-Fernández, Saldaña-Muñoz, Rincón-Campos, Góngora-Rivera, y Arango-Lasprilla, 2020). Los protocolos clínicos señalan que posterior a una CCRD, se debe reposar, cuando hay un paciente asintomático en reposo se puede progresar a ejercicio aeróbico leve como caminar o bicicleta estacionaria y, posteriormente, a actividades específicas de su deporte (Leddy, Sandhu, Sodhi, Baker y Willer, 2012).

Leddy y et al., (2012) realizaron un metaanálisis de CCRD y la toma de decisiones clínicas, con lo que crearon un “algoritmo” para facilitar la toma de decisión clínica sobre el regreso a la actividad deportiva después de una CC (ver Figura 6).



**Figura 6.** Propuesta de algoritmo para el regreso a la actividad deportiva (RA) después de conmoción o síndrome post conmocional. NP: neuropsicológico. Adaptado de: Leddy, Sandhu, Sodhi, Baker y Willer, 2012



## **Capítulo 5. Tele-Neuropsicología: aplicación de nuevas tecnologías en la evaluación neuropsicológica**

### **5.1 Revisión histórica**

La telemedicina es el uso de comunicación electrónica para ofrecer servicios de salud a distancia, es particularmente útil cuando se requiere llevar servicios especiales a áreas remotas o desatendidas (Hilty, Luo, Morache, Marcelo, y Nesbitt, 2002).

Las tecnologías de videoconferencia (VC) se han usado a través de los años y continúan expandiéndose como un medio para ofrecer servicios de salud. La tecnología de VC, permite interacciones uno a uno en tiempo real y “cara a cara”, entre dos o más sitios remotos; ofrece distintas ventajas sobre las interacciones tradicionales cara a cara, una de las principales es el mayor acceso a los servicios de salud a individuos que de otra forma no tendrían acceso a ellos por estar en lugares muy lejanos, rurales, con servicio insuficientes, individuos discapacitados con movilidad limitada e incluso a víctimas de desastres naturales. Más que nunca la telemedicina se está utilizando para ofrecer servicios psiquiátricos a poblaciones rurales y desatendidas (Freuh et al., 2000; Hilty et al., 2002; Jacobsen, Sprenger, Andersson, y Krogstad, 2003). Desafortunadamente, el campo de la neuropsicología se ha visto limitada para el uso de la tecnología a pesar de que en distintos ambientes rurales existe la necesidad de contacto cara a cara y falta de especialistas cualificados (Hildebrand, Chow, Williams, Nelson, y Wass, 2004).

Basado en evidencia reciente, se ha vuelto claro que la neuropsicología se ha mantenido reacia a integrar nuevas tecnologías a su práctica (Rabin et al., 2014). Como resultado, el campo se ha mantenido en una zona de trabajo donde en ocasiones la recolección de datos y el trabajo es lento, caro y que provee estimados menos exactos del comportamiento humano, comparado con los que se obtienen con tecnología (Collins y Riley, 2016; Leurent y Ehlers, 2015).

Para establecer el contexto y el marco de los orígenes del uso de la tecnología es importante comenzar con una revisión histórica de la neuropsicología clínica y su evolución al

uso de las nuevas tecnologías. Psicólogos y médicos de otros campos utilizaban métodos psicológicos para estudiar la relación entre el comportamiento y el cerebro en animales y humanos desde la segunda mitad del siglo XIX, sin embargo, la disciplina de neuropsicología clínica, como se conoce hoy en día, se originó más recientemente con el establecimiento de algunas revistas y organizaciones profesionales entre los 60's y 70's (Meier, 1992). Durante ese periodo de tiempo hubo cambios en la disciplina, donde los clínicos evolucionaron del uso de mediciones del funcionamiento cerebral individuales con normas limitadas al uso de pruebas validadas a través de técnicas psicométricas y normativas más sofisticadas.

Las pruebas que se han utilizado por neuropsicólogos a través de los años tienen en común que fueron elaboradas para la evaluación de la relación cerebro-conducta. La evaluación psicológica comenzó con la adaptación de instrumentos desarrollados en el laboratorio para estudiar diferencias individuales, que continuó desarrollándose para poder evaluar en distintos contextos y ambientes como clasificar a los estudiantes, soldados e inmigrantes (Geisinger, 2000). Ver tabla 7 para una lista de las pruebas neuropsicológicas relevantes para el desarrollo de la disciplina.

**Tabla 7.** Fuentes históricas de las baterías neuropsicológicas

<b>Fuente</b>	<b>Autores principales</b>	<b>Año</b>
Psicología experimental	Cattell y Franz	1880-1910
Sistema educativo Francés	Binet y Simon	1900-1930
Inmigración en Estados Unidos de América	Knox	1910
Clasificación del ejército en Estados Unidos de América	Yerkes y Otis	1910
Psicología Clínica	Rappaport, Gill y Shafer	1940-1950
Neurología / neurocirugía	Benton, Teuber, Halstead, Reitan y Luria	1940-1970

Adaptado de: Geisinger, 2000

Hace más de 50 años que se utilizan tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en el ámbito de la salud (Schopp, Demiris, y Glueckauf, 2006). En el caso de la psicología clínica, el comienzo del uso de las TIC podría situarse cuando Wittson, Affleck, y Johnson (1961), emplearon la videoconferencia; posteriormente Weizembaum (1966), diseñó el programa ELIZA y su aplicación DOCTOR, que simulaba las respuestas no directivas de un terapeuta de orientación Rogeriana. En el campo de la neuropsicología una de las primeras evaluaciones que utilizaron TIC fueron las escalas de inteligencia de Wechsler que se automatizaron en el año 1969 (Elwood y Griffin, 1972). Más allá de pruebas específicas, hace más de 40 años que se sostiene que los métodos diagnósticos basados en la combinación de datos son más precisos que los basados en el juicio clínico humano (Adams y Heaton, 1985; Meehl, 1954); argumento que validaría la utilización de medios informáticos en la evaluación neuropsicológica. Todo lo anterior refleja que hace bastante tiempo que se han comenzado a analizar la utilización de tecnologías en la valoración e intervención neuropsicológica (Hedlund, Vieweg, y Cho, 1985); a pesar de ello pareciera que estos desarrollos no llegan a formar parte del trabajo rutinario a pesar de las ventajas que generan.

Parecía que la evaluación neuropsicológica iba a tomar un cambio de paradigma seguido de la venta y distribución de las primeras microcomputadoras al público en 1980. Hubo una pequeña parte de la comunidad de neuropsicología que pensaba que la administración de pruebas utilizando computadores podría proveer al campo un aumento en el control de la administración, las puntuaciones y la recolección de datos (Kane y Kay, 1992). Sin embargo, otros vieron desventajas (Cernich, Brennana, Barker, y Bleiberg, 2007), la preocupación de la poca familiaridad con las nuevas tecnologías de parte de los clínicos y sujetos, y la posibilidad de disminuir el papel de los evaluados que eran entrenados únicamente para evaluar e interpretar los resultados de las pruebas, y muchas de estas preocupaciones persisten hoy en día.

Desafortunadamente, el desarrollo y venta de algunas baterías computarizadas la han manejado compañías pequeñas que invirtieron más en tecnología que en las propiedades psicométricas de las pruebas o la calidad de los datos normativos. Esto provocó que, algunos estudios que se hicieron sobre estas pruebas después de su venta al público demostraron

propiedades psicométricas insuficientes para uso clínico (Fratti, Bowden, y Cook, 2017; Resch, McCrea, y Cullum, 2013). Como resultado, muchos neuropsicólogos se mantienen escépticos al uso de estas pruebas computarizadas y dudan sobre incorporarlas a su práctica profesional.

Las pruebas utilizadas más frecuentemente por neuropsicólogos consisten en pruebas estándar de lápiz-papel, e incluyen: las escalas de inteligencia y memoria de Wechsler, el Trail Making Test y la prueba de aprendizaje verbal de California (CVLT-II) (Rabin, Paolillo y Barr, 2016). Rabin et. al. (2016) realizaron un estudio en donde de las 693 pruebas enlistadas, los resultados demostraron que solo el 6% utiliza versiones computarizadas de pruebas estandarizadas o baterías computarizadas. En otro estudio, utilizando la misma encuesta, los investigadores encontraron que el 45% de los neuropsicólogos que contestaron refirieron nunca haber utilizado pruebas computarizadas en su práctica, y solo el 18% reportó que utilizan metodología computarizada en su práctica de manera frecuente (Rabin et al., 2014).

De acuerdo con la evidencia, la incorporación de TIC en neuropsicología tendría como mayor ventaja la posibilidad de procesar múltiples datos mediante computadoras, también el proceso de evaluación y de rehabilitación se puede combinar con TIC, lo que puede generar beneficios al usuario, al clínico, al servicio y a la sociedad en general (Franco, Orihuela, y Cid, 2000). Sin embargo, se debe aplicar con juicio clínico y bajo los mismos estándares de validez.

## **5.2 Posibilidades de evaluación neuropsicológica a distancia**

La tecnología en tele salud y la tele medicina ha ido en crecimiento rápido desde la última década en muchas áreas de la salud. Estas incluyen la teleradiología, telepsiquiatría, telepsicología, teleneurología y “telestroke”, donde se pueden ofrecer consultas, servicios clínicos (evaluación e intervención) de forma remota utilizando equipo para VC. La investigación en la telepsiquiatría ha demostrado buena aceptación entre consumidores y clínicos, particularmente cuando los servicios especiales que existen no se encuentran dentro de la comunidad (Hilty, Nesbitt, Kunne, Crus, y Hales, 2007; Myers y Turvey, 2012; Shore, 2013).

De la misma forma, la administración remota de pruebas neuropsicológicas ha tenido resultados alentadores, aunque a la fecha no se han publicado estudios de gran escala (Cullum, Hynan, Grosch, Parikh y Weiner, 2015) por lo que es importante generar mayor evidencia al respecto. Desde 1997 Montani et al, fueron de los primeros en explorar el uso de la prueba Mini Mental State Examination (MMSE) y otras baterías de escrutinio de procesos cognitivos, en pacientes mayores a través de VC, encontrando factibilidad y validez al compararla con un grupo cara a cara. Han seguido otras investigaciones utilizando una variedad de medidas psicogerítricas (Ball y Puffett, 1998; Menon et al., 2001) en adultos mayores sanos (Hildebrand, Chow, Williams, Nelson, y Wass, 2004) encontrando resultados similares. Vestal, Smith-Olinde, Hicks, Hutton, y Hart (2006) encontraron relación estadística entre las medidas neuropsicológicas de lenguaje, administradas a un pequeño grupo de pacientes con demencia, utilizando VC y evaluaciones cara a cara. De igual forma se han demostrado buenos resultados en la evaluación neuropsicológica utilizando tele medicina en contextos militares (Clement, Brooks, Dean, y Galaz, 2001).

Es un hecho que las tecnologías han inundado la vida actual y que se debe actuar proactivamente ante esta aparición, más aún cuando la velocidad de desarrollo de las TIC es más rápido que el avance de las ciencias de la salud o sociales (Soto-Pérez, Franco Martín, Monardes y Jiménez, 2010).

### **5.3 Uso de nuevas tecnologías en la evaluación neuropsicológica**

#### Laboratorio

Los esfuerzos para validar las tareas de lápiz-papel que se administran utilizando una tableta ya se encuentran en diversos estadios de desarrollo, como ocurre con el test del reloj (Cohen et al., 2014) y el Trail Making Test (Fellows, Dahmen, Cook y Schmitter-Edgecombe, 2016), con resultados positivos. Otro ejemplo es la Torre de Hanoi que se puede administrar fácilmente utilizando una tableta, con múltiples versiones para su descarga. Por supuesto, la mayoría son variantes de la prueba estandarizada desarrolladas con un propósito de entretenimiento y requieren de una estandarización antes de aplicaciones clínicas, sin embargo, los principios básicos de la prueba son aplicables, demostrando factibilidad. Convertir el Test de

Denominación de Boston (Kaplan, Goodglass, y Weintraub, 1983) o alguna otra prueba de denominación de imágenes a una tableta también es factible (por ejemplo, utilizando una presentación), e incluso tareas de construcción visoespacial integrando un sensor a la evaluación Geometric Blocks (SIG-Blocks; Lee, Jeong, Schindler, y Short, 2016).

Los beneficios de evaluaciones con ayuda de la tecnología son: la estandarización incluida, dada mediante la administración computarizada, la presentación de las instrucciones y demostraciones con una interface digital, ya sea mediante texto escrito o instrucciones de forma audible, o un técnico; las instrucciones computarizadas aseguran la conformidad con la estandarización. El aumento en la estandarización por defecto aumenta la duplicación y por ende la confiabilidad, e incluso reduce el error de aplicación. El acceso de los pacientes a servicios neuropsicológicos también mejora ya que existe la posibilidad de que los resultados se obtengan más rápidamente (en algunas pruebas, de forma inmediata) en comparación de las pruebas análogas, las evaluaciones digitales también permiten la evaluación de pacientes que se encuentran en zonas remotas, facilitándoles el acceso a estos servicios de salud.

#### *Evaluación remota y portátil*

Mediante la integración de la tecnología y el uso de tabletas, teléfonos, o computadoras portátiles la evaluación a distancia se vuelve una realidad cercana. La distinción más importante con la evaluación utilizando la tecnología dentro de un laboratorio es que los métodos de evaluación a distancia requieren solamente una computadora o dispositivo con interface. La telemedicina ya es un medio establecido para el cuidado de la salud y se ha vuelto más común para servicios clínicos (Klaassen, van Beijnum, y Hermens, 2016) y psicológicos (Luxton, Pruitt, y Osenbach, 2014). Además de aumentar el acceso a áreas poco atendidas (Adjorlolo, 2015; Cullum, Weiner, Gehrman, y Hynan, 2006; Grosch, Gottlieb, y Cullum, 2011) ha aumentado el interés para utilizar la tele salud en áreas donde ya hay clínicos establecidos, pero enfocándose en pacientes que tienen dificultades para llegar a la clínica (movilidad limitada, transporte poco confiable) aunado a la dificultad para movilizarse en el marco de la pandemia mundial por COVID-19.

Realizar una evaluación neuropsicológica utilizando la telemedicina con las herramientas con las que se cuentan actualmente puede suponer un reto. Algunas medidas análogas pueden aplicarse de forma remota (por ejemplo, aquellas que recaen principalmente en respuestas a estímulos verbales y auditivos), y muchos estudios han demostrado concordancia entre la evaluación a distancia y la evaluación cara a cara (Barton, Morris, Rothlind, y Yaffe, 2011; Cullum et al., 2006; Cullum, Hynan, Grosch, Parikh, y Weiner, 2014; Grosch, Weiner, Hynan, Shore, y Cullum, 2015; Wadsworth et al., 2016), aunque las evaluaciones análogas basadas en el rendimiento (por ejemplo, tareas de visoconstrucción) son más complicadas de realizar de forma remota.

La factibilidad y confiabilidad de las técnicas de VC para la administración remota de evaluación neuropsicológica han sido bien establecidas en adultos con y sin deterioro cognitivo (Cullum, Hynan, Grosch, Parikh y Weiner, 2014; Cullum, Weiner, Gehrmann y Hynan, 2006; Hildebrand, Chow, Williams, Nelson y Wass, 2004; Jacobsen, Sprenger, Andersson y Drogstan, 2003; Loh *et al.*, 2004; Poon, Hui, Dai, Kwok y Woo, 2005; Vestal, Smith-Olinde, Hicks, Hutton y Hart, 2006). Además, Wadsworth et al., (2016) demostraron la factibilidad y confiabilidad del uso de VC en una amplia muestra de Nativos Americanos, replicando resultados de estudios previos.

La creciente literatura en la administración basada en VC de pruebas neuropsicológicas ha demostrado su confiabilidad y factibilidad, produciendo resultados muy similares a las evaluaciones tradicionales en persona en muchas mediciones estandarizadas (Wadsworth *et al.*, 2016; Cullum *et al.*, 2014; Hildebrand *et al.*, 2004; Jacobsen *et al.*, 2002; Loh *et al.*, 2004; Poon *et al.*, 2005; Vestal *et al.*, 2006).

Las pruebas neuropsicológicas administradas vía VC son capaces de distinguir entre los individuos con deterioro cognitivo y quienes no tienen dificultades cognitivas, resultados similares a los obtenidos con las evaluaciones cara a cara (Wadsworth, et. al., 2018).

Específicamente, se encontró que, sin importar la condición de la administración, las pruebas distinguieron de manera precisa entre los participantes con y sin deterioro cognitivo, estableciendo la validez del procedimiento en este tipo de población.

A pesar de la gran relevancia en el proceso de evaluación y rehabilitación, existen dificultades para introducir las nuevas tecnologías. Las principales son los miedos de los profesionales a ser reemplazados por la tecnología nueva, y su resistencia a aceptar que pueda existir un vínculo terapéutico con el paciente a través de la tecnología. Sin embargo, las nuevas tecnologías son herramientas complementarias que facilitan el trabajo de los neuropsicólogos. La ciber-neuropsicología es posible y puede constituir un complemento y alternativa a la valoración tradicional cuando ésta no puede desarrollarse.

En cuanto a la utilización de tratamientos de rehabilitación cognitiva con computadores existen diferentes experiencias, en España se ha desarrollado el programa de rehabilitación *Gradior* y *Tele-Gradior* (Franco et al., 2000), el cual es utilizado en personas con esquizofrenia y demencias en más de 200 centros de salud y domicilios particulares; en Uganda se ha utilizado la rehabilitación mediante computadoras para tratar a personas con deterioro cognitivo asociado al VIH (Boivin et al., 2010).

#### **5.4 Consideraciones éticas de la evaluación a distancia**

Se debe aclarar al paciente, en un consentimiento informado escrito, que la privacidad no se puede garantizar cuando se utilizan tecnologías de VC, aunque se utilicen las medidas adecuadas (American Psychiatric Association, 1998). También se recomienda seguir los lineamientos éticos que se seguirían en una consulta cara a cara: establecer un consentimiento informado que incluye el alcance de la VC, los requerimientos tecnológicos mínimos para que se lleve a cabo y posibles contingencias (Browndyke, 2005). Mediante la discusión abierta de la forma de trabajo, el clínico puede mejorar la forma de entregar el consentimiento informado para evitar mal entendidos.



Los servicios de neuropsicología a través de VC son un área que evoluciona rápidamente, por lo que actualmente no existen reglamentos específicas para ello. Sin embargo, se recomienda “en las áreas emergentes en donde los estándares generales para su utilización y el entrenamiento aún no son establecidos, los psicólogos deben tomar pasos razonables para asegurar la competencia y profesionalismo de su trabajo y para proteger a los clientes/participantes, estudiantes, supervisados, participantes de investigación, clientes empresariales, y otros, de algún daño” de acuerdo al punto 2.01 (e) del Código de Ética (Límites y competencias) menciona: (American Psychological Association, 2002, p. 1064).

La falta de lineamientos o estándares puede generar desconfianza al aplicar las TIC en pacientes y en clínicos, sin embargo, de acuerdo con el metaanálisis realizado por Brearly et al., (2017) no hay evidencia que sustente que hay un menor desempeño cuando las pruebas se hacen mediante videoconferencia. También concluyen que las dificultades propias de la tecnología (interrupción de la conexión o pérdida de sonido) no fueron fuentes importantes de variación estadística. Sin embargo, si detectaron una variación cuando la prueba requería objetos para su administración (como el test del reloj del MMSE) dificultando la interpretación. Nuevos avances en tecnologías de VC permiten que los neuropsicólogos la utilicen para su práctica, donde se aconseja que la presentación de estímulos sea de forma clara y prudente. Aunque existen pocos estudios que utilizan nuevas tecnologías en el campo de la neuropsicología, hay una inclinación hacia el uso adecuado y prolífico de las mismas, especialmente cuando se basa en respuestas verbales de los participantes.

## **Método**

### **1. Planteamiento del problema**

La conmoción cerebral en el deporte ha sido un tema de creciente interés pues se han visto repercusiones a largo plazo que antes no se tenían contempladas. Aunque se ha estudiado la conmoción dentro de los deportes de contacto como el fútbol americano, en el karate ha sido poco estudiado debido a que tiene menor representación mediática y financiera. Sin embargo, este deporte en el 2019 logró catalogarse como deporte olímpico, por lo que competidores al rededor del mundo han aumentado su práctica y por lo tanto es importante documentar los efectos de una conmoción para a su vez mejorar los lineamientos en competencias, el tratamiento y seguimiento adecuado para los atletas y futuras recomendaciones.

Debido a que en la CCRD no existe presencia de alteraciones neurológicas focales detectables fácilmente, se caracteriza por síntomas en su mayoría tenues, que los deportistas tienen a minimizar para no abandonar la actividad competitiva. Tampoco hay biomarcadores cerebrales que indiquen la presencia de una conmoción. Los estudios de imagen convencionales no poseen precisión para percibir un daño axonal difuso, incluso después de repetidos traumatismos, esto debido a que las alteraciones son funcionales y no estructurales. Debido a esto, el diagnóstico de una CCRD se basa principalmente en una evaluación clínica que se fundamenta en una lista de signos y síntomas, pruebas neuropsicológicas y de equilibrio. Sin embargo, este no puede considerarse definitivo, sino una herramienta para determinar la evolución del paciente.

### **2. Justificación**

A partir del 2013, Harmon et al., mencionan que los reportes por tasas de lesión debido a CCRD registradas por año van en aumento, lo cual probablemente se deba a que actualmente existe más conciencia sobre la lesión cerebral traumática y, por ende, mayor interés para

identificarla. En México, es poca la investigación que se ha llevado a cabo, por lo que no existen tasas de incidencia sobre CCRD.

Existe una necesidad en aumento acerca de incluir un neuropsicólogo al equipo de especialistas en los deportes en cualquier nivel: profesional, colegial y amateur. Ya que la conmoción cerebral está subdiagnosticada y se requiere de estos profesionales para conocer su tratamiento y valoración, ya que tiene repercusiones a largo plazo que modifican la calidad de vida de los deportistas. El diagnóstico adecuado y monitoreo puede ayudar a la prevención de alteraciones cognitivas como consecuencia de la práctica deportiva. Incluso, estas alteraciones pueden repercutir en la toma de decisión de los deportistas sobre su educación, ya que muchos deciden no seguir con estudios a nivel superior. Las afectaciones cognitivas a causa de una conmoción, en especial en la memoria de trabajo y la velocidad de procesamiento, pueden persistir incluso después de un año de la lesión.

El conocimiento sobre las repercusiones a largo plazo de las CCRD puede generar la conciencia necesaria para la prevención dentro del deporte, el uso de equipo protector y el cumplimiento de las reglas de combate en cualquiera de los niveles. La inclusión de un neuropsicólogo deportista previene lesiones a largo plazo y modifica el abordaje inmediato a las lesiones.

La pandemia por COVID - 19 obligó a generar protocolos de investigación que se pudieran realizar a distancia. Aunque este tipo de evaluación emerge desde los 90's, es poco utilizada, y eso ha provocado poca evidencia respecto a su uso adecuado y su alcance. Para esta población, debido a que no tenían ninguna patología, conocían la tecnología y se aseguró el acceso y uso solo de pruebas que no requirieran material físico, se implementó un protocolo a distancia para evaluar los aspectos que, de acuerdo a la evidencia, pueden verse alterados en personas con probable CC. Esta modalidad permitió el alcance sin poner en riesgo a los participantes que se encontraban en aislamiento por la pandemia y respetando y siguiendo las normas éticas adecuadas.

## **Pregunta de investigación**

¿Cómo afecta la historia de conmociones cerebrales en la ejecución de pruebas neuropsicológicas que evalúan a distancia procesos de memoria, atención y funciones ejecutivas al comparar karatekas mexicanos con y sin historia de conmoción?

## **Objetivo general**

Comparar las posibles diferencias en el funcionamiento cognitivo (atención, memoria y funciones ejecutivas) de karatekas que reporta historia de conmoción cerebral y el grupo de karatekas que no reporta historia de conmoción cerebral, identificando si hay diferencias al incluir el número de CC y sexo.

## **Objetivos específicos**

- Hacer una comparación de los resultados obtenidos en el funcionamiento neuropsicológico de los karatekas sin historia de conmoción cerebral con los karatekas con historia de conmoción cerebral.
- Describir las diferencias estadísticamente significativas en el funcionamiento cognitivo (atención, memoria y funciones ejecutivas) de los karatekas con y sin historia de conmoción cerebral.
- Identificar si hay una relación lineal entre las ejecución neuropsicológica y el número de conmociones cerebrales.
- Describir e identificar diferencias en el comportamiento y características psicológicas entorno al deporte entre los grupos
- Identificar si las existen diferencias en el rendimiento cognitivo al comparar entre sexo e historia de CC.

## **Hipótesis**

**H0:** No se encontrarán diferencias estadísticamente significativas en las puntuaciones del funcionamiento cognitivo en pruebas de atención, memoria y funciones ejecutivas, al comparar el grupo con CC y el grupo sin CC.

No habrá diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la autopercepción en torno al deporte, al comparar el grupo de karatekas con CC y karatekas sin CC.

**HA:** Los karatekas con historia de conmoción cerebral tendrán alteraciones cognitivas principalmente en pruebas que involucran memoria y en las funciones ejecutivas, al compararlos con los karatekas sin historia de conmoción cerebral.

Los karatekas con historia de conmoción cerebral tendrán percepción psicológica baja al compararlos con los karatekas sin historia de CC.

### Diseño

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

### Participantes

Se utilizó un muestreo no probabilístico, intencional (Sampieri, 2014). Participaron los deportistas que respondieron a la convocatoria publicada en redes sociales y que cumplían con los criterios de inclusión.

**Tabla 8.** Características sociodemográficas de los participantes

Características	Con CC n=14		Sin CC n=18		t	p
	M	D.E	M	D.E		
<b>Edad</b>	25.79	6.154	25.78	4.722	-0.004	0.997
<b>Años de escolaridad</b>	18.14	2.476	19.22	2.102	1.333	0.192
<b>Años entrenamiento</b>	13.21	7.084	15.33	6.202	0.901	0.375

Participaron voluntariamente 32 adultos, 18 hombres (56.3%) y 14 mujeres (43.8%). Con edades comprendidas entre los 18 y los 35 años ( $M = 25.78$ ;  $D.E = 5.302$ ), con un nivel de estudios mínimo de bachillerato concluido que se cuantificó en años de escolaridad ( $M = 18.75$ ;  $D.E = 2.300$ ), una práctica ininterrumpida de karate como deporte al menos un año antes del confinamiento; y una práctica mínima total de 10 años ( $M = 14.41$ ,  $D.E = 6.579$ ) (ver tabla 8).

Con base a los resultados del SCAT-5 para identificar síntomas de CC y la gravedad de los mismos, y la entrevista se hicieron dos grupos: un grupo con historial de CC de 14 personas, de los cuales 8 (57.14%) fueron hombres y 6 mujeres (42.8%), y un grupo sin historial de CC de 18 personas, de los cuales 8 fueron hombres (44.4%) y 10 mujeres (55.5%) (ver figura 7).

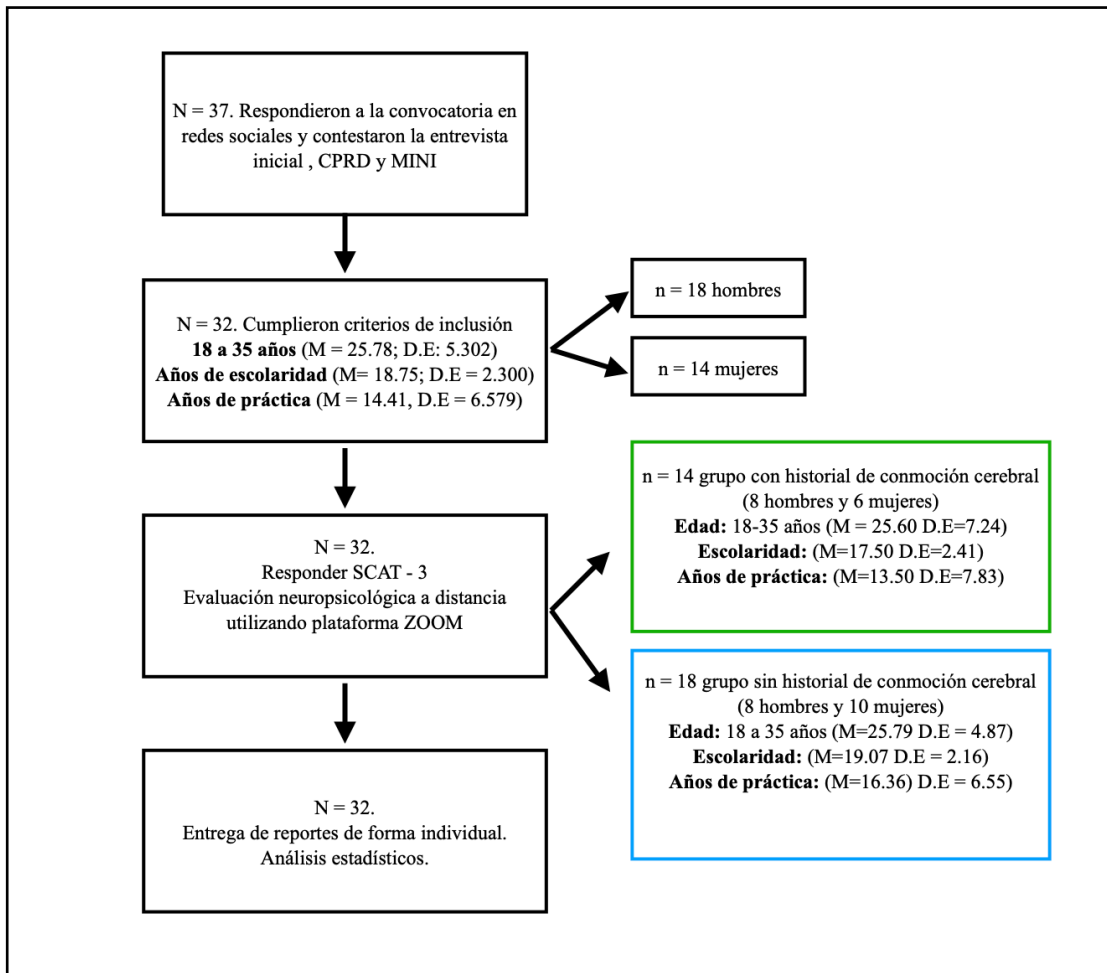


Figura 7. Descripción de la muestra

Dentro de la muestra de este trabajo, los karatekas que se encontraban en el grupo con historia de conmoción cerebral, 2 mujeres y 6 hombres reportaron no usar equipo protector durante los combates en competencia, y otros dos hombres reportaron haberlo usado antes de cumplir los 18 años. Todos los participantes de ese grupo reportaron haber participado en al menos 5 competencias un año previo al confinamiento (tanto por equipos como individual y full contact) y todos reportaron golpes a la cabeza con y sin pérdida de conocimiento, así como con y sin atención médica. Por otro lado, los karatekas que se encontraban en el grupo sin historia de conmoción cerebral eran aquellos que competían únicamente en modalidad de kata y/o kata creativa (con armas), y que no reportaron haber recibido ningún golpe a la cabeza.

### **Criterios de inclusión para ambos grupos**

1. Participantes hombres o mujeres con una edad comprendida entre los 18 y 35 años.
2. Participantes con visión normal o corregida.
3. Escolaridad mínima de bachillerato concluido
4. Que el participante tuviera al menos un año de práctica consecutiva previa al confinamiento y al menos 10 años en la práctica de karate.
5. Participación en al menos 5 torneos.
6. Firma del consentimiento informado y cuestionario de datos iniciales.

### **Criterios de exclusión para ambos grupos**

1. Que el participante tuviera consumo de sustancias o medicamentos que puedan afectar el sistema nervioso central.
2. Que el participante se negara a participar o a firmar el consentimiento informado de forma digital.
3. Trastornos motores y/o sensitivos que condicionen la aplicación de los instrumentos.

### **Variables de estudio**

Variable Independiente: la práctica del karate.

-Definición conceptual: arte marcial japonés que se considera, sobre todo, un arte defensivo. Se basa en golpes secos que se realizan con los pies, los codos y el borde de la mano.

-Definición operacional: Respuestas del participante durante la entrevista inicial donde denota que la práctica del arte marcial de karate se practica de forma no interrumpida desde hace al menos 10 años, de forma competitiva, el grado es cinturón negro en adelante. La práctica de karate se realiza de forma profesional.

### Variables Dependientes

#### *Historia de conmoción cerebral*

-Definición conceptual: Lesión cerebral traumática leve, que puede representar afecciones muy distintas en cada persona, generalmente, se presentan alteraciones del equilibrio estático y dinámico, problemas cognitivos, neuropsicológicos, afecciones vestibulares, entre otras (Cohen et al., 2017).

-Definición operacional: cuantificación mediante los resultados del SCAT-5, lo que permite obtener una aproximación a los síntomas después de haber recibido un golpe a la cabeza y así determinar si hubo síntomas de conmoción, así como la información recabada en la entrevista (pérdida el conocimiento, atención por personal médico durante algún kumite).

#### *Atención*

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

-Definición operacional: Se dividió en atención sostenida y atención selectiva. La atención sostenida se obtuvo mediante la cuantificación de la prueba de dígitos en progresión, las respuestas correctas obtenidas en ambas versiones del PASAT y el número total de palabras aprendidas en la prueba de TAVEC durante el primer ensayo, antes de los 20 minutos de interferencia. La atención selectiva se cuantificó mediante las respuestas incorrectas y las no respuestas de ambas versiones del PASAT.

#### *Memoria*



*-Definición conceptual:* función neurocognitiva que permite registrar, codificar, consolidar, retener, almacenar y evocar la información previamente almacenada (Portellano, 2005).

*-Definición operacional:* Fue dividida en diversas puntuaciones: memoria a corto plazo, memoria a largo plazo, curva de aprendizaje y uso de estrategias de memoria. Para la memoria a corto plazo se utilizó la cuantificación a partir de la codificación de la Figura Compleja de Rey-Osterrieth, el Recuerdo libre y Recuerdo con Claves a Corto Plazo del TAVEC. Para la memoria a largo plazo se utilizó la cuantificación de la evocación de la Figura Compleja de Rey-Osterrieth y la puntuación del Recuerdo Libre y Recuerdo con Claves a Largo Plazo del TAVEC. La curva de aprendizaje fue definida mediante la calificación en la prueba del TAVEC, ésta se refiere al número total de palabras aprendidas en cada uno de los ensayos durante la lectura de la lista de palabras, la estabilidad de la curva de aprendizaje y el tipo (ascendente, plana, descendente). Las estrategias de memoria se analizaron dentro del TAVEC (semánticas o seriales) de acuerdo con el total de estrategias utilizadas en los 5 ensayos y en el recuerdo libre a largo plazo.

### *Funciones ejecutivas*

*-Definición conceptual:* son actividades mentales complejas, necesarias para planificar, organizar, guiar, revisar, regularizar y evaluar el comportamiento necesario para adaptarse eficazmente al entorno y para alcanzar metas (Bauermeister, 2008).

*-Definición operacional:* cuantificación de las puntuaciones de las respuestas correctas de ambas versiones del PASAT para la velocidad de procesamiento. Para la puntuación de la memoria de trabajo y atención ejecutiva se utilizó la puntuación de los dígitos en regresión del NEUROPSI. Para la puntuación de la inhibición se utilizaron las perseveraciones e intrusiones realizadas en la prueba de TAVEC y los errores perseverativos en la prueba de cartas de Wisconsin computarizada (WCST). Finalmente, se obtuvo la puntuación de flexibilidad utilizando el número de las respuestas correctas e incorrectas en la WCST computarizada.

### **Instrumentos**

- *Herramienta de evaluación de conmoción en el deporte (SCAT-5).* Método estandarizado de evaluación de atletas lesionados por conmoción cerebral y se puede utilizar en los atletas

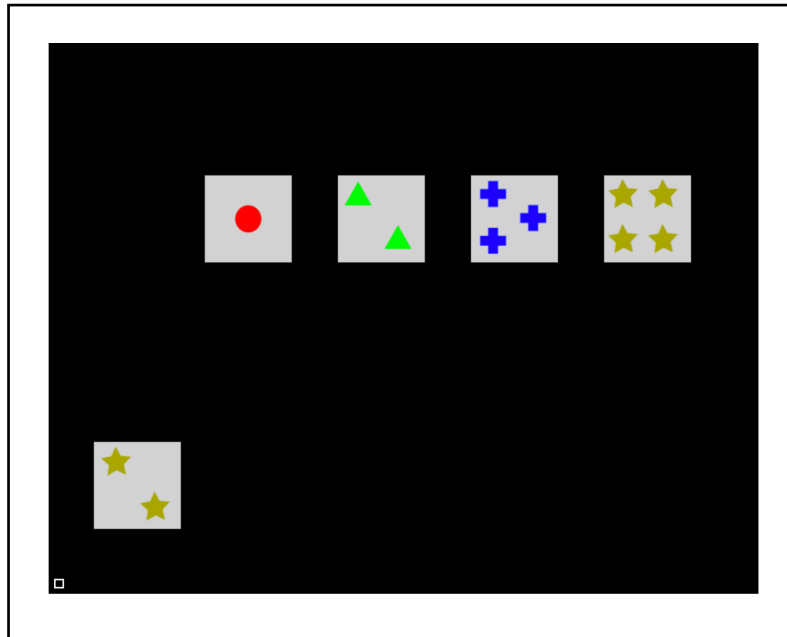
mayores de 9 años. Permite el cálculo de la Evaluación Estandarizada de Conmoción cerebral (EECC) y la puntuación y las evaluaciones de Maddocks para la evaluación de conmoción cerebral en el área del deporte o entrenamiento. Se utilizó la tabla sobre la evaluación de los síntomas que los atletas debían responder con base en lo que han sentido durante algún combate, lo que, junto con la entrevista, permite el análisis de la historia de conmoción cerebral.

- *Test de Aprendizaje Verbal España-Complutense (TAVEC; Benedet y Alejandre, 1998)*. Permite la exploración de la memoria y aprendizaje a corto y largo plazo, el uso de estrategias empleadas, curva de aprendizaje y susceptibilidad a la interferencia. Dirigido a adolescentes y adultos (a partir de los 16 años) sanos o con daño cerebral, no se cuenta con baremos en población mexicana, sin embargo, se calificó utilizando los grupos controles de la estandarización de la prueba.
- *Test de la Figura Compleja de Rey-Osterrieth (NEUROPSI atención y memoria; Ostrosky, et al., 2019)*. Permite evaluar labores de ejecución, organización y planificación de estrategias de resolución de problemas, así como funciones perceptivas, motoras y mnésicas. Aprecia el nivel del desarrollo perceptivo-motor, la atención y la memoria visual inmediata; también se utiliza en clínica con población adulta para evaluar la capacidad visoespacial, las agnosias, las apraxias y los problemas de memoria visual. Se le pide al sujeto que copie una figura compleja a mano y sin límite de tiempo, posteriormente, el examinado debe reproducir a los 30 minutos de nuevo la misma figura, con el fin de evaluar su capacidad de recuerdo de material no verbal. Cada uno de estos intentos se puntúa sobre una escala validada que oscila desde un mínimo de 0 a un máximo de 36 puntos (normalidad).
- *Test de adición serial auditiva pautada o TASD (PASAT por sus siglas en inglés) (Gronwall 1977; Rao et al., 1989)*. Aporta un estimado de la velocidad de procesamiento de la información, atención y memoria de trabajo (Strauss, Sherman, y Spreen, 2006 en Puerta, Dussán, Montoya y Landínez, 2018). Se presenta un audio para asegurar la estandarización en el ritmo de la presentación de estímulos. Se utilizan series aleatorias de los números del 1 al 9,

los cuales se deben sumar consecutivamente en pares de números, de tal manera, que cada número se agregue al inmediatamente anterior. Toma de 10 a 15 minutos aproximadamente, ha demostrado alta confiabilidad por mitades y evidencia de validez convergente y divergente con buena sensibilidad. La baja escolaridad tiene un impacto negativo (Tombaugh, 2006), por lo que es importante considerar en la evaluación que se requiere cierto nivel educativo.

- *Fluencia verbal semántica y fonológica (NEUROPSI atención y memoria; Ostrosky, et al., 2019)*. Consiste en generar tantas palabras como sea posible fonológica y/o semánticamente. En la tarea semántica se pide generar palabras pertenecientes a la categoría de animales, en un minuto. La fluidez verbal mide principalmente la velocidad y facilidad de producción verbal; y la disponibilidad para iniciar una conducta en respuesta ante una tarea novedosa. Valora funciones del lenguaje (denominación, tamaño del vocabulario), la velocidad de respuesta, la organización mental, las estrategias de búsqueda, así como la memoria a corto y largo plazo. También se ha propuesto que influyen en la ejecución, la atención y vigilancia, el almacén léxico o semántico, los mecanismos de recuperación y la memoria de trabajo. Estandarizada para población mexicana.
- *Dígitos en orden directo e inverso (NEUROPSI atención y memoria; Ostrosky, et al., 2019)*. Estas subpruebas permiten identificar habilidades de retención y manipulación de la información de los participantes. Está estandarizada para población mexicana desde los 6 a los 85 años.
- *Test de Clasificación de Cartas de Wisconsin (WCST) computarizada (Stoet, 2017; Psytoolkit, 2020)*. El evaluado debe clasificar una carta de acuerdo con diferentes criterios. Hay cuatro formas distintas de clasificar cada carta: color, forma, número o desconocido. Recibe retroalimentación sobre si la clasificación fue correcta o no. La regla de clasificación cambia cada 10 cartas. Permite medir la flexibilidad al cambio de reglas y perseveración en la respuesta. Es una adaptación computarizada inspirada en el trabajo original de Berg. Siempre hay cuatro cartas en la parte superior de la pantalla, y una adicional en la parte inferior que cambia constantemente, el participante debe elegir dónde clasificar la carta que aparece en la

esquina inferior izquierda y darle *click* a una de las cuatro cartas superiores, automáticamente recibe retroalimentación de la respuesta hecha. Al final el programa cuenta de forma automática el porcentaje de errores (el número total, perseveraciones, errores sin perseveraciones) y correctas.



**Figura 8.** Captura de pantalla del WCST computarizado tal como lo ve el evaluado.

- *Entrevista Neuropsiquiátrica Internacional (MINI)* (Ferrando, Bobes y Gibert, 2000).  
Entrevista diagnóstica estructurada de breve duración que explora los principales trastornos psiquiátricos del Eje I del DSM-IV de acuerdo con la versión mexicana de enero del 2000, para la investigación y la práctica clínica. La MINI tiene una puntuación de validez y confiabilidad aceptablemente alta, y puede ser administrada en un período de tiempo breve (promedio de  $18,7 \pm 11,6$  minutos, media 15 minutos).
- *Cuestionario de características psicológicas relacionadas al rendimiento deportivo (CPRD)* (Gimeno, Buceta y Pérez-Llanta, 2001). El CRPD ha mostrado una aceptable consistencia interna, tanto en su puntuación total ( $\alpha = .85$ ) como en sus distintas subescalas: tolerancia al estrés (CE) ( $\alpha = .88$ ), influencia de la evaluación en el rendimiento (IER) ( $\alpha = .72$ ), motivación (M) ( $\alpha = .67$ ), y cohesión de equipo (ChE) ( $\alpha = .78$ ), con la excepción de la subescala de

habilidad mental (HM) ( $\alpha = .34$ ). Está conformado por 55 reactivos tipo Likert con cinco opciones de respuesta desde totalmente en desacuerdo hasta totalmente de acuerdo y se incluye una opción adicional de respuesta para aquellos casos en los que el deportista “no entienda el ítem”. Las puntuaciones ofrecen información global sobre la situación en la que se encuentra el deportista en esa variable.

## **Materiales**

- Un equipo de cómputo con buena conexión a internet, que permita la evaluación a través de videollamada utilizando la plataforma Zoom:
  - Descargar el programa y contar con una cuenta de Zoom
  - Equipo de cómputo con cámara
- Dos hojas blancas
- Un lápiz
- Un cronómetro
- Instalación de Psytoolkit para aplicación de cartas de Wisconsin
- Lámina de Figura compleja de Rey-Osterrieth digitalizada
- Audio digital del PASAT forma A

## **Escenario**

Los cuestionarios iniciales (consentimiento informado, CPRD y entrevista) fueron enviados por correo y se contestaron de forma individual. La aplicación del protocolo y las pruebas neuropsicológicas fueron hechas utilizando la plataforma Zoom mediante videollamada. Se eligió un horario de acuerdo con las especificaciones de cada participante. Durante todas las evaluaciones se determinó, antes de comenzar, que el participante se encontrara en una habitación sin ruido, con buena iluminación, sin la presencia de otros.

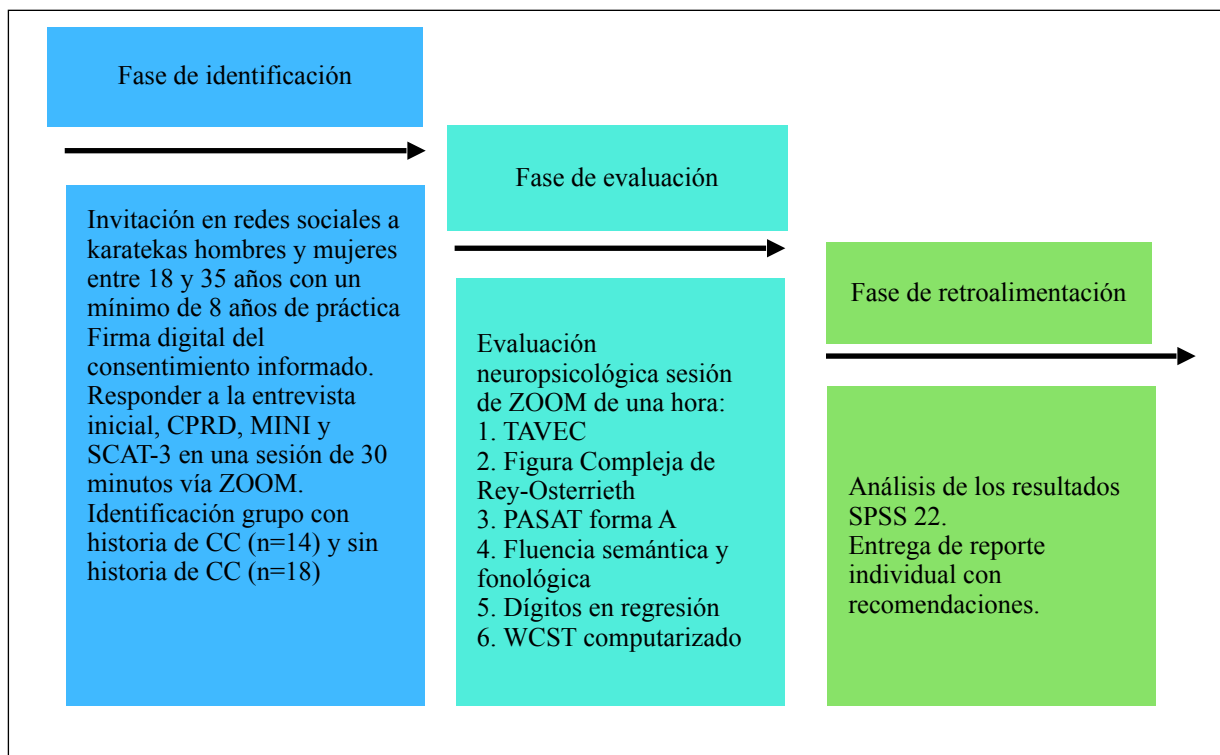
## **Procedimiento**

### Fase de identificación

La estrategia de identificación consistió en dos etapas: 1) búsqueda de participantes con una convocatoria en redes sociales y páginas afines para karatekas (FEMKA, UNAM, WAKO)

que cumplieran criterios de inclusión y 2) respuesta de los cuestionarios iniciales para poder continuar con la evaluación (Figura 9). Se buscó que todas las personas identificadas pudieran realizar las pruebas de evaluación con acceso a servicios de cómputo con cámara. A través de los cuestionarios iniciales (CPRD, MINI y SCAT-5) se identificó al grupo con historia de conmoción cerebral, contaban con un reporte verbal, algunos presentaban más de un evento de conmoción cerebral. Este primer contacto mediante videollamada tuvo una duración aproximada de 30 minutos.

Los participantes que no reportaron historia de conmoción cerebral debido a que no se involucran en prácticas de *kumite* (combate) por lo que no reportaron recibir golpes en la cabeza u otras partes del cuerpo, conformaron el grupo sin historia de conmoción cerebral.



**Figura 9.** Diagrama de procedimiento empleado para la realización del protocolo del cual se desprende este trabajo.

### Fase de evaluación

Luego de la firma del consentimiento informado de manera digital, se procedió a la evaluación cognitiva a distancia utilizando la plataforma ZOOM en donde se aplicó la batería de

pruebas e instrumentos dirigidos a diversos dominios cognitivos. Se aplicaron todas las pruebas neuropsicológicas en el mismo orden a todos los participantes de manera individual. Al finalizar, se agradeció su participación y se aclararon dudas. Todas las evaluaciones tuvieron una duración promedio de una hora (ver figura 9).

### Fase de retroalimentación

Luego de culminar la aplicación, calificación, análisis e interpretación de las pruebas, se llevó a cabo un informe personal a cada uno de los participantes, con recomendaciones individuales, se les envió mediante correo electrónico y se aclararon dudas (ver figura 9).

### **Análisis estadístico**

Toda la información extraída del estudio se registró en una base de datos empleando el programa estadístico SPSS (Statistical Package for Social Sciences) versión 22. Se aplicó tanto estadística paramétrica como no paramétrica. En todos los análisis se tomó como significativo un valor de alfa  $<0.05$  (Sampieri, 2000). Respecto a las variables sociodemográficas y los resultados de la entrevista MINI, se obtuvo el porcentaje de los grupos que se presentan en gráficas de pastel.

Se hizo una prueba de normalidad de Shapiro Wilk debido al tamaño de la muestra ( $<50$ ) a todas las variables obtenidas mediante los resultados de las pruebas neuropsicológicas. A partir de este análisis las variables que tuvieron distribución normal se analizaron con una prueba t de Student para muestras independientes, para encontrar las diferencias entre los grupos. Estas variables fueron: los 5 ensayos del TAVEC, los 4 recuerdos del TAVEC (recuerdo libre a corto plazo, recuerdo libre a largo plazo, recuerdo con claves a corto plazo y recuerdo con claves a largo plazo), las respuestas correctas de ambas versiones del PASAT (3 segundos y 2 segundos), dígitos en regresión y progresión, codificación y evocación de Figura compleja de Rey - Osterrieth.

Los resultados del cuestionario de características psicológicas relacionadas con el rendimiento deportivo se obtuvieron mediante la calificación del cuestionario y después la

obtención de las puntuaciones normativas y los percentiles de estas. Las diferencias entre los grupos de las puntuaciones en percentiles se analizaron mediante una prueba t de Student.

Debido a que algunas de las variables no siguen una distribución normal, la comparación y el análisis de asociaciones entre las diferentes variables registradas se realizaron mediante pruebas no paramétricas (test de Mann-Whitney-Wilcoxon) (Siegel y Castellan, 2015). Estas variables fueron: las no respuestas y respuestas incorrectas de ambas versiones del PASAT (3 segundos y 2 segundos), los tipos de estrategia de aprendizaje del TAVEC (seriales y semánticas), los errores del TAVEC y del WCST computarizado (perseveraciones, intrusiones, falsos positivos, y errores sin perseveración), los aciertos del WCST computarizado, así como el total semántico y fonológico.

Además, se realizó un coeficiente de correlación de Pearson para saber el grado de relación que existe entre las puntuaciones de la evaluación neuropsicológica y el número de conmociones recibidas en el grupo de karatekas con historia de conmoción cerebral (Sampieri, 2000) y una comparación de los resultados del TAVEC para encontrar diferencias entre sexo.



## Resultados

### Funcionamiento cognitivo en karatecas con y sin historial de conmoción cerebral

#### 1. Atención

Para el análisis del proceso de la **atención sostenida**, se utilizaron los puntajes de las respuestas del recuerdo inmediato 1 del TAVEC, las respuestas correctas del PASAT tanto la versión de 3 segundos como 2 segundos, y la subprueba de dígitos en progresión del NEUROPSI. Se encontraron diferencias significativas en las respuestas correctas del PASAT en la versión de dos segundos ( $t= 2.787$ ;  $p =0.009$ ), en donde el grupo con historial de conmoción cerebral obtuvo puntuaciones más bajas, indicando menor capacidad de atención sostenida y mantenimiento de los estímulos. Dentro de la versión de 3 segundos ( $t=12.02$ ;  $p=0.052$ ) se observa una tendencia hacia la significancia estadística que indica diferencias entre ambos grupos. No se encontraron diferencias significativas en las puntuaciones del primer ensayo del TAVEC o de dígitos en progresión (ver tabla 9 y gráfica 1).

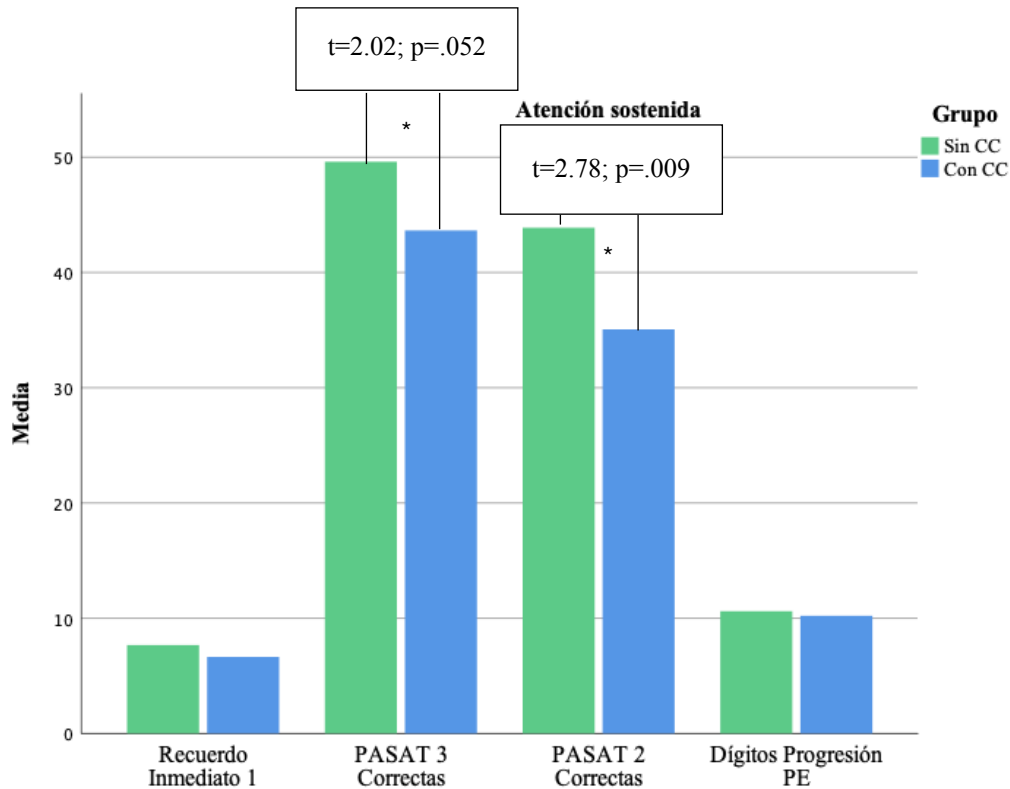
**Tabla 9.** Diferencias en los puntajes de las pruebas que miden la capacidad **atención sostenida** entre los grupos.

Subprueba	Grupo	M	DE	t	P
TAVEC (RI1)	Sin CC	7.67	1.57	1.56	0.128
	Con CC	6.64	2.13		
PASAT 3' RC	Sin CC	49.61	8.35	2.02	0.052 *
	Con CC	43.64	8.14		
PASAT 2' RC	Sin CC	43.89	8.05	2.78	0.009 *
	Con CC	35.07	9.85		
Dígitos Progresión PE (NEUROPSI)	Sin CC	10.61	4.31	0.28	0.777
	Con CC	10.21	3.28		

*p<.05 diferencias significativas entre los grupos \**  
*RI1: recuerdo inmediato 1*

*RC: respuestas correctas*  
*PE: puntuación estandarizada*

**Gráfica 1.** Diferencias en los puntajes obtenidos en las pruebas que miden de atención sostenida entre los grupos



Para el análisis de la **atención selectiva**, se cotejaron las diferencias entre los puntajes de las respuestas incorrectas y las no respuestas de ambas versiones del PASAT (ver tabla 10). Se encontraron diferencias significativas tanto en las respuestas incorrectas del PASAT versión 3 segundos ( $U=68.50$ ;  $p= .028$ ) como en las no respuestas del PASAT versión dos segundos ( $U=70.50$ ;  $p= .035$ ). Aunque en las otras dos subpruebas no se encontraron diferencias significativas, hay una tendencia a mejores puntuaciones para el grupo sin historial de CC (gráfica 2).

**Tabla 10.** Diferencias en las pruebas que miden **atención selectiva** entre los grupos

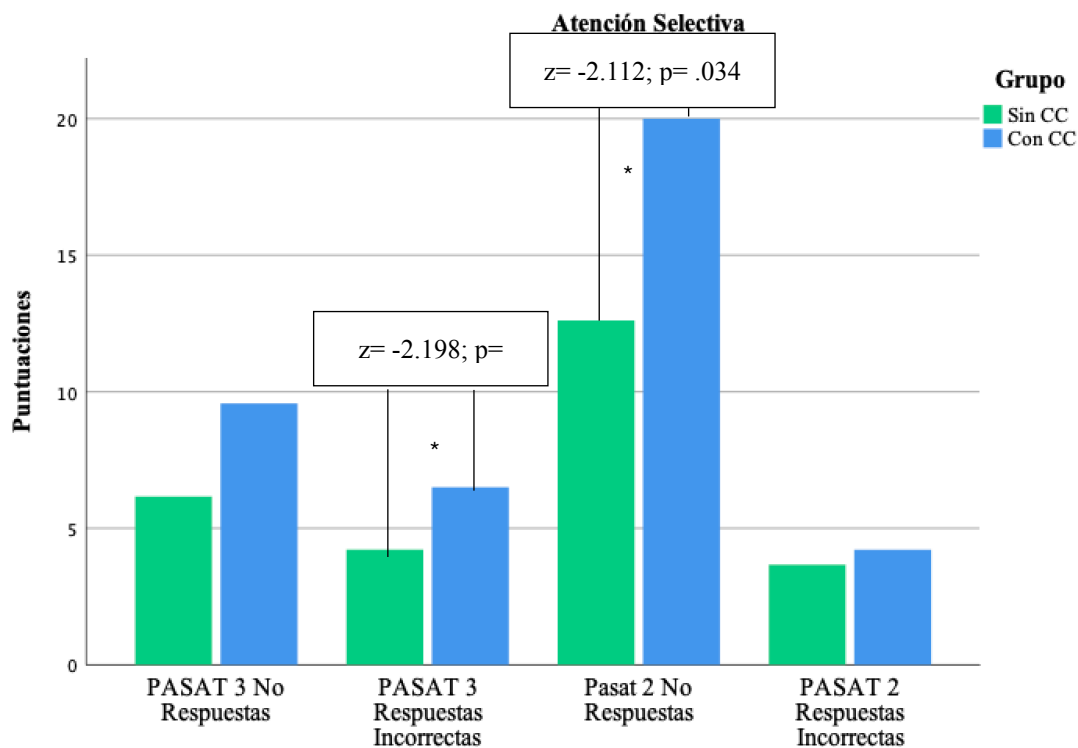
Subprueba	Grupo	M	D.E	D.E	U de Mann	W de Wilcoxon	z	P
PASAT 3' NR	Sin CC	6.17	6.59	7.164	84.00	255.00	-1.60	0.110
	Con CC	9.57	7.65					
PASAT 3' RI	Sin CC	4.22	3.43	3.43	68.50	239.50	-2.19	0.028 *
	Con CC	6.50	3.08					
PASAT 2' NR	Sin CC	12.61	8.59	10.37	70.50	241.50	-2.11	0.035 *
	Con CC	20	11.25					
PASAT 2' RI	Sin CC	3.67	3.77	3.45	107.00	278.00	-0.73	0.465
	Con CC	4.21	3.11					

*p* < .05 diferencias significativas entre los grupos \*

NR: no respuestas

RI: respuestas incorrectas

**Gráfica 2.** Diferencias en las pruebas que miden **atención selectiva** entre los grupos



## 2. Memoria

Para analizar las diferencias entre los puntajes de **memoria a corto plazo (MCP)** se analizaron las diferencias en la codificación de la Figura Compleja de Rey- Osterrieth, y el recuerdo libre a corto plazo y recuerdo con claves a corto plazo del TAVEC. Se encontraron diferencias significativas en ambas subpruebas del TAVEC (tabla 11). El grupo con historial de conmoción cerebral puntuó significativamente menor al grupo sin historial de conmoción indicando menor capacidad de MCP (gráfica 3).

En el proceso memoria a corto plazo se encontraron diferencias significativas en las subpruebas de recuerdo libre a corto plazo del TAVEC ( $t=4.452$ ;  $p=0.000$ ) y en el recuerdo con claves a corto plazo del TAVEC ( $t= 3.169$ ;  $p=0.004$ ) que denotan diferencias en la capacidad de memoria a corto plazo de material auditivo verbal, siendo el grupo sin historial de conmoción cerebral el que tiene mayores puntuaciones (gráfica 3). Aunque no se encontraron diferencias significativas en la codificación de Figura Compleja de Rey-Osterrieth, se observa de manera cualitativa una diferencia entre los grupos, teniendo un mejor desempeño el grupo sin historial de conmoción cerebral.

**Tabla 11.** Diferencias en las medidas de **memoria a corto plazo** entre los grupos

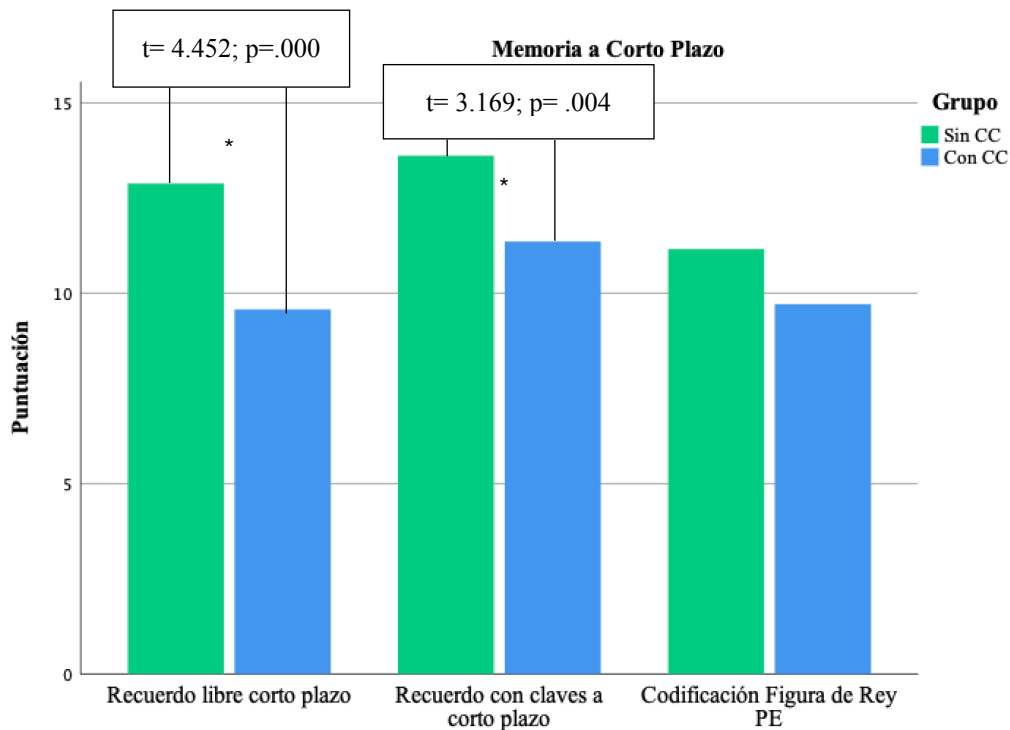
<b>Subprueba</b>	<b>Grupo</b>	<b>M</b>	<b>DE</b>	<b>t</b>	<b>P</b>
<b>Figura Compleja de Rey-Osterrieth codificación PE</b>	Sin CC	11.17	1.79	1.87	0.070
	Con CC	9.71	2.58		
<b>TAVEC RLCP</b>	Sin CC	12.89	2.11	4.45	0.000 *
	Con CC	9.57	2.06		
<b>TAVEC RCLCP</b>	Sin CC	13.61	1.91	3.16	0.004 *
	Con CC	11.36	2.09		

*p<.05 Diferencias significativas entre los grupos \**

*PE: puntuación estandarizada*

*RLCP: Recuerdo libre a corto plazo*

**Gráfica 3.** Diferencias en las medidas de memoria a corto plazo entre los grupos



Dentro del proceso de la **memoria a largo plazo**, se encontraron diferencias significativas en las subpruebas de recuerdo libre a largo plazo del TAVEC ( $t= 5.493$ ;  $p = 0.000$ ) y en el recuerdo con claves a largo plazo del TAVEC ( $t= 3.645$ ;  $p=0.001$ ) que denotan diferencias en la capacidad de memoria a largo plazo de material auditivo verbal, siendo el grupo sin historial de conmoción cerebral el que tiene mayores puntuaciones (tabla 12). Aunque no se encontraron diferencias significativas en la evocación de Figura Compleja de Rey-Osterrieth, se observa de manera cualitativa una diferencia entre los grupos, teniendo un mejor desempeño el grupo sin historial de conmoción cerebral (gráfica 4).

**Tabla 12.** Diferencias entre los puntajes de la **memoria a largo plazo** entre los grupos

Subprueba	Grupo	M	DE	t	P
<b>Figura Compleja de Rey-Osterrieth evocación PE</b>	Sin CC	11.17	2.22	1.9333	0.063
	Con CC	9.71	1.93		
<b>TAVEC RLLP</b>	Sin CC	13.33	1.71	5.493	0.000 *
	Con CC	10.14	1.51		
<b>TAVEC RCLLP</b>	Sin CC	14.11	1.81	3.645	0.001 *
	Con CC	11.79	1.76		

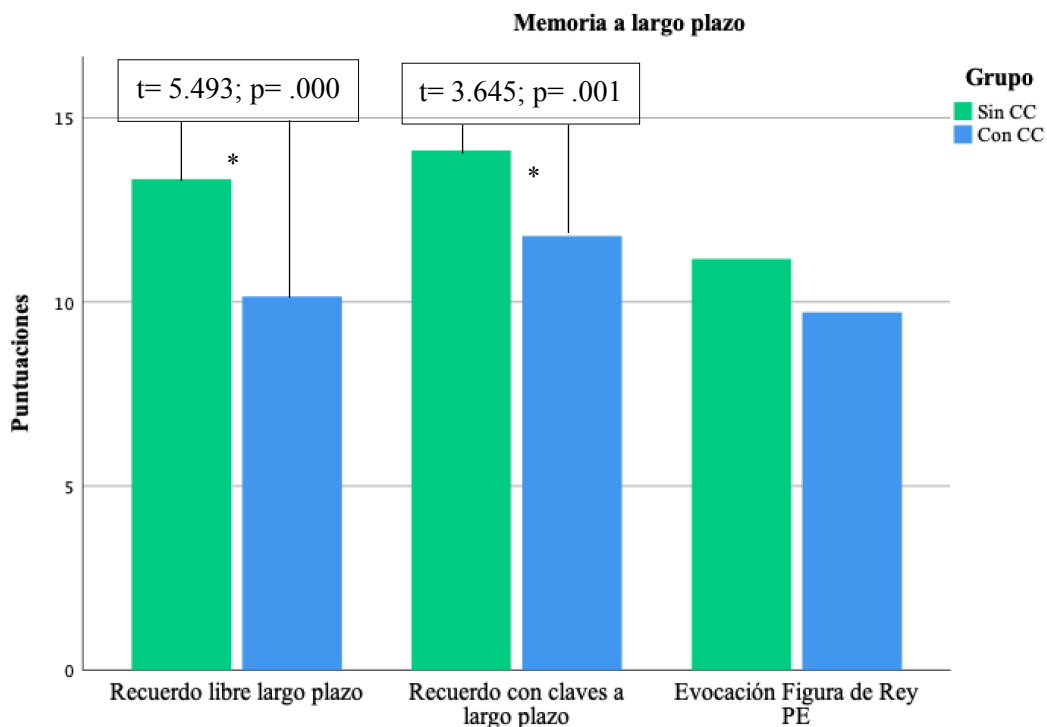
$p < .05$  Diferencias significativas entre los grupos \*

PE: puntuación estandarizada

RLLP: Recuerdo libre a largo plazo

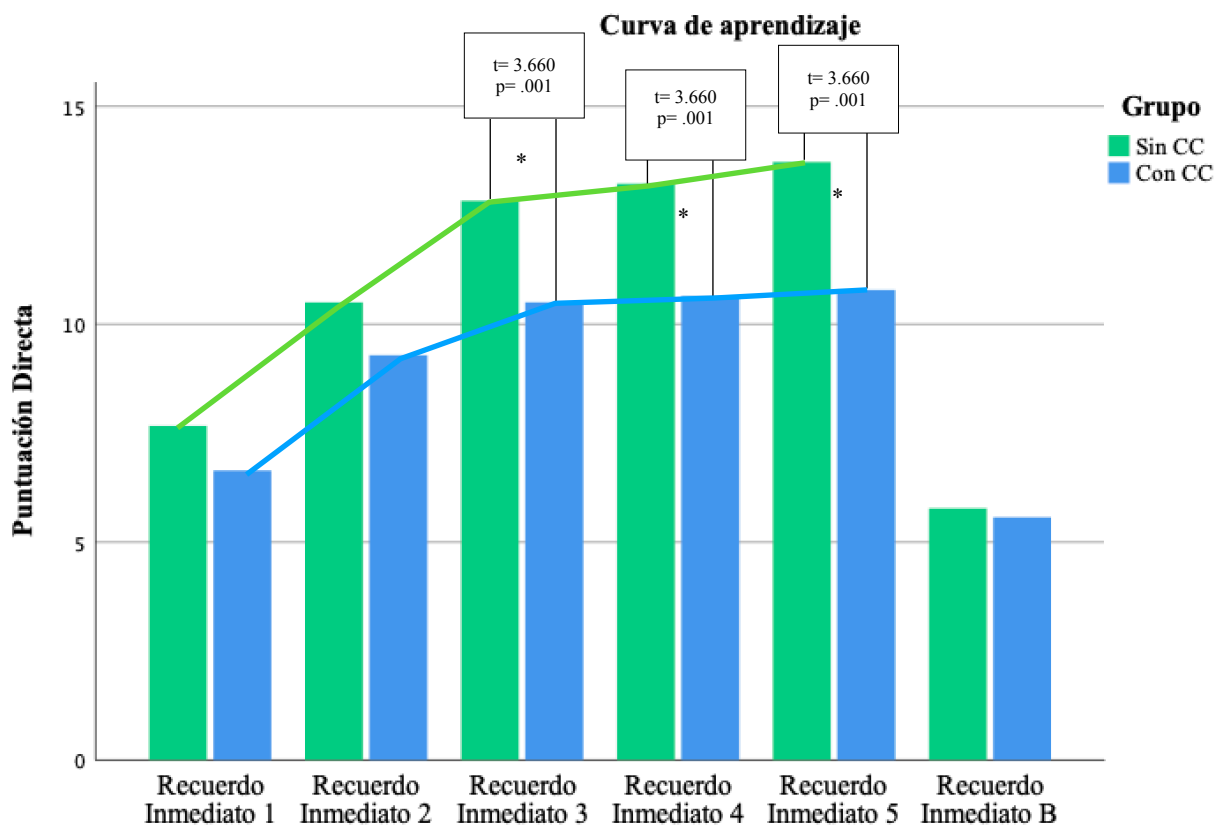
RCLLP: Recuerdo con claves a largo plazo

**Gráfica 4.** Diferencias en los puntajes de **memoria a largo plazo** entre los grupos



Respecto a la **capacidad de aprendizaje**, se analizaron las respuestas de ambos grupos de los cinco ensayos del TAVEC para denotar diferencias en la curva de aprendizaje (gráfica 5). Aunque solo hay diferencias significativas de las palabras recordadas en los ensayos 3, 4 y 5, de manera cualitativa se puede observar una tendencia en el grupo sin historial de conmoción cerebral a una curva de aprendizaje ascendente, recordando más palabras conforme se realizan más ensayos. Mientras que el grupo con historia de conmoción cerebral no recuerda el total de las palabras en ningún ensayo y se mantiene sin aumentar la curva de aprendizaje, con una tendencia hacia lo plano.

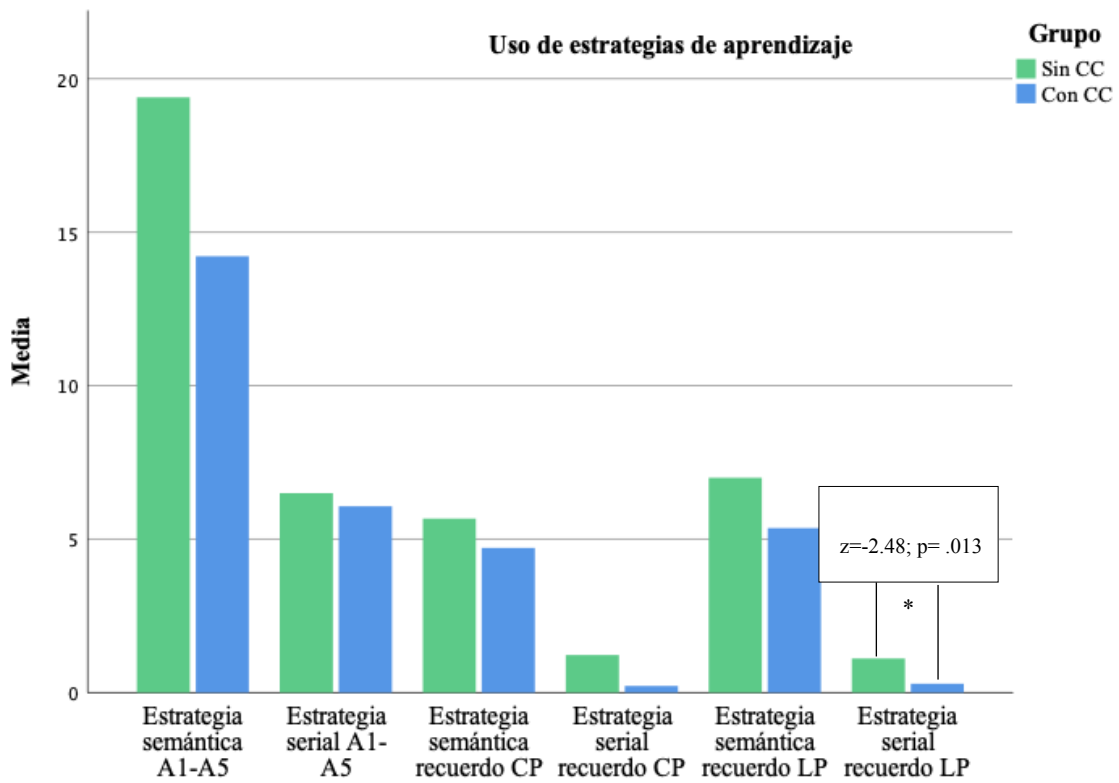
**Gráfica 5.** Comparación entre grupos de la **curva de aprendizaje**



Se encontraron diferencias significativas en el **uso de estrategias** seriales durante el recuerdo libre a largo plazo entre los grupos ( $z=-2.486$ ;  $p=0.013$ ) siendo el grupo sin historial de conmoción cerebral quienes las utilizaron mayor número de veces. Aunque en los demás tipos de

estrategia no se encontraron diferencias significativas, se puede observar que durante los primeros cinco ensayos (A1-A5) el grupo sin historial de connción agrupa la información de manera semántica mayor cantidad de veces que el grupo con historial de connción (gráfica 6). Esto permite que la información se organice de mejor manera para poder evocarla en un momento posterior.

**Gráfica 6.** Comparación entre grupos sobre el uso de estrategias de aprendizaje



*A1-A5: conteo del número de estrategias durante los cinco ensayos del dictado de la lista.  
 CP: corto plazo  
 LP: largo plazo*



### 3. Funciones ejecutivas

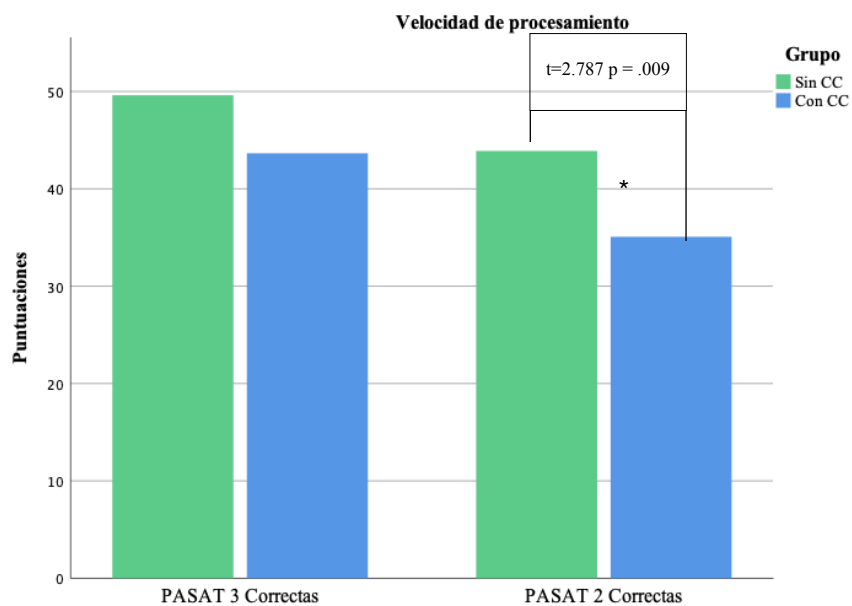
Para analizar las diferencias dentro de las funciones ejecutivas se dividieron en: velocidad de procesamiento, memoria de trabajo, inhibición, flexibilidad cognitiva y fluidez verbal. Se utilizaron las respuestas correctas del PASAT para analizar la velocidad de procesamiento. No se encontraron diferencias significativas en la prueba a los 3 segundos ( $t=2.26$ ;  $p=0.052$ ) pero si en la versión de los dos segundos ( $t=2.78$ ;  $p=0.009$ ). El grupo sin historial de conmoción cerebral tiene tiempos de reacción más rápidos que les permiten acertar en mayor cantidad de respuestas de ambas versiones del PASAT (tabla 13, gráfica 7).

**Tabla 13.** Diferencias en las medidas de **velocidad de procesamiento** entre los grupos

Subprueba	Grupo	M	DE	t	P
<b>PASAT 3' correctas</b>	Sin CC	49.61	8.35	2.26	0.052
	Con CC	43.64	8.14		
<b>PASAT 2' correctas</b>	Sin CC	43.89	8.05	2.787	0.009*
	Con CC	35.07	9.85		

$p < .05$  Diferencias significativas entre los grupos \*

**Gráfica 7.** Diferencias en las medidas de **velocidad de procesamiento** entre los grupos



Para analizar las diferencias en la **capacidad de memoria de trabajo** se analizó la subprueba del NEUROPSI atención y memoria de dígitos en regresión. No se encontraron diferencias significativas en esta subprueba entre los grupos de karatekas con historia de conmoción cerebral y sin historia de conmoción (tabla 14).

**Tabla 14.** Diferencias en las puntuaciones de **memoria de trabajo** entre los grupos

Subprueba	Grupo	M	DE	t	P
<b>Dígitos en Regresión PE</b>	Sin CC	13.50	3.60	0.387	0.702
	Con CC	13.00	3.65		

*p < .05 Diferencias significativas entre los grupos \**  
*PE: Puntuación estándar*

Sobre el análisis de la capacidad de **inhibición** de los participantes, se evaluaron las diferencias de los grupos al momento de cometer errores sobre las pruebas del TAVEC y de la clasificación de cartas del Wisconsin. Se analizaron las perseveraciones, intrusiones y falsos positivos que pudieron cometer los participantes (tabla 15). Se encontraron diferencias significativas sobre el número de intrusiones totales en la prueba de TAVEC entre los grupos ( $U=68.50$ ;  $p=0.024$ ) y de las perseveraciones cometidas en el WCST ( $U=71.00$ ;  $p=0.034$ ).

**Tabla 15.** Diferencias en las medidas de **inhibición** entre los grupos

	Grupo	M	DE	U de Mann	W de Wilcoxon	z	P
<b>Perseveraciones TAVEC</b>	Sin CC	4.61	4.85	92.50	263.50	-1.280	0.200
	Con CC	6.14	5.21				
<b>Intrusiones TAVEC</b>	Sin CC	1.17	1.65	68.50	239.50	-2.250	0.024 *

	Con CC	3.86	3.69				
<b>Falsos positivos TAVEC</b>	Sin CC	0.50	.70	103.00	274.00	-0.974	0.330
	Con CC	1.00	1.30				
<b>Perseveraciones WCST</b>	Sin CC	8.06	3.82	71.00	242.00	-2.123	0.034 *
	Con CC	12.43	6.17				
<b>Error sin P WCST</b>	Sin CC	3.94	3.31	80.50	251.50	-1.753	0.080
	Con CC	5.79	3.33				

---

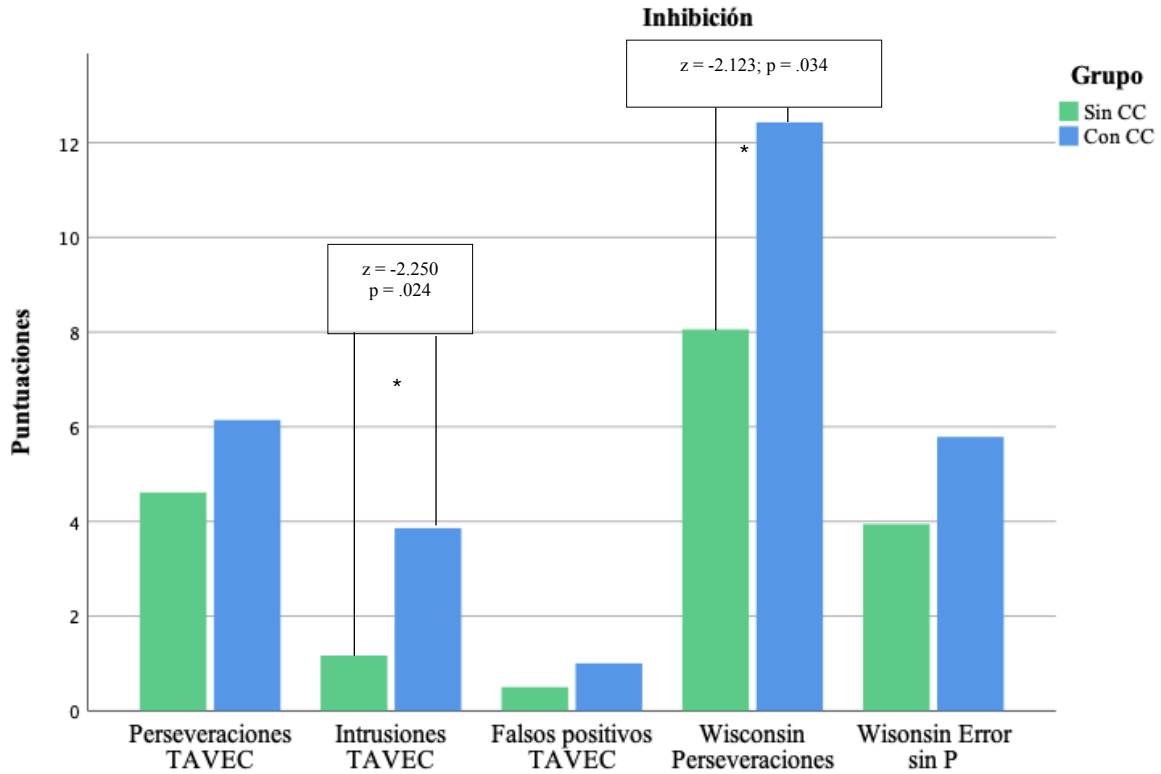
*p < .05 Diferencias significativas entre los grupos \**

*Errores sin P= errores no perseverativos de la prueba de cartas de Wisconsin*

*WCST: Wisconsin Card Sorting Test, prueba de cartas de Wisconsin*

Aunque no se encontraron diferencias significativas en el análisis de los demás tipos de error, como perseveraciones del TAVEC, falsos positivos del TAVEC y los errores sin perseveración del WCST, de manera cualitativa se puede observar que el grupo sin historial de conmoción cerebral tiende a tener menor cantidad de perseveraciones y falsos positivos (gráfica 8) en comparación con el grupo con historial de conmoción cerebral, presentando dificultades para hacer un análisis adecuado de la información aprendida.

**Gráfica 8.** Comparación entre grupos sobre las puntuaciones de **inhibición**



Al hacer el análisis de la capacidad de flexibilidad cognitiva se utilizaron las subpruebas de los aciertos del WCST (la capacidad para mantenerse y cambiar de estrategia) así como las perseveraciones (que indicarían lo opuesto a la flexibilidad, por lo que se esperan resultados inversos) se encontraron diferencias significativas en ambas subpruebas ( $U=74.00$   $p=0.047$ ;  $U=71.00$ ;  $p=0.034$ ) (tabla 16).

**Tabla 16.** Diferencias en las puntuaciones de **flexibilidad cognitiva** entre los grupos

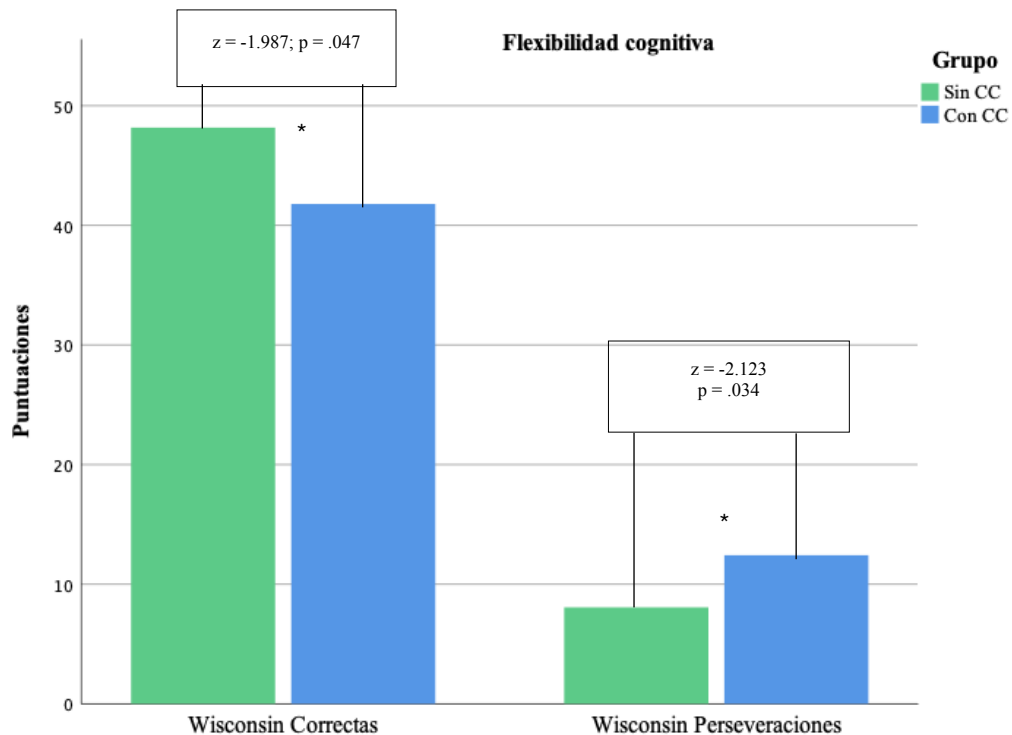
	Grupo	M	DE	U de Mann	W de Wilcoxon	z	P
<b>Aciertos WCST</b>	Sin CC	48.17	6.60	74.000	179.000	-1.987	0.047 *
	Con CC	41.79	9.12				

<b>Perseveraciones WCST</b>	Sin CC	8.06	3.82	71.000	242.000	-2.123	0.034 *
	Con CC	12.43	6.17				

*p < .05 Diferencias significativas entre los grupos \**  
*WCST: Wisconsin Card Sorting Test, prueba de cartas de Wisconsin*

Se observa que el grupo sin historial de conmoción cerebral tiene mayor cantidad de aciertos y menor cantidad de perseveraciones dentro de la prueba de WCST (gráfica 9), logrando mantener los criterios de clasificación y ajustando la respuesta cuando el contexto lo exige.

**Gráfica 9.** Diferencias en las puntuaciones de flexibilidad cognitiva entre los grupos



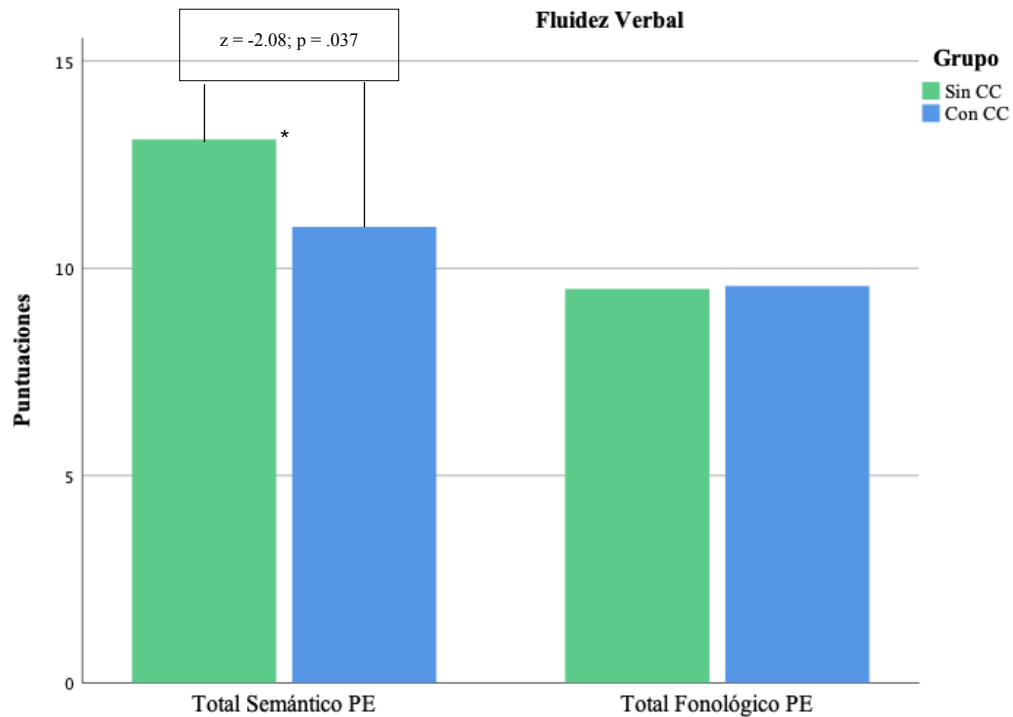
Al hacer el análisis de la **capacidad de fluidez verbal cognitiva** se utilizaron los resultados de las subpruebas de NEUROPSI de total semántico y total fonológico. Únicamente se encontraron diferencias significativas en el total semántico ( $z = -2.083$   $p = .0037$ ) (tabla 16). No se encontraron diferencias en el número de palabras en la fluidez fonológica (gráfica 10).

**Tabla 17.** Diferencias en las puntuaciones de **fluidez verbal** entre los grupos

	<b>Grupo</b>	<b>M</b>	<b>DE</b>	<b>U de Mann</b>	<b>W de Wilcoxon</b>	<b>z</b>	<b>p</b>
<b>Total semántico PE</b>	Sin CC	13.11	2.61	71.50	176.50	-2.08	0.037 *
	Con CC	11	3.65				
<b>Total fonológico PE</b>	Sin CC	9.50	2.74	117.0	288.00	-0.34	0.729
	Con CC	9.57	2.40				

*p* < .05 Diferencias significativas entre los grupos \*  
 PE: puntuación estandarizada

**Gráfica 10.** Diferencias en las puntuaciones de **fluidez verbal** entre los grupos



### Relación entre las fallas del funcionamiento cognitivo y el número de conmociones cerebrales

Se realizó un análisis con R de Pearson sobre los puntajes de las pruebas aplicadas y el número de conmociones cerebrales reportadas en el grupo con historia de CC (total=32; M=1.53; D.E= 2.38; valor máximo=10) para identificar si existe una relación entre el número de conmociones recibidas a lo largo de la práctica y las puntuaciones en la ejecución en las pruebas aplicadas. Se obtuvo una relación estadísticamente significativa en las pruebas del TAVEC, en el PASAT a los dos segundos (cuando hay mayor demanda por que hay mayor velocidad), y en los aciertos y perseveraciones del test de cartas de Wisconsin (tabla 18). Esto indicaría que a mayor número de conmociones reportadas a lo largo de la práctica de karate las puntuaciones en memoria audio verbal y en funciones ejecutivas (inhibición y flexibilidad) se verán mayormente afectadas.

**Tabla 18.** Correlación sobre el número de conmociones y los resultados de la evaluación neuropsicológica

Prueba	Subprueba	R Pearson	P
TAVEC	RLCP	-0.533	0.002 **
	RCLCP	-0.404	0.022 *
	RLLP	-0.614	0.000 **
	RCLLP	-0.458	0.008 **
	Intrusiones	0.194	0.287
PASAT 3'	Resp. Correctas	-0.223	0.219
	No respuestas	0.175	0.337
	Resp incorrectas	0.182	0.317
PASAT 2'	Resp. Correctas	-0.432	0.014 *
	No respuestas	0.322	0.072
	Resp incorrectas	0.179	0.328
WCST	Aciertos	-0.424	0.016 *
	Perseveraciones	0.48	0.005 **

<b>NEUROPSI</b>	Total semántico PE	-0.243	0.180
-----------------	--------------------	--------	-------

\*La correlación es significativa en el nivel 0.05 (bilateral)

\*\* La correlación es significativa en el nivel 0.01 (bilateral)

### **Diferencias entre sexos de los karatekas con y sin historia de conmoción cerebral en las pruebas neuropsicológicas**

Se realizó el análisis dentro del grupo de karatekas que reportaron historia de conmoción cerebral para analizar si había diferencias entre hombres y mujeres. Se analizaron las pruebas del TAVEC que tuvieron diferencias significativas. Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas entre hombres y mujeres dentro del grupo con historia de conmoción (tabla 19).

**Tabla 19.** Comparación entre hombres y mujeres de los resultados del TAVEC

<b>Grupo con historia de CC n= 14</b>					
	<b>Sexo</b>	<b>M</b>	<b>DE</b>	<b>t</b>	<b>p</b>
<b>RLI</b>	H	48.8	5.69	0.92	0.372
	M	45.25	8.38		
<b>RLCP</b>	H	10	1.76	1.25	0.233
	M	8.5	2.64		
<b>RCPCL</b>	H	11.6	2.31	0.67	0.515
	M	10.7	1.5		
<b>RLLP</b>	H	10.2	1.47	0.21	0.833
	M	10	1.82		
<b>RLPCL</b>	H	12	1.41	0.70	0.494
	M	11.25	2.63		
<b>Perseveración</b>	H	5.10	3.17	-1.20	0.252
	M	8.75	8.65		



<b>Intrusiones</b>	H	3.20	3.49	-1.05	0.312
	M	5.50	4.2		
<b>Falso positivo</b>	H	1.10	1.44	0.44	0.667
	M	0.75	0.95		

*RLI: recuerdo libre inmediato*

*RLCP: recuerdo libre a corto plazo*

*RCPCL: recuerdo a corto plazo con claves*

*RLLP: recuerdo libre a largo plazo*

*RLPCL: recuerdo a largo plazo con claves*

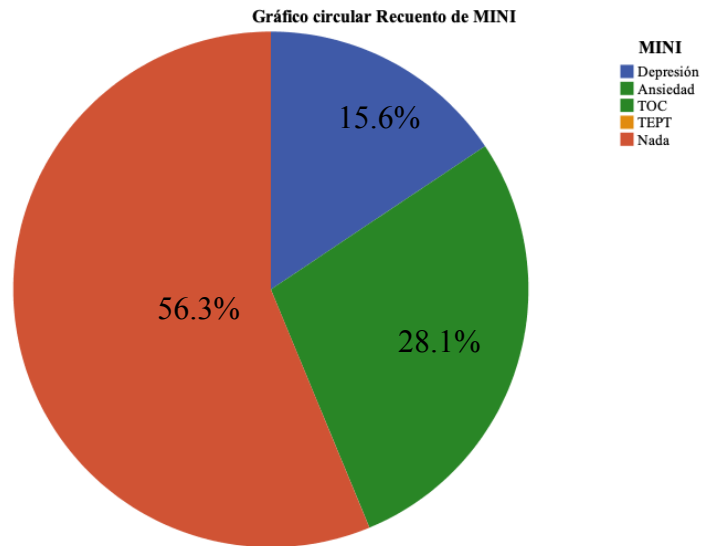
Al realizar el análisis dividiendo a la muestra por sexo y presencia de conmoción cerebral dentro de la prueba de la clasificación de cartas de Wisconsin (WCST), no se encontraron diferencias significativas en ninguna de las subpruebas entre hombres y mujeres del grupo con historia de conmoción cerebral (ver tabla 20).

**Tabla 20.** Comparación entre hombres y mujeres de los resultados del WCST

		<b>Con CC N=14</b>			
	<b>Sexo</b>	<b>M</b>	<b>DE</b>	<b>t</b>	<b>P</b>
<b>Correctas</b>	H	41.2	8.8	-0.367	0.720
	M	43.2	11.11		
<b>Perseveraciones</b>	H	13.1	6.29	0.628	0.542
	M	10.75	6.39		
<b>Error sin perseveraciones</b>	H	5.70	2.83	-0.146	0.886
	M	6	4.89		

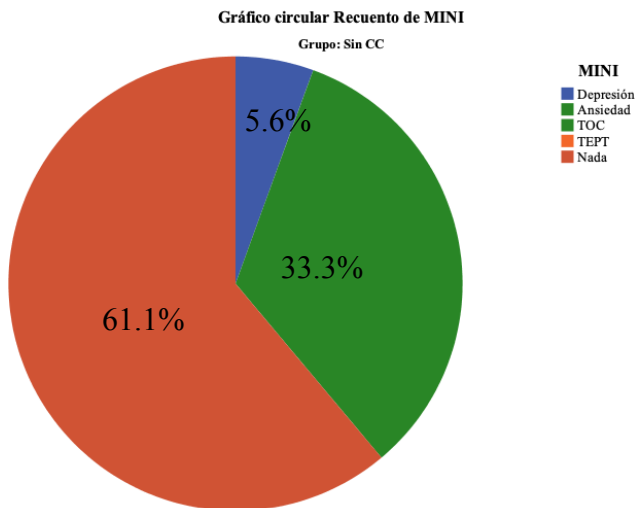
## Presencia de algún trastorno psiquiátrico del eje I en los karatekas de ambos grupos

### Resultados del MINI Entrevista Neuropsiquiátrica Internacional

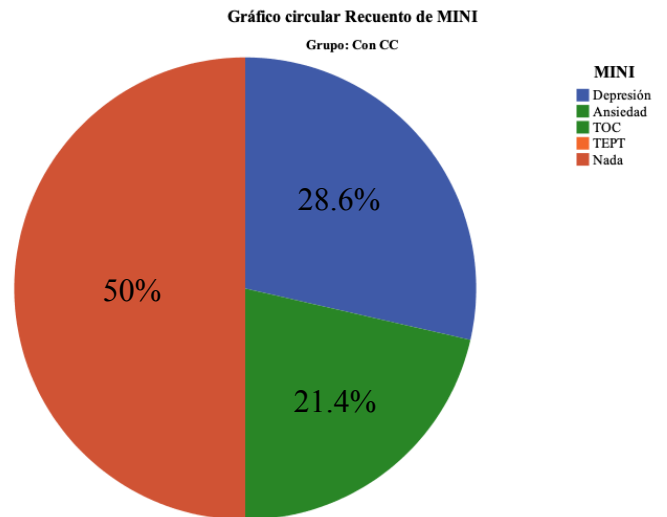


**Gráfica 11.** Resultados de la entrevista MINI de la muestra total N=32. Donde el 15.6% puntuaron dentro de un trastorno depresivo o sintomatología depresiva y el 28.1% dentro de un trastorno de ansiedad generalizada. Sin embargo, se debe tomar en cuenta el marco del confinamiento actual y que puede no relacionarse al deporte.

### Diferencias entre grupos en cuanto a la presencia de algún trastorno psiquiátrico del eje I



**Gráfica 12.** Resultados de la entrevista MINI para el grupo sin historia de conmoción cerebral. Donde el 5.6% puntuaron dentro de un trastorno depresivo o sintomatología depresiva y el 33.3% dentro de un trastorno de ansiedad generalizado.



**Gráfica 13.** Resultados de la entrevista MINI para el grupo con historia de conmoción cerebral. Donde el 28.6% puntuaron dentro de un trastorno depresivo o sintomatología depresiva y el 21.4% dentro de un trastorno de ansiedad generalizado. En comparación con el grupo sin conmoción hay más participantes que se encuentran con síntomas de depresión.

## Descripción del comportamiento y características psicológicas en torno al deporte de los karatekas

### *Resultados del cuestionario de características psicológicas relacionadas con el rendimiento deportivo (CPRD)*

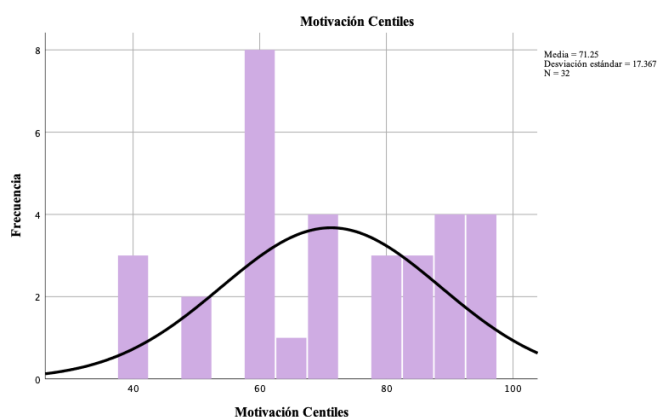
Se describen los resultados del cuestionario del total de la muestra (tabla 21) donde se observa que las puntuaciones más bajas se encontraron en las variables de habilidad mental y cohesión de equipo. Al comparar los resultados del cuestionario, en forma de centiles, únicamente se obtuvieron diferencias significativas en la variable de habilidad mental (habilidades psicológicas que pueden favorecer el rendimiento deportivo). En las gráficas 13 a 17 se describe la distribución de la muestra de acuerdo a los resultados del cuestionario.

**Tabla 21. Resultados del CPRD**

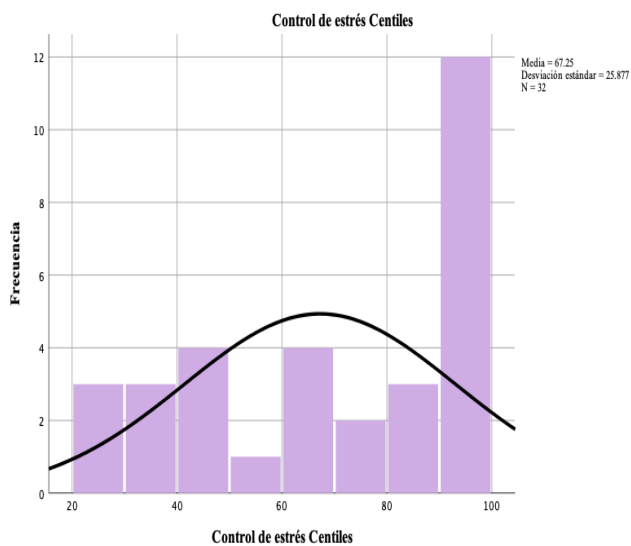
Escalas	Puntuaciones en Centiles		Puntuaciones Directas		Puntuaciones Normativas	
	Mediana	D.E	Media	D.E	Media	D.E
<b>Control de estrés</b>	72.50	25.8	55.37	12.3	46.16	7.6
<b>Influencia de la evaluación del rendimiento</b>	80	22.7	31.69	7.7	25.11	7.6
<b>Motivación</b>	70	17.36	22.41	3.3	19.59	5.06
<b>Habilidad mental</b>	65	26.7	23.22	4.6	21.16	4.6
<b>Cohesión de equipo</b>	45	26.4	18.38	3.04	18.48	4.3

**Tabla 22. Resultados del CPRD y diferencias entre medias de los grupos**

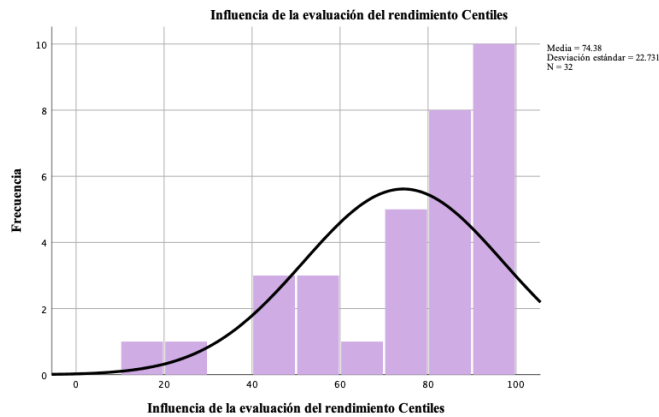
Escalas	Sin CC		Con CC		Diferencias	
	Media	D.E	Media	D.E	T	P
<b>Control de estrés</b>	65	26.73	70.14	25.41	-0.55	0.585
<b>Influencia de la evaluación del rendimiento</b>	75.94	20.63	72.36	25.83	0.437	0.665
<b>Motivación</b>	68.89	15.8	74.29	19.30	-0.86	0.392
<b>Habilidad mental</b>	54.44	26.78	78.79	20.24	-2.82	0.008 *
<b>Cohesión de equipo</b>	55.83	27.13	42.79	24.45	1.4	0.169



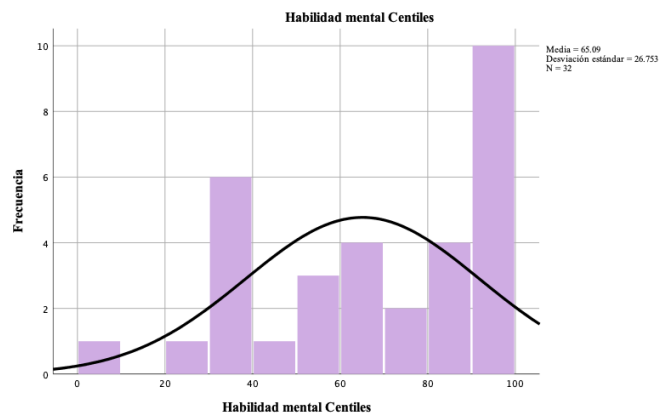
**Gráfica 13.** Dentro del factor de motivación, la muestra se encuentra en su mayoría dentro de los centiles 60-70. Esto indica una importancia moderada del deporte en relación con otras actividades y facetas de la vida del deportista.



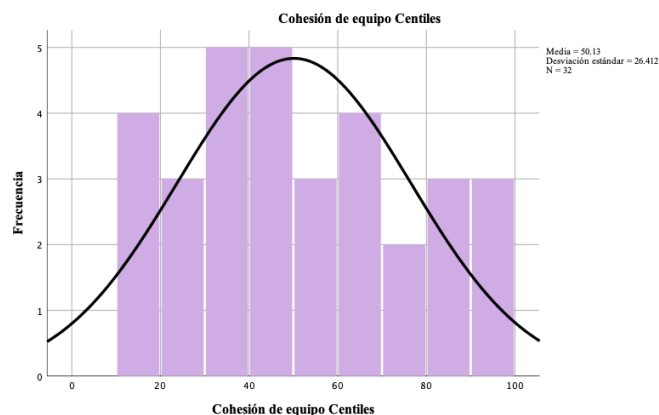
**Gráfica 14.** Dentro del factor de control de estrés, la muestra se encuentra en su mayoría dentro de los centiles 80 - 100, las puntuaciones altas indican que el deportista dispone de recursos psicológicos para controlar el estrés relacionado con su participación en competencias deportivas.



**Gráfica 15.** Dentro del factor de influencia de la evaluación del rendimiento, la muestra se encuentra en su mayoría dentro de los centiles 80 - 100, las puntuaciones altas indican una percepción de alto control del impacto de una evaluación negativa sobre su rendimiento que proviene de ellos mismos o de otros.



**Gráfica 16.** Dentro del factor de habilidad mental, la muestra se encuentra en su mayoría dentro de los centiles 90-100. Esto indica unas habilidades psicológicas altas que pueden favorecer el rendimiento deportivo, incluyendo: establecimiento de objetivos, análisis objetivo del rendimiento, ensayo conductual en imaginación, funcionamiento y autorregulación cognitivos



**Gráfica 17.** Dentro del factor de cohesión de equipo, la muestra se encuentra en su mayoría dentro de los centiles 20-50. Esto indica un interés moderado de integración del deportista en su equipo o grupo deportivo, abarcando los siguientes contenidos: relación interpersonal con los miembros del equipo y el nivel de satisfacción trabajando con los otros miembros del equipo.

## Discusión

La evidencia demuestra que la actividad física y los deportes aportan beneficios tanto cognitivos como emocionales a las personas (Orozco y Ruz, 2019). Sin embargo, dentro de los deportes de contacto existen altas probabilidades de recibir un impacto a la cabeza, que pueden tanto aminorar los beneficios como generar complicaciones de salud a largo plazo (Ortiz y Munguía, 2017). Dentro del karate, los golpes a la cabeza son comunes en los combates tanto a nivel profesional como amateur, ya que es un lugar puntuable dentro de las competencias.

De acuerdo con Arriaza y et al., (2016) las lesiones graves a la cabeza que conllevan traumatismos craneoencefálicos y conmociones cerebrales son más comunes dentro del karate amateur que en el karate olímpico ya que las reglas de competencia son menos severas para estos deportistas. Esto deja desprotegidos a los deportistas en sus entrenamientos y aquellos que participan en torneos nacionales, ya que, durante combates no internacionales, o entrenamientos, las regulaciones no son claras, no siempre hay médicos evaluando y monitoreando a los competidores, y las diferentes escuelas y estilos de karate se combinan en una sola. Aún permanece la pregunta sobre si combinar los diferentes estilos en una sola competencia, aumenta las tasas de lesión, aunado al hecho de que algunas lesiones no son detectadas a tiempo, o no son reportadas por los mismos deportistas, por lo que el manejo es inadecuado, conllevando distintas secuelas neurológicas y reflejando los perfiles neuropsicológicos observados en este trabajo, aprender a reconocer una posible lesión cerebral grave puede representar una oportunidad de recibir atención puntual y prevenir repercusiones a largo plazo (Nguyen, Fiest, Mcchesney, Kwon, Jette, Frolkis AD, et al., 2016).

De acuerdo con el reglamento de karate olímpico los competidores no requieren usar equipo protector como cascos, sin embargo, diversos estudios han demostrado que el uso de cascos en distintos deportes no tiene efecto en la incidencia de conmociones, sino que las características del propio deporte y las reglas aplicadas son las que tienen incidencia directa sobre el riesgo a recibir conmociones (Marshall et al., 2005). Dentro de la muestra de este trabajo, los karatekas que se encontraban en el grupo con historia de conmoción cerebral reportaron no usar equipo protector durante los combates en competencia, dos reportaron haberlo usado antes de cumplir los 18 años. Todos los participantes de ese grupo reportaron haber participado en al menos 5 competencias un año previo al confinamiento (tanto por equipos como

individual y full contact) y todos reportaron golpes a la cabeza con y sin pérdida de conocimiento, así como con y sin atención médica. La evidencia demuestra que una sola conmoción cerebral puede afectar de forma negativa el rendimiento cognitivo de los deportistas, teniendo secuelas no solo en su desempeño sino en tareas de la vida diaria (Mohanty, 2013). Por otro lado, los karatekas que se encontraban en el grupo sin historia de conmoción cerebral eran aquellos que competían únicamente en modalidad de kata y/o kata creativa (con armas), y que no reportaron haber recibido ningún golpe a la cabeza a lo largo de su práctica.

### ***Funcionamiento cognitivo en karatecas con y sin historial de conmoción cerebral***

De acuerdo con modelos animales, los efectos patofisiológicos de una única conmoción cerebral (dentro de los TCE leves) se disipan con el tiempo y los déficits cognitivos y conductuales mejoran y eventualmente desaparecen. Sin embargo, a pesar de la mejoría en la mayoría de los pacientes, hasta el 15% continúan con déficits neurológicos después de 12 meses (Iraji et al., 2016). Las CC repetidas inician respuestas celulares heterogéneas y complejas en el cerebro que contribuyen a la neurodegeneración cerebral y a las alteraciones del comportamiento (Ramos-Galarza, 2016). Cuando una persona está expuesta a múltiples CC, la severidad del daño aumenta de forma longitudinal, caracterizado especialmente por afectaciones hipocámpicas especialmente en los potenciales a largo plazo, disminución de la plasticidad del hipocampo y cambios en la inhibición y excitabilidad (Rawlings, Takechi, y Lavender, 2020); además del efecto directo en la microestructura de la materia blanca y pobre desempeño neurocognitivo en tests de memoria y velocidad de procesamiento lenta.

Las CCRD generalmente no presentan alteraciones neurológicas focales detectables fácilmente, incluso puede ocurrir un golpe en donde la TAC no evidencie ningún tipo de alteración a pesar de que se presenten síntomas característicos de una CC. Estos golpes se caracterizan por síntomas tenues que en muchas ocasiones los deportistas minimizan para no abandonar la competencia. Estas alteraciones son funcionales y no estructurales, por lo que el diagnóstico debe hacerse con una evaluación neuropsicológica clínica, ya que se fundamenta en signos y síntomas, es interpretable de acuerdo con el contexto y características del deportista (Ortiz y Munguía, 2013; McKee et al., 2019; Tsushima et al., 2018). Este resultado ya ha sido reportado en diversos estudios sobre todo cuando es la primera vez que ocurre una CC, ya que

los daños en el cerebro suelen ser evidentes después de repetidas conmociones (Maruta, et al., 2016).

Aunque dentro del presente estudio no se contó con estudios de imagen, las pruebas neuropsicológicas permiten hacer una aproximación al funcionamiento cerebral (Echemendia et al., 2013). La prueba que mejor permitió discriminar entre los dos grupos fue el Test de Aprendizaje Verbal España-Complutense (TAVEC). El rendimiento de los participantes con historia de CC fue significativamente inferior al observado en el grupo de participantes sin historia de CC en la capacidad de aprendizaje y la memoria verbal inmediata y diferida.

Estos resultados denotan una disminución en el desempeño de la recuperación de la información a corto y largo plazo, una curva de aprendizaje deficiente y menor capacidad de inhibir respuestas (debido a la presencia de perseveraciones e intrusiones), en comparación con el grupo sin historia de CC. Este desempeño se relaciona con una probable disfunción en conexiones frontotemporales y regulación frontosubcortical, que se muestran en fallas autoregulatorias y de control atencional (Chen y d'Esposito, 2010 y Stuss, 2011).

Estos indicadores de atención incluyen un componente ejecutivo puesto que requieren memoria de trabajo e inhibición para funcionar adecuadamente. En conjunto representan los resultados que describen la presencia de déficits cognitivos sutiles en este grupo de pacientes (Williams, Potter, y Ryland, 2010).

### *Atención*

Dentro de la evaluación de la atención se deben tomar en cuenta todos los tipos, por lo que se pretendió evaluar la atención sostenida, selectiva y dividida (Drake y Harris, 2008; Cohen, 2014). Los participantes en el grupo con historia de CC tuvieron puntuaciones significativamente menores en la capacidad de atención selectiva, teniendo dificultad para elegir el estímulo relevante lo que también requiere de capacidades de inhibición. Además, este grupo tuvo dificultades para mantener la atención por largos periodos de tiempo, en comparación con el grupo sin historia de CC. Evidenciando no solo fallas en la atención sostenida, sino también en el control ejecutivo de la atención que se requiere para mantener la atención y concentración en el estímulo relevante (Pelegrín, Fernández, Tirapu y Muñoz-Céspedes, 2001; Perea-Bartolomé, Ladera- Fernández y Morales-Ramos, 2002; Stuss, 2011; Quijano y Cuervo, 2011).



Además, se presentaron fallas en la atención ejecutiva, que permite modular los esfuerzos cognitivos para poder mejorar el registro. Los participantes obtuvieron diferencias significativas en la atención ejecutiva lo que impide que puedan orientar su esfuerzo cognitivo hacia la información nueva. Aunque no se evaluó directamente, de forma clínica se observó que el grupo con historia de CC tenía fluctuaciones en la atención y concentración, generando dificultades para comprender las instrucciones desde la primera vez que se les daban y para darse cuenta de sus propios errores.

### *Memoria*

La literatura sugiere que las CC tienen alteraciones que repercuten principalmente en la capacidad de memoria a largo plazo. Específicamente en la memoria audio verbal, consolidación de la huella de memoria, estabilidad de la curva de aprendizaje y estrategias de recuperación utilizadas (Ariza et al., 2004; Williams, Potter y Ryland, 2010).

La muestra de participantes con historia de conmoción cerebral obtuvo puntajes significativamente menores para la memoria a largo plazo de tipo audio verbal. Esto debido, principalmente, a las estrategias de organización utilizadas durante la fase de registro, en donde no agruparon de forma semántica generando mayor esfuerzo cognitivo para el aprendizaje por lo que el registro se veía alterado y posteriormente la recuperación.

Aunque no se obtuvieron diferencias significativas en cuanto a la curva de aprendizaje de ambos grupos, se observa una tendencia a una curva plana por parte de los participantes con historia de CC. Estos resultados son congruentes con las investigaciones en atletas que practican otros deportes donde se ha reportado una afectación mnésica verbal sustentada en una atrofia hipocampal izquierda (Wall, Williams, Cartwright-Hatton, Kelly, Murray, Owen, y Turner, 2006; Williams, Potter y Ryland, 2010; Gerdner, et al., 2014).

Al aplicar el TAVEC, para formar una curva de aprendizaje se debe leer la lista de palabras 5 veces. A partir del ensayo tres los participantes con historia de CC mantuvieron el número de palabras igual, sin codificar información nueva. Por otro lado, aquellos en el grupo sin historia de CC siguieron codificando información a través de los ensayos. Únicamente en la primera evocación de la lista de palabras (memoria inmediata) los rendimientos son similares entre ambos grupos. Los participantes con historia de CC no utilizaron estrategias semánticas o seriales para organizar la información dentro de la codificación, lo que dificulta el aprendizaje de

nueva información. En el uso de estrategias no hubo diferencias estadísticamente significativas, sin embargo, se observa una tendencia del grupo sin historia de CC a utilizar estrategias semánticas, facilitando la codificación y recuperación de la información. Bailes et al., (2013) denotan que los pacientes sanos tienden a utilizar estrategias semánticas para organizar la información, mientras que sujetos que han padecido un TCE tienden a utilizar estrategias seriales o ninguna.

Stuss, et al. (1985) observaron que pacientes con TCE que aparentemente tienen una buena recuperación sin déficits neurológicos y cognitivos obvios, presentaban problemas en la evocación demorada del material cuando son evaluados 5 meses después del TCE, por lo que evaluar a los atletas a lo largo del tiempo y después de una intervención también se vuelve necesario. Además, existe una relación entre el número de conmociones y el desempeño en las pruebas de memoria, donde a mayor número de conmociones habrá un peor desempeño en las pruebas (Stuss et al., 1985; Quijano y Cuervo, 2011).

### *Funciones ejecutivas*

Además de alteraciones en la memoria y la atención, las CC también tienen repercusiones sobre las funciones ejecutivas. Los participantes con historia de conmoción cerebral tuvieron diferencias significativas en cuanto a los errores que se pueden cometer dentro de las pruebas, como las perseveraciones e intrusiones. Durante la recuperación libre, los participantes de este grupo tendían a hacer contaminaciones (mencionar palabras que no se encontraban dentro de la lista de aprendizaje o en la lista de interferencia), sin embargo, su desempeño mejoró al utilizar la lista de reconocimiento, lo que sugiere que se trata de un error en la organización y acceso a la información aprendida y no a la capacidad de discriminar la información. Sugiriendo que el grupo con historia de CC tiene dificultades en el acceso a la información nueva y el uso de estrategias, pero no al crear la huella de memoria ya que pueden compensar con el uso de claves y reconocimiento.

En un estudio hecho por Radoi et al., (2018), donde compararon un grupo control con un grupo con TCE-L, encontraron que el desempeño de los pacientes fue significativamente más bajo que en los controles en el aprendizaje de memoria verbal inmediata y a largo plazo, con un efecto de ( $r > 0.3$ ). Los pacientes también puntuaron significativamente más bajo que los controles

para tres indicadores: span de memoria de trabajo, dígitos, y perseveraron en números en la prueba de desempeño continuo. Estos resultados apuntan hacia la hipótesis de la afectación de la atención y las funciones ejecutivas (debido al papel de la memoria de trabajo en la inhibición) que se encuentran afectadas incluso semanas después de un TCE-L.

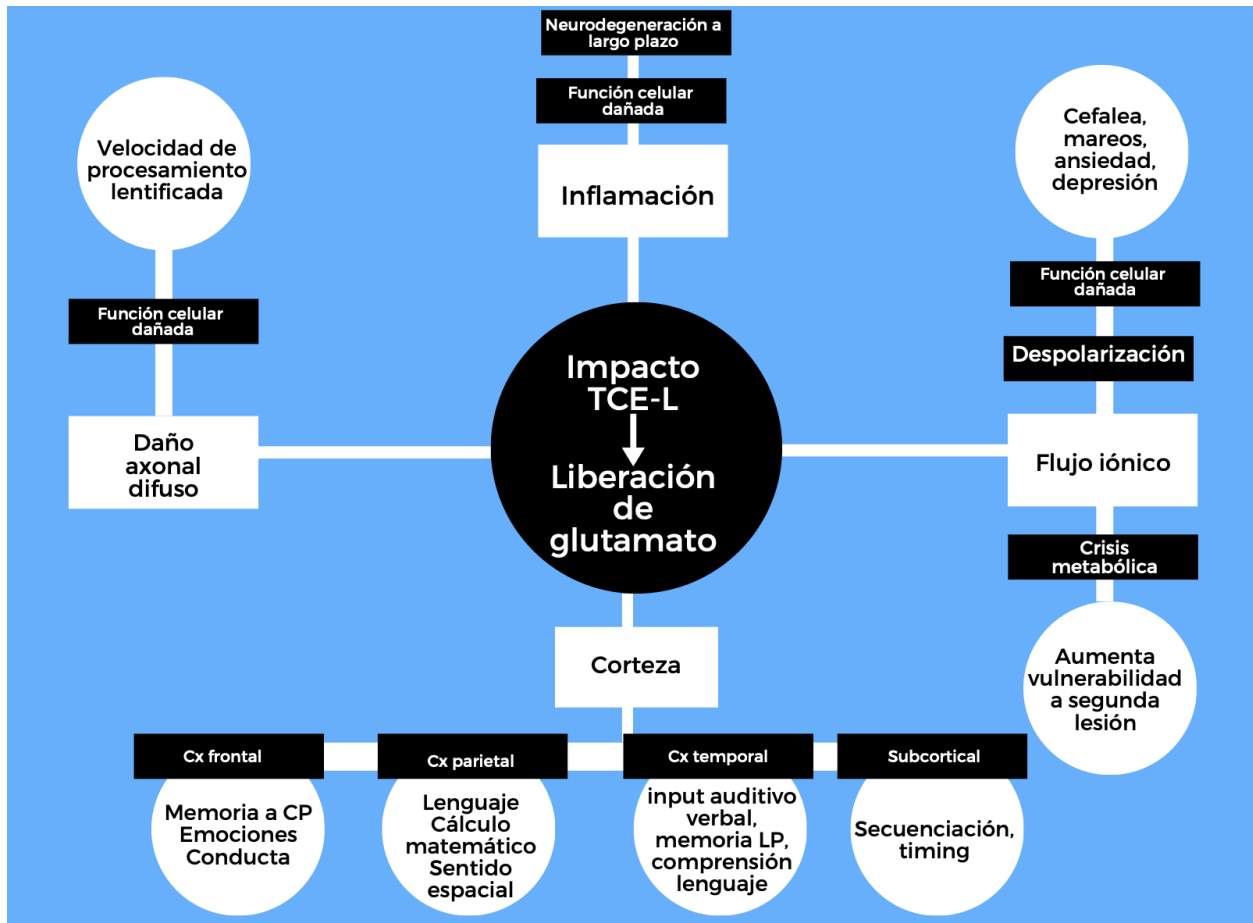
Estos pacientes, después de 1-2 semanas de un TCE-L, continúan teniendo síntomas post conmocionales, por lo que el manejo común de generalmente darlos de alta sin seguimiento puede no ser lo indicado en todos los casos. Se requiere una evaluación y seguimiento neuropsicológico que puede proveer de información en las alteraciones que pueden presentar y brindar las recomendaciones adecuadas para prevenir CC múltiples (Radoi et al., 2018).

Aunque las alteraciones en las funciones ejecutivas se han descrito en mayor medida en TCE moderado o grave, en este estudio se encontraron alteraciones en las funciones ejecutivas (NEUROPSI y WCST), lo cual indica que la severidad de la lesión no determina necesariamente las características neuropsicológicas del cuadro. Además, las personas con una o más CC se caracterizaron por una lentificación velocidad de procesamiento y una capacidad de inhibición menor provocando mayor cantidad de errores al momento de discriminar la información e inhibir conductas no adecuadas al medio. Esto también se relaciona con la disminución en la capacidad de memoria ya que la velocidad del procesamiento se altera y se ve afectado el registro de nueva información y el desempeño puede disminuir dependiendo del número de conmociones que han padecido a lo largo del tiempo.

Al analizar todos los resultados de los participantes se puede hacer una hipótesis anatómico funcional sobre los hallazgos encontrados en la presente investigación. En general, el grupo con historial de CC presenta dificultades para la recuperación de información audio verbal tanto a corto plazo como a largo plazo, además presentan dificultades emocionales (en cuanto a estabilidad laboral y relaciones interpersonales). Presentan alteraciones en la capacidad de inhibición relacionadas con baja habilidad atencional. La liberación de glutamato después de un solo impacto (o liberación constante después de impactos múltiples) provoca inflamación que a su vez desata una crisis metabólica que tiene asociados síntomas relacionados a la velocidad de procesamiento y comunicación neuronal eficaz. Esto permite hipotetizar sobre la alteración en

vías fronto temporales y el circuito subcortical-temporal-frontal, involucrados en el uso de estrategias y organización de la información nueva para recuperarla, así como la atención. Esta información se integra con el mecanismo neurofisiológico de la CC para explicar las características cognitivas encontradas (ver figura 10).

**Figura 10. Integración anatómico funcional**



***Relación entre las fallas del funcionamiento cognitivo y el número de conmociones cerebrales***

Anualmente, 20% de atletas juveniles sufren una CC, lo que indica alteraciones en un cerebro adulto, sin embargo, se debe considerar que la mayoría de estos deportistas inician su práctica en promedio a los 6 años y llevan un tiempo de práctica promedio de 15 años, esto aumenta la posibilidad de sufrir CC repetidas e incluso ser subreportadas a lo largo de la vida del atleta. Las lesiones sufridas en etapas tempranas del desarrollo tienen consecuencias más globales en el desempeño cognitivo de los atletas, en comparación con las lesiones sufridas en la

edad adulta (Orozco y Ruz, 2019; Londoño et al., 2018; Quintana, 2016; Niemann et al, 2014; Abarca, 2011; Zec et al., 2001).

La muestra de este estudio coincide con los datos de la literatura, reportando una práctica promedio de 16 años y habiendo iniciado en la infancia temprana (alrededor de los 5- 7 años). Iniciar la práctica del deporte de contacto antes de los 12 años de edad tiene repercusiones a largo plazo, especialmente sobre los dominios de memoria y atención (Alosco, et al., 2017; Ramalho y Castillo, 2015). Si se comienza una práctica deportiva temprana, los golpes repetidos en la cabeza pueden alterar la estructura del cerebro sobre todo si ocurren en periodos críticos del desarrollo, como el que ocurre entre los 5 y 14 años de edad donde el cerebro sufre una maduración sustancial sobre todo en los hombres donde el cerebro sufre una maduración sustancial en los hombres, alterando la mielinización correcta y generando alteraciones. Los golpes repetidos en la cabeza durante el desarrollo neurológico pueden interrumpir la maduración cerebral normal y aumentar la vulnerabilidad a tener alteraciones a largo plazo, especialmente si se continúa con la práctica del deporte (Guskiewicz, et al., 2013; Stamm, et al., 2015; Lebel, et al., 2008; Shaw, et al., 2006).

Al analizar la correlación sobre los puntajes de las pruebas aplicadas y el número de conmociones cerebrales en el grupo de karatekas con historia de conmoción cerebral, se encontró que en todas las subpruebas del TAVEC, hay una relación fuerte en cuanto al número de conmociones en la historia de los karatekas y el desempeño en las tareas. Especialmente en el recobro de información libre a corto y largo plazo, indicando que a mayor número de conmociones reportadas a lo largo de la práctica de karate se presentan mayores dificultades en la codificación y recuperación de información audio verbal.

Por otro lado, en la subprueba de PASAT cuando se presentó a los 2 segundos, lo cual requiere mayor velocidad de procesamiento, atención y hay mayor demanda cognitiva, se obtuvo una relación estadísticamente significativa en el número de respuestas correctas dentro de la prueba y el número de conmociones. Y finalmente, tanto en el número de aciertos como en el número de perseveraciones se obtuvieron relaciones significativas. Estos resultados tiene

impacto a largo plazo ya que en un estudio de Manley et al (2017) se concluyó que los jugadores de fútbol con más de 3 CC durante su carrera tenían 5 veces más riesgo de padecer un diagnóstico de deterioro cognitivo leve después de los 50 años, en comparación con quienes no tenían historia de CC (Manley et al., 2017).

### ***Diferencias entre sexo de los karatekas con y sin historia de conmoción cerebral en las pruebas neuropsicológicas***

La CC repetida es común dentro del contexto deportivo. Sin embargo, se sabe poco acerca de los efectos a largo plazo tanto de la CC única como de la repetida, y de la influencia de distintos factores como edad, sexo y enfermedades subyacentes. Los TCE son la tercera causa de mortandad en México y es una variable que ha sido asociada al sexo, presentándose más predominantemente en hombres (Ramalho y Castillo, 2015; Carreón-González, 2017). Esto puede sugerir que el sufrir una CC también se pueda asociar al mismo factor. Sin embargo, el karate, es un deporte popular entre mujeres jóvenes y aún no se ha investigado si hay más riesgo de conmoción en categorías femeninas o masculinas (Arriaza, et al., 2016).

Dentro de la investigación de la CC se ha asociado el tiempo de la recuperación a distintos factores como la edad, siendo más lenta en personas con más de 40 años, al género, teniendo recuperación más rápida las mujeres, a la historia de CC previas y a problemas emocionales previos (Martínez, 2014; Leddy, Sandhu, Sodhi, Baker y Willer, 2012).

Aunque en la literatura aún no existan datos que hablen directamente sobre las diferencias entre sexo, algunos datos sugieren que es una variable asociada (Covassin et al., 2003; Wall et al., 2006). De acuerdo con el análisis hecho en este estudio, no se encontraron diferencias de acuerdo con el sexo en cuanto al desempeño neuropsicológico dentro de la valoración como consecuencia de una o múltiples CC. Esto puede deberse a que las reglas de competencia para hombres y mujeres son las mismas, los equipos y áreas puntuables no cambian entre categorías e incluso existen categorías mixtas (como el combate por equipos).

### ***Trastornos psiquiátricos del eje I en karatekas***

Es importante que las evaluaciones incluyan no sólo la esfera cognoscitiva, sino que también se incluya el impacto emocional, funcional, social, laboral y familiar que conlleva este padecimiento para conocer todas estas variables permitirá un acercamiento a la problemática que enfrentan estos pacientes. En la medida en que se tenga una mejor caracterización, se tendrán programas de rehabilitación más ajustados a su realidad y necesidades.

Además de las dificultades cognitivas, dentro de las personas con historia de conmoción cerebral, la literatura reporta dificultades laborales, sobre todo en mantenimiento del empleo y dificultades para relacionarse, debido a las fallas en inhibición y labilidad emocional y presencia de depresión o síntomas depresivos (Leddy, Sandhu, Sodhi, Baker y Willer, 2017). De acuerdo con lo reportado, los participantes con historia de CC mencionaban dificultades laborales y en sus relaciones de pareja. Cinco reportaron haber cambiado de empleo más de 3 veces en el último año (independientemente de la situación de la pandemia por COVID-19) y 7 reportaron no poder mantener una relación de pareja, además dos participantes reportaron dificultades y abandono académico.

Por otra parte, el 28.6% del grupo con historia de CC puntuó dentro de síntomas depresivos y el 21% dentro de síntomas ansiosos, aunque se debe tener precaución al interpretar estos datos pues hay que considerar el contexto de la pandemia mundial (COVID-19) que se ha reportado provoca la presencia de estos mismos síntomas. A pesar de ellos, también se debe recordar que otros estudios han reportado fallas en la regulación emocional en este grupo que repercuten sobre sus relaciones laborales y sociales (Nguyen, Fiest, Mcchesney, Kwon, Jette, Frolkis, et al., 2016; Carreón-González, 2017).

Los problemas conductuales reportados pueden asociarse con las dificultades cognitivas resultantes de la CC, ya que la organización deficiente de la información impacta negativamente en la conducta, aunado a los déficits en el ajuste de las respuestas y el uso de estrategias conforme el ambiente cambia, lo que ejemplifica fallas en el funcionamiento ejecutivo, que a su vez dificultan la adaptación y mantenimiento socioafectivo, repercutiendo en general en la calidad de vida de las personas con CC.

En el presente estudio, ninguno de los pacientes han participado en programas de rehabilitación cognitiva, por lo que se puede hipotetizar que estas dificultades pueden mejorar después de una intervención adecuada.

### ***Comportamiento y características psicológicas en los karatekas***

El cuestionario de características psicológicas relacionadas con el rendimiento deportivo (CPRD) permite explorar las creencias del deportista en cuanto a su propio rendimiento y habilidades. En general los deportistas de ambos grupos se auto calificaron en el rango alto de las cinco dimensiones del cuestionario. Sin embargo, existieron diferencias significativas en la escala de habilidad mental, en donde el grupo con historial de conmoción cerebral tuvo las puntuaciones más altas, lo que podría indicar una sobre estimación de las propias habilidades y dificultades para el ajuste de las decisiones dentro de los contextos, que estaría directamente influenciado por la capacidad de las funciones ejecutivas discutida anteriormente.

La epidemiología de las CCRD dentro del boxeo o el hockey se han estudiado ampliamente, sin embargo, debido a la falta de homogeneidad en los distintos estilos de karate la incidencia aún no se define adecuadamente. Se ha propuesto una incidencia de un porcentaje entre .9 y 5.5% de CC del número total de lesiones, sin embargo no ha sido ampliamente estudiado. Para poder establecer guías adecuadas basadas en evidencia y específicas al deporte, es importante tener información sobre la magnitud, y causas de la conmoción dentro de este deporte en específico (Fuller, 2007; Arriaza, 2016).

Este estudio subraya la necesidad del seguimiento y monitoreo de los pacientes con una CC, particularmente en contextos deportivos, donde la prevalencia y la CC repetida son altas. Y de acuerdo a los hallazgos, las CC pueden no ser el estado leve y transitorio que se ha sugerido.



## Conclusiones

En conclusión, los resultados de la valoración neuropsicológica indican que al comparar participantes karatekas que han presentado una o varias CC a lo largo de su práctica con un grupo de karatekas que no ha presentado ninguna CC, se encuentran puntuaciones bajas en tareas de memoria y de atención ejecutiva, indicando diferencia estadísticamente significativa en el funcionamiento cognitivo en estas áreas de la muestra con historia de CC.

El registro estructurado de la sintomatología posconmocional y la evaluación neuropsicológica aportan información muy relevante sobre las alteraciones que estos pacientes pueden presentar, incluso sin haber recibido atención médica oportuna. El grupo de karatekas sin historial de CC se caracteriza por mantener un perfil cognitivo dentro de lo esperado para su edad y escolaridad. Son capaces de recordar mayor cantidad de palabras durante las pruebas que evalúan el recuerdo libre y el recuerdo inmediato total, por lo que mantienen de forma adecuada la capacidad de atención ejecutiva y codificación. Este grupo tiene una tendencia a presentar una curva de aprendizaje ascendente, como se esperaría en una persona sin alteraciones.

Por otro lado, el grupo de karatekas que reportó haber tenido una o más CC a lo largo de su práctica deportiva se caracterizó por déficits en atención sostenida, específicamente en el mantenimiento de la atención que se involucra con un control ejecutivo de la misma. Presenta una tendencia a fluctuaciones durante el mantenimiento de la concentración, fallas para inhibir estímulos no relevantes, para identificar y centrarse en el estímulo objetivo, lo que disminuye su capacidad de ejecución.

Estos resultados, denotan disminución en el desempeño de la recuperación de la información a corto y largo plazo, una curva de aprendizaje deficiente y una capacidad de inhibir, automonitorear e identificar errores deficientes en comparación con el grupo sin historia de CC. Además de dificultades para el uso adecuado de estrategias y organización de la información que dificulta la recuperación de esta, pero no de la formación de la huella mnésica. El déficit

principal se encuentra en el acceso de forma libre a la información aprendida. Esta dificultad en organización y acceso tiene como consecuencia una curva de aprendizaje más tendiente hacia lo plano.

Estos resultados muestran que recibir una sola CC tiene repercusiones en el desempeño cognitivo de los atletas, y que las CC repetidas se asociaron con un peor desempeño neuropsicológico, teniendo efectos directos en el funcionamiento ejecutivo, incluyendo la inhibición, atención y concentración.

Por ello, se sugiere que los deportistas que realizan este tipo de deportes de contacto requieren una evaluación neuropsicológica acertada que permita identificar adecuadamente los déficits cognitivos a nivel clínico y una intervención que permita la compensación o rehabilitación de los déficits identificados (se integra una propuesta de intervención en los anexos).

#### *Limitaciones y sugerencias*

La presente investigación tuvo una finalidad descriptiva, comparativa y correlacional. Se pudo comparar con un grupo sin historia de CC y se tomaron en cuenta las conmociones reportadas por los participantes para hacer una correlación en cuanto al número y el rendimiento cognitivo. Sin embargo, para poder realizar afirmaciones más contundentes sobre lo que se observa en los karatekas con historia de conmoción cerebral se sugiere que además de realizar el conteo general de las conmociones recibidas, también es importante llevar un registro sobre el tiempo que ha transcurrido entre cada una de ellas y entre la última y el momento de la valoración neuropsicológica.

Una de las principales limitaciones del estudio es el periodo corto de seguimiento. Después de una CC los síntomas podrían persistir durante meses después del traumatismo o incluso, en algunos aspectos, hacerse permanentes. Esto implica la necesidad de extender el periodo de

seguimiento de los participantes. También es probable que algunos atletas puedan no reportar la realidad de sus lesiones, como resultado de una educación deficiente acerca de los síntomas que se pueden esperar o de un subreporte debido al temor de las repercusiones por lesión.

Aunque la evidencia sugiere que la evaluación neuropsicológica a distancia utilizando la VC presenta la misma validez que una evaluación cara a cara, la limitante de la VC es la dificultad para realizar una evaluación de el funcionamiento y habilidades de visoconstrucción y algunas praxias, que también se han reportado en la literatura como un déficit común posterior a una CC. Por esto, se sugiere una evaluación complementaria cara a cara o mejorar la infraestructura que permita una evaluación con VC más compleja, como por ejemplo utilizar más de una cámara del lado del participante que permita observarlo desde muchos ángulos y hacer ver su rendimiento motor, y el model enviar material que requiera para la valoración a su domicilio y así integrar estos aspectos a la evaluación.

Finalmente, hay información valiosa que puede recabarse en reportes que se hagan con familiares o los entrenadores de los atletas que puede complementar la información del autoreporte y mejorar la precisión de la recabada de datos sobre la historia de la conmoción y sobre su estado emocional y socio afectivo.

## Referencias

- American Psychiatric Association. (1998). Telepsychiatry Via Videoconferencing. American Psychiatric Association Reference Document No. 980021. Washington, DC: APA.
- American Telemedicine Association (2009). Practice guidelines for videoconferencing-based telemental health. Recuperado en marzo, 2020, de <https://ucarecdn.com/794156da-cdd2-4b5c-bf2d-d22be5cdb63c/-/inline/yes/>
- Alosco, M., Kasimis, A., Stamm, J., Chua, A. Baugh, C., Daneshvar, D., Stern, R. (2017). Age of first exposure to American football and long-term neuropsychiatric and cognitive outcomes. *Translational Psychiatry*, 7(9), 1236. doi:10.1038/tp.2017.197
- American Psychological Corporation (2018). Society for Clinical Neuropsychology. Recuperado de <https://www.apa.org/about/division/div40.aspx>
- Arango, J.C., Premuda, P., y Marquine, M.J. (2006). Rehabilitación cognitiva en personas con traumatismo craneoencefálico. En *Rehabilitación Neuropsicológica* (pp 117-144). Manual Moderno
- Ardila, A., y Ostrosky, F. (2012). Guía para el diagnóstico neuropsicológico. Florida: American Board of Professional Neuropsychology.
- Arnett, P., Guty, E., Bradson, M. (2017). Bulletin National Academy of Neurophychology, 31(2), 727. Recuperado de: [https://www.nanonline.org/nan/Professional\\_Resource/Telehealth\\_Resource/NAN/\\_ProfessionalResources/Telehealth\\_Resource.aspx?hkey=7414d46d-46f2-4cd2-a4a6-29096996f802](https://www.nanonline.org/nan/Professional_Resource/Telehealth_Resource/NAN/_ProfessionalResources/Telehealth_Resource.aspx?hkey=7414d46d-46f2-4cd2-a4a6-29096996f802)
- Arriaza, R. y Abarca, B. (2016). Conmoción cerebral en el karate deportivo: disminución en la frecuencia en los campeonatos mundiales de karate. *Revista Chilena de Neurocirugía* 42(1): 12-14
- Arriaza, R., Cierna, D., Regueiro, P., Inman, D., Roman, F., Abarca, B., Saavedra, M. A. (2016). Low risk of concussions in top-level karate competition. *British Journal of Sports Medicine*, 51(4), 226–230.
- Arriaza, R., Leyes, M., Zaeimkohan, H., y Arriaza, A. (2009). The injury profile of Karate World Championships: new rules, less injuries. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 17(12), 1437 doi: 10.1007/s00167-009-0856-3

- Ariza, M., Pueto, R., y Serra, J. (2004). Secuelas neuropsicológicas de los traumatismos craneoencefálicos. *Servicio de publicaciones de la universidad de Murcia* 20(2): 303-316.
- Augustovicova, D., Reidar P. L., y Arriaza, R. (2019) Time-Loss Injuries in Karate: A Prospective Cohort Study of 4 Consecutive World Karate Championships. *The Ortheopaedic Journal of Sports Medicine* 7(8) doi: 10.1177/2325967119865866
- Ball, C., y Puffett, A. (1998). The assessment of cognitive function in the elderly using videoconferencing. *Journal of Telemedicine and Telecare*, 4(1\_suppl), 36-38.
- Bailes, J., Petraglia, A., Omalu, B., Nauman, E., Talavage, T., (2013). Role of subconcussion in repetitive mild traumatic brain injury. *Journal of Neurosurgery*. 119, 1235–1245.
- Baugh, C., Stamm, J., Riley, D., Gavett, B., Shenton, M., Lin, A., Nowinski, C., Cantu, R., McKee, A., Stern, R. (2012). Chronic traumatic encephalopathy: neurodegeneration following repetitive concussive and subconcussive brain trauma. *Brain Imaging Behaviour* 6, 244–254.
- Broglio, S., Eckner, J., Paulson, H., Kutcher, J., (2012). Cognitive decline and aging: the role of concussive and subconcussive impacts. *Exercise of Sports Science. Review*. 40, 138–144.
- Bonilla-Santos, González-Hernández, Amaya-Vargas, Ríos-Gallardo, (2016). Resultados de un programa de rehabilitación neurocognitiva en pacientes con secuelas de trauma craneoencefálico. *Revista Chilena de Neuropsiquiatría*, 54(2),113-122.
- Blázquez, J., González, B., y Paúl-Lapedriza, N. (2010) Evaluación neuropsicológica. En J. Tirapu, M. Ríos, y F. Maestú, Manual de Neuropsicología. Barcelona: Viguera
- Boake, C. (2002). From the Binet-Simon to the Wechsler-Bellevue: Tracing the history of intelligence testing. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 24, 383–405. [doi:10.1076/jcen.24.3.383.981](https://doi.org/10.1076/jcen.24.3.383.981).
- Browndyke, J. N. (2005). Ethical challenges with the use of information technology and telecommunications in neuropsychology, Part I. *A casebook of ethical challenges in neuropsychology*, 179-189.

- Bush, S., Naugle, R., y Johnson-Greene, D. (2002). Interface of information technology and neuropsychology: Ethical issues and recommendations. *The Clinical Neuropsychologist*, 16(4), 536-547.
- Cantu, R. (2001). Posttraumatic Retrograde and Anterograde Amnesia: Pathophysiology and Implications in Grading and Safe Return to Play. *Journal of Athletic Training*, 36(3), 244-248.
- Carreón-González H. (2017). Repercusión social en la persona con traumatismo craneoencefálico. *Revista de Enfermería del Instituto Mexicano del Seguro Social*, 25(2),133-8.
- Charry, J., Cáceres, J., Salazar, A., López, L. y Solano, J. (2017). Trauma craneoencefálico. Revisión de la literatura. *Revista Chilena De Neurocirugía*, 43(2), 177-182. <https://doi.org/10.36593/rev.chil.neurocir.v43i2.82>
- Chen AJ-W, d'Esposito M. (2010). Traumatic brain injury: from bench to bedside [corrected] to society. *Neuron* 66:11—4
- Clement, P. F., Brooks, F. R., Dean, B., y Galaz, A. (2001). A neuropsychology telemedicine clinic. *Military medicine*, 166(5), 382-384.
- Cohen, J., Penney, D. L., Davis, R., Libon, D. J., Swenson, R. A., Ajilore, O., et al. (2014). Digital clock drawing: Differentiating “thinking” versus “doing” in younger and older adults with depression. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 20, 920–928. [doi:10.1017/s1355617714000757](https://doi.org/10.1017/s1355617714000757).
- Collins, F. S., y Riley, W. T. (2016). NIH's transformative opportunities for the behavioral and social sciences. *Science Translational Medicine*, 8, 366ed314.
- Conade (2008) Karate: un combate de superación personal. Secretaria de Educación Pública. <https://conadeb.conade.gob.mx/Documentos/Publicaciones/Karate.pdf>
- Conder, R., y Conder, A. A. (2014). Neuropsychological and psychological rehabilitation interventions in refractory sport-related post-concussive syndrome. *Brain Injury*, 29(2), 249–262. doi:10.3109/02699052.2014.965209
- Cortés, J. A. G., Sánchez, Á. F. V., y Hernández, J. B. (2016). La Neuropsicología en la contusión y conmoción cerebral en el deporte. *Neuropsicología*, 1(1), 1.

- Concussion in Sport Group (2021). Ionic App. Disponible en: <https://scat5.cattonline.com/>
- Cullum, C., Hynan, L. S., Grosch, M., Parikh, M., y Weiner, M. F. (2014). Teleneuropsychology: Evidence for Video Teleconference-Based Neuropsychological Assessment. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 20(10), 1028–1033.
- Daniels, K., y Thornton, E. W. (1990). An analysis of the relationship between hostility and training in the martial arts. *Journal of sports sciences*, 8(2), 95-101.
- Dashnaw, M., Petraglia, A., Bailes, J. (2012). An overview of the basic science of concussion and subconcussion: where we are and where we are going. *Neurosurgery Focus* 33 (E5), 1–9.
- de Salamanca, D., y Intras, F. (2012). Ciber-Neuropsicología: Aplicación de nuevas tecnologías en la evaluación neuropsicológica. *Actas de Especialización en Psiquiatra*, 40(6), 308-14.
- Dean, P. y Sterr, A. (2013). Long-term effects of mild traumatic brain injury on cognitive performance. *Frontiers in human neuroscience*, 7, 30
- Davis, G., Purcell, L., y Schneider, K., (2017). The Child Sport Concussion Assessment Tool 5th Edition (Child SCAT5): Background and rationale. *British Journal of Sports Medicine* 51:859-861.
- Echemendia, R. y Julian, L. (2001). Mild Traumatic Brain Injury in Sports: Neuropsychology's contribution to a Developing Field. *Neuropsychology Review*. 11, 69-88.
- Echemendia, R J, Iverson, G L, McCrea, M, Macciocchi, S N, Gioia, G A, Putukian, M, Comper, P (2013). Advances in neuropsychological assessment of sport-related concussion. *British Journal of Sports Medicine*, 47(5), 294-298. doi:10.1136/bjsports-2013-092186
- Echemendia, R. J., Meeuwisse, W., McCrory, P., Davis, G. A., Putukian, M., Leddy, J., ... y Schneider, K. (2017). The sport concussion assessment tool 5th edition (SCAT5): background and rationale. *British Journal of Sports Medicine*, 51(11), 848-850.
- Ferguson, S. y Coccaro, E. (2009). History of mild to moderate Traumatic Brain Injury and Aggression in Physically Healthy Participants with and without Personality disorder. *Journal of Personality Disorders*, 3, 230-239.

- Feenstra, H. E. M., Vermeulen, I. E., Murre, J. M. J., y Schagen, S. B. (2016). Online cognition: factors facilitating reliable online neuropsychological test results. *The Clinical Neuropsychologist*, 31(1), 59–84. DOI 10.1080/13854046.2016.1190405
- Folstein, M. F., Folstein, S. E. and McHugh, P. R. (1975). “Mini-mental state”: a practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *Journal of Psychiatric Research*, 12, 189–198. doi: 10.1016/0022-3956(75)90026-6
- Franco-Martin, M., Bernardo-Ramos, M., Soto-Pérez, F. (2012). Cyber-Neuropsychology: Application of new technologies in neuropsychological evaluation. *Actas Españolas de Psiquiatría* 40(6), 308-14
- Gardner, A., Iverson, G.L.; Williams, W., Baker, S., Stanwell, P. (2014). A Systematic Review and Meta-Analysis of Concussion in Rugby Union. *Sports Medicine*, 44(12), 1717–1731. doi:10.1007/s40279-014-0233-3
- Galarza, C. A. R. (2016). El daño cerebral adquirido en la práctica deportiva. *Cuadernos de Neuropsicología/Panamerican Journal of Neuropsychology*, 10(1).
- Gallo, V., Motley, K., Kemp, S., Mian, S., Patel, T., James, L., Pearce, N., y McElvenny, D. (2020). Concussion and long-term cognitive impairment among professional or elite sport-persons: a systematic review. *Journal of neurology, neurosurgery, and psychiatry*, 91(5), 455–468. <https://doi.org/10.1136/jnnp-2019-321170>
- Geisinger, K. F. (2000). Psychological testing at the end of the millennium: A brief historical review. *Professional Psychology: Research and Practice*, 31, 117–118.
- Giza, C. C., Kutcher, J. S., Ashwal, S., Barth, J., Getchius, T. S., Gioia, G. A., ... y McKeag, D. B. (2013). Summary of evidence-based guideline update: evaluation and management of concussion in sports: report of the Guideline Development Subcommittee of the American Academy of Neurology. *Neurology*, 80(24), 2250-2257.
- Grosch, M. C., Gottlieb, M. C., y Cullum, C. M. (2011). Initial Practice Recommendations for Teleneuropsychology. *The Clinical Neuropsychologist*, 25(7), 1119–1133. doi:10.1080/13854046.2011.609840
- Guzmán, F. (2008). Fisiopatología del trauma craneoencefálico. *Colombia Médica*, 39(3), 78-84.



- Guskiewicz, K., Marshall, S., Bailes, J., McCrea, M., Cantu, R., Randolph, C., Jordan, B. (2005). Association between Recurrent Concussion and Late-Life Cognitive Impairment in Retired Professional Football Players. *Neurosurgery*, 57(4), 719-726.  
doi:10.1227/01.neu.0000175725.75780
- Harmon, K., Drezner, J., Gammons, M., Guskiewicz, K., Halstead, M., Herring, S., Kutcher, J., Pana, A., Putukian, M., Roberts, W. (2013). American Medical Society for Sports Medicine position statement: concussion in sport. *British Journal of Sports Medicine*. 47, 15.
- Kane, R. L., y Kay, G. G. (1992). Computerized assessment in neuropsychology: A review of tests and test batteries. *Neuropsychology Review*, 3 (1), 1–117.
- Kaplan, E. (1988). The process approach to neuropsychological assessment. *Aphasiology*, 2, 309–311. [doi:10.1080/02687038808248930](https://doi.org/10.1080/02687038808248930).
- Koziol, L. y Budding, D. (2009) Subcortical Structures and Cognition Nueva York: Springer
- Lebel, C., Walker, L., Leemans, A., Phillips, L., Beaulieu, C. (2008). Microstructural maturation of the human brain from childhood to adulthood. *Neuroimage*, 40(3), 1044-1055.  
doi:10.1016/j.neuroimage.2007.12.053
- Leddy, J. J., Sandhu, H., Sodhi, V., Baker, J. G., y Willer, B. (2012). Rehabilitation of Concussion and Post-concussion Syndrome. *Sports Health*, 4(2), 147–154. <https://doi.org/10.1177/1941738111433673>
- Leurent, C., y Ehlers, M. (2015). Digital technologies for cognitive assessment to accelerate drug development in Alzheimer's disease. *Clinical Pharmacology and Therapeutics*, 98, 475–476. doi:10.1002/cpt.212.
- Logue, O., Cramer, N., Xu, X., Perl, D. y Galdzicki, Z. (2016). Alterations of functional properties of hippocampal networks following repetitive closed-head injury. *Experimental Neurology*, 277, 227-243.
- Loh, P. K., Ramesh, S., Maher, J., Saligari, L., Flicker, L., y Goldswain, P. (2004). Can patients with dementia be assessed at a distance? The use of telehealth and standardized assessments. *Internal Medicine Journal*, 34, 239–242.

- Luoto T., Silverberg N., Kataja, A., Brander, A., Tenovuo, O., Ohman, J., (2014). Sport concussion assessment tool 2 in a civilian trauma sample with mild traumatic brain injury. *Journal of Neurotrauma*, 31:728—38
- Manley, G. T., Gardner, A., Schneider, K., Guskiewicz, K., Bailes, Ju., Cantu, R., Castellani, R., Turner, M., Jordan, B., Randolph, C., Dvořák, J., Hayden, K., Tator, C., McCrory, P., Iverson, G.(2017). A systematic review of potential long-term effects of sport-related concussion. *British Journal of Sports Medicine*, 51(12), 969-977. doi:10.1136/bjsports-2017-097791
- Mao, Y., Black, A.M.B., Milbourn, H.R., Krakonja, S., Nesbit, M., Bartlett, C.A., Fehily, B., Takechi, R., Yates, N.J., Fitzgerald, M., 2018. The effects of a combination of ion channel inhibitors in female rats following repeated mild traumatic brain injury. *Int. J. Mol. Sci.* 19, 3408.
- Maruta, J, Palacios, E M, Zimmerman, R D, Ghajar, J, Mukherjee, P (2016). Chronic Post-Concussion Neurocognitive Deficits. I Relationship with White Matter Integrity. *Frontiers in Human Neuroscience*, 10(35), 1-8. doi: 10.3389/fnhum.2016.00035
- Mata-Mbemba, D., Mugikura, S., Nakagawa, A., Murata, T., Kato, Y., et al., (2016). Canadian CT head rule and New Orleans Criteria in mild traumatic brain injury: Comparison at a tertiary referral hospital in Japan. *Springerplus* 5(1), 176.
- Miller, J. B., y Barr, W. B. (2017). The Technology Crisis in Neuropsychology. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 32(5), 541–554. doi:10.1093/arclin/acx050
- McCrea, M (2001). Standardized mental status testing on the sideline after sport-related concussion. *Journal of Athletic Training*, 36(3), 274–279. Recuperado de [https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC155418/pdf/attr\\_36\\_03\\_0274.pdf](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC155418/pdf/attr_36_03_0274.pdf)
- McCrory, P., Meeuwisse, W., Dvorak, J., Aubry, M., Bailes, J., Broglio, S., ... y Davis, G. A. (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.

- McInnes, K., Friesen, C.L., MacKenzie, D.E., Westwood, D.A., Boe, S.G., (2017). Mild Traumatic Brain Injury (mTBI) and chronic cognitive impairment: A scoping review. *PLoS One* 12, e0174847.
- Menon, V., Adleman, N.E., White, C.D., Glover, G.H., y Reiss, A.L. (2001) Error-related brain activation during a Go/NoGo response inhibition task. *Human Brain Mapping* 12(3) 131-143
- Meier, M. J. (1992). Modern clinical neuropsychology in historical perspective. *American Psychologist*, 47, 550–558. [doi:10.1037/0003-066X.47.4.550](https://doi.org/10.1037/0003-066X.47.4.550).
- Mora, L., Nevid, J., y Chaplin, W. (2008). Psychologist treatment recommendations for Internet-based therapeutic interventions. *Computers in Human Behavior*, 24(6), 3052-3062. [doi:10.1016/j.chb.2008.05.011](https://doi.org/10.1016/j.chb.2008.05.011)
- Moore, R.D., Lepine, J., Ellemborg, D., (2017). The independent influence of concussive and sub-concussive impacts on soccer players' neurophysiological and neuropsychological function. *International Journal of Psychophysiology*. 112, 22–30.
- Nguyen, R., Fiest, K.M., Mcchesney, J., Kwon, C., Jette, N., Frolkis, A.D., et al.(2016). The International Incidence of Traumatic Brain Injury : A Systematic Review and Meta-Analysis. *Canadian Journal of Neurological Sciences* 43(6) 774– 85.
- Norton, C. (2018). Concussion in sport: the importance of accurate and reliable discharge advice. *Emergency nurse*, 25(10).
- O’Keeffe, E., Kelly, E., Liu, Y., Giordano, C., Wallace, E., Hynes, M., Tiernan, S., Meagher, A., Greene, C., Hughes, S., et al., (2020). Dynamic blood-brain barrier regulation in mild traumatic brain injury. *Journal of Neurotrauma* 37, 347–356.
- Orlando, A., Levy, A.S., Carrick, M.M., Tanner, A., Mains, C.W., Bar-Or, D. (2017). Epidemiology of Mild Traumatic Brain Injury with Intracranial Hemorrhage: Focusing Predictive Models for Neurosurgical Intervention. *World Neurosurgery*, 107, 94-102.
- Orozco, G. y Ruz, I. A. (2019). Memoria y atención en deporte de contacto con historial de conmoción cerebral. *Revista Electrónica de Psicología Iztacala*, 22(4).

- Ortega, J.M., Lomillos, N., Choque, B., Tamarit, M., Poveda, M., López, M.R., et al. (2018). Traumatismo craneoencefálico leve. *Surgical Neurology International*, 9, 16-28  
DOI:10.4103/sni.sni\_371\_17
- Ortega, J. (s.f). Historia del Karate Do. Wordpress. <https://karateveracruz.files.wordpress.com/2011/02/historia-karate-dai.pdf>
- Ortiz, M.I. y Munguía, G. (2017). Puntuaciones basales de la evaluación de conmoción cerebral en deportistas. *Revista Mexicana de Investigación en Cultura Física y Deporte*, 6 (8), 5-17.
- Ortiz-Jiménez, X., Akena-Fernández, M., Saldaña-Muñoz, B., Rincón-Campos, Y., Góngora-Rivera, F, Arango-Lasprilla, J.C. (2020). Evaluación Neuropsicológica de Conmoción Cerebral: Estudio de Caso de un Jugador de Fútbol Americano. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 20(1), 236-251
- Patricios, J S, Ardern, C L, Hislop, M D, Aubry, M, Bloomfield, P, Broderick, C, Raftery, M (2018). Implementation of the 2017 Berlin Concussion in Sport Group Consensus Statement in contact and collision sports: a joint position statement from 11 national and international sports organisations. *British Journal of Sports Medicine*, 0, 1-7. doi:10.1136/bjsports2018-099079
- Pearn M.L., Niesman I.R., Egawa J., Sawada A., Almenar-Queralt A., Shah S.B., et al., (2016). Pathophysiology Associated with Traumatic Brain Injury: Current Treatments and Potential Novel Therapeutics. *Cellular and molecular neurobiology*, 37(4), 571-585.
- Piejko, L., Mosler, D. y Grzebisz, N. (2019). Sport Injuries in Karate Kyokushin Athletes. *Biomedical Journal of Scientific and Technical research*, 15(1) 11134-11142  
DOI: 10.26717/BJSTR.2019.15.002653
- Poon P., Hui E., Dai D., Kwok T., y Woo J. (2005). Cognitive intervention for community-dwelling older persons with memory problems: Telemedicine versus face-to-face treatment. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 20, 285–286.
- Portellano, J. A. Neuropsicología Infantil. Madrid: Editorial Síntesis, 2007.
- Posner, M. I., y Rothbart, M. K. (2007). Research on attention networks as a model for the integration of psychological science. *Annual Review of Psychology*, 58, 1-23.

- Prigatano, G., y Gale, S.D. (2011). The current status of post concussion syndrome. *Current Opinion in Psychiatry*; 24:243—50.
- Quijano, M.C. y Cuervo., M.T. (2011). Alteraciones cognoscitivas después de un trauma craneoencefálico. *Acta colombiana de psicología* 14(1): 71-80.
- Rabin, L. A., Spadaccini, A. T., Brodale, D. L., Grant, K. S., Elbulok-Charcape, M. M., y Barr, W. B. (2014). Utilization rates of computerized tests and test batteries among clinical neuropsychologists in the United States and Canada. *Professional Psychology: Research and Practice*, 45(5), 368–377. <https://doi.org/10.1037/a0037987>
- Ramalho, J., y Castillo, M. (2015). Dementia resulting from traumatic brain injury. *Dementia & neuropsychologia*, 9(4), 356-368.
- Rawlings, S., Takechi, R., y Lavender, A. P. (2020). Effects of sub-concussion on neuropsychological performance and its potential mechanisms: A narrative review. *Brain Research Bulletin*, 165, 56–62. doi:10.1016/j.brainresbull.2020.09.021
- Ruff, R (2009). Best practice guidelines for forensic neuropsychological examinations of patients with traumatic brain injury. *Journal of Head and Trauma Rehabilitation*; 24:131—40
- Ruz-Santos, I. A., y Orozco-Calderón, G. (2019). Caracterización psicológica en deportistas de contacto con historial de conmoción cerebral. *Ciencia & Futuro*, 9(4), 94-114.
- Romeu-Mejia, R., Giza, C. C., y Goldman, J. T. (2019). Concussion pathophysiology and injury biomechanics. *Current reviews in musculoskeletal medicine*, 12(2), 105-116.
- Rădoi, A., Poca, M. A., Cañas, V., Cevallos, J. M., Membrado, L., Saavedra, M. C., ... y Sahuquillo, J. (2018). Neuropsychological alterations and neuroradiological findings in patients with post-traumatic concussion: results of a pilot study. *Neurología*, 33(7), 427-437.
- Salmond, C., y Sahakian. B. (2005). Cognitive outcome in traumatic brain injury survivors. *Current Opinion in Critical Care* ;11:111—6.
- Shaw, P, Greenstein, D, Lerch, J, Clasen, L, Lenroot, R, Gogtay, N, Giedd, J (2006). Intellectual ability and cortical development in children and adolescents. *Nature*, 440(7084), 676-679. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16572172>

- Shore J. H. (2013). Telepsychiatry: Videoconferencing in the delivery of psychiatric care. *American Journal of Psychiatry*, 170, 256–262
- Smith, D. (2010). Spine and Rehab. *Law of inertia and Head Injuries*. <https://ihurtdoc.com/law-of-inertia-head-injuries/>
- Sokal, M. M. (1981). The origins of the psychological corporation. *Journal of the History of the Behavioral Sciences*, 17, 54–67.
- Solís, H., y López-Hernández, E. (2009). Neuroanatomía funcional de la memoria. *Archivos de Neurociencias*, 14(3), 176-187.
- Soto-Pérez, F., Martín, M. F., y Gómez, F. J. (2010). Tecnologías y neuropsicología: Hacia una Ciber-Neuropsicología. *Cuadernos de Neuropsicología/Panamerican Journal of Neuropsychology*, 4(2), 112-130.
- Stamm, JM, Koerte, I K, Muehlmann, M, Pasternak, O, Bourlas, A P, Baugh, C M, Shenton, M E (2015). Age at first exposure to football is associated with altered corpus callosum white matter microstructure in former professional football players. *Journal of Neurotrauma*, 32(22), 1768-1776. doi: 10.1089/neu.2014.3822
- Strain, J.F.; Womack, K.; Didehbani, N.; Spence, J; Conover, H.; Hart, J.; Kraut, M.; Cullum, C. (2015). Imaging Correlates of Memory and Concussion History in Retired National Football League Athletes. *JAMA Neurology*, 72(7), 773. doi:10.1001/jamaneurol.2015.0206
- Stricevic, M. V.; Patel, M. R.; Okazaki, T.; Swain, B. K. (1983). Karate: Historical perspective and injuries sustained in national and international tournament competitions. *The American Journal of Sports Medicine*, 11(5), 320–324. doi:10.1177/036354658301100507
- Stemper, B., y Pintar, F. (2014). Biomechanics of concussion. *Concussion*, 28, 14-27.
- Stuss, D. (2011). Traumatic brain injury: relation to executive dysfunction and the frontal lobes. *Current Opinion in Neurology*; 24:584—9.
- Suleiman, G. H. (2005). Trauma craneoencefálico severo: parte I. *Medicrit*, 2(7), 107-148.
- Ustárroz, T. (2007). La evaluación neuropsicológica. *Psychosocial Intervention*, 16(2), 189-211. Recuperado en 10 de febrero de 2021, de [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1132-05592007000200005&lng=es&tlng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1132-05592007000200005&lng=es&tlng=es).

- Ustárroz, J. T., Molina, A. G., Lario, P. L., y García, A. V. (2012). Corteza prefrontal, funciones ejecutivas y regulación de la conducta. *Neuropsicología de la corteza prefrontal y las funciones ejecutivas*, 87-117.
- Van Zomeren, A. H., y Brouwer, W. H. (1994). *Clinical neuropsychology of attention*. Oxford University Press.
- Wadsworth, H. E., Galusha-Glasscock, J. M., Womack, K. B., Quiceno, M., Weiner, M. F., Hynan, L. S., ... Cullum, C. M. (2016). Remote Neuropsychological Assessment in Rural American Indians with and without Cognitive Impairment. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 31(5), 420–425. doi:10.1093/arclin/acw030
- Wadsworth, H. E., Dhima, K., Womack, K. B., Hart, J., Weiner, M. F., Hynan, L. S., y Cullum, C. M. (2018). Validity of Teleneuropsychological Assessment in Older Patients with Cognitive Disorders. *Archives of Clinical Neuropsychology*. doi:10.1093/arclin/acx140
- Wall, S.E., Williams, W.H., Cartwright-Hampton, S., Kelly, T.P., Murray, J., Murray, M., Owen, A., y Turner, M. (2006). Neuropsychological dysfunction following repeat concussions in jockeys. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 77(4), 518–520. doi:10.1136/jnnp.2004.061044
- Wechsler, D. (2008). *Wechsler Adult Intelligence Scale* (4th ed.). San Antonio, TX: Pearson
- Williams W., Potter S., y Ryland H. (2010). Mild traumatic brain injury and postconcussion syndrome: a neuropsychological perspective. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*; 81:1116—1122 doi:10.1136/jnnp.2008.171298
- Wilson, B., Bateman, A., Evans., J. (2009). The Understanding Brain Injury (UBI) Group. En *Neuropsychological Rehabilitation, Theory, Models, Therapy and Outcome*. (pp 68-80). Cambridge University Press, Nueva York.
- Yang, X.F., Meng, Y.Y., Wen, L., Wang, H. (2017). Criteria for Performing Cranial Computed Tomography for Chinese Patients With Mild Traumatic Brain Injury: Canadian Computed Tomography Head Rule or New Orleans Criteria? *Journal of Craniofacial Surgery*, 28(6), 1594-1597.

## **ANEXOS: Propuesta de intervención**

Aunque se comienza a tener adecuada documentación sobre las secuelas neuropsicológicas de una CCRD, hay muy poca evidencia respecto a propuestas de intervención que incluyan estos síntomas (Conder et al., 2014).

En una revisión realizada por Conder et al., en el 2014, se estipulan intervenciones que han sido eficaces para personas con CCRD. Iniciando por la psicoeducación y utilizando técnicas de relajación, terapia cognitivo conductual e intervención cognitiva. Por ejemplo, programas de remediación atencional con entrenamiento aumentando el grado de dificultad y agregando estímulos distractores, tanto con estímulos auditivos como visuales.

El grupo interdisciplinario de daño cerebral ha publicado un manual de rehabilitación cognitiva que propone ejercicios y estrategias específicas para una intervención directa (Cicerone, etl a., 2008).

De igual forma, utilizar estrategias internas para mejorar el desempeño ha demostrado ser eficaz para pacientes con TCE-L. Los programas de entrenamiento en atención (APT por sus siglas en inglés) tienen efectos positivos en otras funciones cognitivas, ya que la atención se usa como el proceso base en estos entrenamientos.

Debido al papel fundamental de la atención, trabajar para mejorarla es una de las primeras metas en la rehabilitación del paciente con TCE-L (Arango, 2006 y Wilson, 2009). Por ello, de acuerdo con los resultados obtenidos en la evaluación de esta investigación se propone un plan de intervención que tiene como objetivo el entrenamiento y estrategias internas para mejorar la atención (tanto verbal como auditiva), memoria y funciones ejecutivas. También incluye brindar psicoeducación tanto al deportista como a la familia para la prevención de posibles lesiones; con la finalidad de disminuir las dificultades que presentan en su vida diaria, como las dificultades en el trabajo, la escuela y su práctica deportiva.

De acuerdo con Wilson, Bateman y Evans (2009) la forma principal de que los pacientes puedan comprender cómo una lesión cerebral puede afectar en la vida diaria y que tipo de recuperación esperar se puede hacer un espacio terapéutico grupal donde puedan compartir experiencias y vivencias que lleven a un aumento del autoconocimiento y autoestima para crear



un espacio de comprensión mutua. Por lo tanto, el inicio de la intervención estaría centrada a una descripción general de cómo el cerebro funciona y cómo es afectado por la lesión. En vez de confrontar a los pacientes de las secuelas de sus propias lesiones, el objetivo sería demostrar que hay muchas posibles consecuencias de lesión cerebral y que tienen la oportunidad de reconocerlos y aprender y reconocer sobre las consecuencias que pueden afectarlo a él o ella.

Tomando eso en cuenta, como meta general se plantea: brindar habilidades compensatorias a los participantes para poder mejorar los déficits de atención y memoria audio verbal y el control atencional para que les permitan adecuar sus capacidades.

Como objetivos generales se plantean: 1) Hacer consciente a las participantes de las dificultades encontradas y cómo estas se asocian a las actividades de la vida diaria. 2) Estimular los procesos de atención, tanto selectiva como ejecutiva en modalidad verbal y auditiva. 3) Compensar las fallas en control atencional mediante ejercicios de entrenamiento. 4) Estimular los procesos de automonitoreo y detección de errores para poder ajustar adecuadamente las respuestas al medio.

Cada tarea en el plan de intervención se debe dividir en subtareas más sencillas hasta llegar a la meta de la tarea compleja.

El plan de intervención consiste en cuatro fases distribuidas a lo largo de cuatro meses (16 sesiones en total) que se propone brindar de forma online. La primera fase, que es la preoperatoria, se plantea de forma grupal con el objetivo de brindar mayor conocimiento de las consecuencias de la CC y compartir experiencias sobre las mismas.

Al finalizar la aplicación del plan de intervención, se sugiere hacer una segunda evaluación utilizando los mismos instrumentos: TAVEC, PASAT, NEUROPSI y WCST computarizada.

A continuación, se describen las actividades propuestas para cada fase de la intervención:

<b>Fase preoperatoria</b>			
<b>Meta</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Actividades</b>	<b>Tiempo</b>
Preparación y adaptación a la modalidad online. Descripción general de cómo funciona el cerebro y cómo es afectado por la lesión. Reconocimiento de los propios déficits e identificación de objetivos personales de la intervención.	Establecer parámetros de intervención reconociendo déficits neuropsicológicos, sociales y emocionales. Comprender los mecanismos de acción de la CC. Establecer métodos de prevención de las CC. Conocer y reconocer el impacto que tienen las CC en la vida diaria.	Sesión para conocer herramientas de VC e interacción virtual. Reconocer y enlistar déficits generales percibidos. Psicoeducación sobre CC y sus consecuencias. Comprensión de las consecuencias de CC y su impacto en la vida diaria. Métodos de prevención adecuados.	3 sesiones grupales de 90 minutos cada una.  Al concluir esta fase se espera que los participantes contesten preguntas sencillas sobre la CC y sus consecuencias tanto cognitivas como sociales y emocionales.
<b>Fase 1: atención selectiva y sostenida</b>			
<b>Meta</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Actividades</b>	<b>Tiempo</b>
Que los participantes logren aumentar los tiempos de atención y concentración para así elegir el estímulo más relevante.	Mejorar estrategias para la selección de estímulos relevantes. Aumentar tiempos de atención y concentración. Brindar estrategias de orientación al estímulo. Fomentar el uso de regulación interna y externa para lograr mayores tiempos de atención. Aumentar la demanda atencional sobre estímulos auditivos.	Encontrar semejanzas y diferencias en imágenes. Clasificación de objetos, palabras, frases. Estimaciones de tiempo y ejecución propia. Lectura de labios. Escritura con códigos. Agrupación de estímulos. Ejercicios cronometrados (cancelación). Comprensión de párrafos e historias (en audio). Identificación de palabras en un audio. Enseñanza para destacar los elementos esenciales para disminuir la distracción o aumentar la atención hacia estímulos importantes. Enseñanza para realizar autoinstrucciones.	4 sesiones de 50 minutos cada una  Al concluir esta fase se espera que los participantes sean capaces de elegir el estímulo relevante e inhibir los demás durante un periodo prolongado de tiempo.  Realizar TMT A y B al concluir esta fase.

<b>Fase 2: Memoria audio verbal</b>			
<b>Meta</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Actividades</b>	<b>Tiempo</b>
Utilizar estrategias de compensación que permitan aumentar el span mnésico-atencional.	<p>Brindar estrategias para la organización de la información.</p> <p>Fortalecer las relaciones entre objetos para generar mejor aprendizaje.</p> <p>Estimular el uso de estrategias compensatorias para la memorización de información nueva.</p> <p>Favorecer el uso de claves como estrategias para el aprendizaje.</p>	<p>Enseñar estrategias de organización serial y semántica de la información.</p> <p>Estrategias de memorización: mnemotecnia, acrónimos, cadenas, imaginaria.</p> <p>Repetición y encadenamiento de palabras.</p> <p>Técnicas de aprendizaje espaciado (Goverover et al., 2005).</p> <p>Palabras con la sílaba final.</p> <p>Identificación de sonidos ambientales.</p> <p>Frases secuenciadas: seguimiento de instrucciones.</p> <p>Técnica de desvanecimiento de pistas.</p> <p>Efecto de generación: información autogenerada.</p> <p>Base de aprendizaje sin errores (ASE).</p> <p>Creación de mapas mentales.</p>	<p>4 sesiones de 50 minutos cada una</p> <p>Al concluir esta fase se espera que los participantes logren una curva de aprendizaje ascendente para aprender material auditivo verbal y que logren utilizar las estrategias aprendidas en escenarios de la vida diaria.</p> <p>Realizar historias de NEUROPSI atención y memoria al concluir esta fase.</p>
<b>Fase 3: Automonitoreo y atención ejecutiva</b>			
<b>Meta</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Actividades</b>	<b>Tiempo</b>

Fortalecer el control ejecutivo de la atención por medio del control inhibitorio ante estímulos no relevantes e incrementando el tiempo de mantenimiento atencional ante distintas tareas, haciendo uso de aspectos motivacionales.	Reforzar las estrategias para la organización de la información. Fortalecer los procesos de inhibición de estímulos. Aumentar la capacidad de la memoria de trabajo. Estimular procesos para favorecer la flexibilidad mental. Estimular el reconocimiento de la propia actividad para corregir la respuesta.	Tareas de metamemoria. Resolver adivinanzas. Completar códigos. Aprendizaje de ritmos corporales. Copiar un dibujo y contar hasta el 100 al mismo tiempo (dividir atención). Respuestas motoras ante estímulos auditivos y visuales (condicionales). Actividades go-no-go. Ordenamiento de imágenes. Secuencias lógicas. Instructivos. Elaboración de lista de pasos a seguir para llevar a cabo una tarea. Goal Management Training (GMT (Cicerone et al., 2005))*.	5 sesiones de 50 minutos cada una.  Al concluir esta fase se espera que los participantes logren utilizar las estrategias para monitorear el propio desempeño y corregir el error, así como generar alternativas de acción para un plan.  Realizar juego de cartas (BANFE) al concluir esta fase.
<b>FASE TRANSVERSAL: Estrategias de regulación emocional para fomentar relaciones y vínculos más saludables y duraderos.</b>			
<b>Meta</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Actividades</b>	<b>Tiempo</b>
Fomentar estrategias de regulación conductual ante diversas situaciones sociales y emocionales.	Psicoeducación para estrategias de regulación conductual. Reconocer estrategias adecuadas para diferentes tipos de situaciones.	Estrategias de respiración. Estrategias de mindfulness (aquí y ahora). Diario de emociones.	A lo largo de la intervención. Al inicio y fin de cada sesión.

Nota\*: las etapas del GMT consisten en:

1. Preguntarse a sí mismo: “¿Qué estoy haciendo?” (PREGUNTAR).
2. Definir la tarea principal (DEFINIR).
3. Elaborar una lista de los pasos que hay que seguir (LISTA).
4. Preguntarse a sí mismo si se sabe cuáles son los pasos que hay que seguir (APRENDER).
5. Ejecutar la tarea (EJECUTAR).
6. Preguntarse: “¿Estoy haciendo lo que planeé hacer?” (EVALUAR).