



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN PSICOLOGÍA  
RESIDENCIA EN NEUROPSICOLOGÍA CLÍNICA

## **ALTERACIONES NEUROPSICOLÓGICAS POR TRAUMATISMO CRANEOENCEFÁLICO LEVE EN JUGADORES UNIVERSITARIOS DE FÚTBOL AMERICANO Y FÚTBOL SOCCER**

REPORTE DE EXPERIENCIA PROFESIONAL  
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:  
M A E S T R A E N P S I C O L O G Í A  
P R E S E N T A :  
C L A U D I A G A B R I E L A S O T O M O N T A N T E

DIRECTOR DEL REPORTE: DRA. MARÍA DOLORES RODRÍGUEZ ORTIZ  
COMITÉ TUTORIAL: DRA. MAURA JAZMPIN RAMÍREZ FLORES  
MTRO. OSCAR ALBERTO CLAVELLINA LÓPEZ  
DRA. GABRIELA OROZCO CALDERÓN  
DRA. GUILLERMINA YAÑEZ TÉLLEZ

MÉXICO CD. MX.

2017



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.

## INDICE

INDICE DE TABLAS	4
INDICE DE FIGURAS	5
AGRADECIMIENTOS	6
RESUMEN	7
CAPÍTULO 1. TRAUMATISMO CRANEOENCEFÁLICO	10
1.1 Incidencia	11
1.2 Fisiopatología	11
1.3 Clasificación de la Severidad del TCE	13
CAPÍTULO 2. TRAUMATISMO CRANEONCEFALICO LEVE	15
CAPÍTULO 3. TCE y DEPORTE	18
3.1 Regiones Frontotemporales y su vulnerabilidad en un TCE leve	20
CAPÍTULO 4. LA NEUROPSICOLOGÍA EN EL DEPORTE	26
4.1 Alteraciones Neuropsicológicas por TCE leve en el deporte	27
CAPÍTULO 5. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS	30
5.1 Justificación de la Investigación	30
5.2 Planteamiento del Problema	31
5.3 Preguntas de Investigación	31
5.4 Hipótesis	32
5.5 Objetivos de la Investigación	32
CAPÍTULO 6. MÉTODO	33
6.1 Diseño	33
6.2 Participantes	33
6.3 Variables	34
6.4 Descripción de los Instrumentos	34
6.5 Procedimiento	39
6.6 Análisis Estadístico	40
CAPÍTULO 7. RESULTADOS	41
CAPÍTULO 8. DISCUSIÓN	51
CAPÍTULO 9. CONCLUSIONES	56
REFERENCIAS	57



## **INDICE DE TABLAS**

<b>TABLA 1. Clasificación de la Gravedad del Traumatismo Craneoencefálico</b>
<b>TABLA 2. Clasificación de las puntuaciones normalizadas</b>
<b>TABLA 3. Mapa Conceptual de la BANFE</b>
<b>TABLA4. Pruebas que integran la BANFE (Flores, Ostrosky-Solís y Lozano, 2008)</b>
<b>TABLA5. Estadísticos descriptivos para el historial deportivo de los participantes y las variables demográficas</b>
<b>TABLA 6. Estadísticos descriptivos para el historial deportivo de los participantes y las variables demográficas de los jugadores de futbol soccer</b>
<b>TABLA 7. Estadísticos descriptivos para el historial deportivo de los participantes y las variables demográficas de los jugadores de futbol americano</b>
<b>TABLA 8. Correlación de Pearson Entre los Puntajes de Memoria y Sociodemográficos del NAYM</b>
<b>TABLA 9. Correlación de Pearson de la Figura Compleja/Rey-Osterrieth</b>
<b>TABLA 10. Correlación de Pearson Memoria del NAYM y BANFE</b>

## **INDICE DE FIGURAS**

<b>FIGURA 1. Distribución de los puntajes en una gráfica de cajas y bigotes.</b>
<b>FIGURA 2. Reproducción de la Figura Compleja de Rey-Osterrieth Evocación de los jugadores de futbol americano.</b>
<b>FIGURA 3. Reproducción de la Figura Compleja de Rey-Osterrieth Evocación de los jugadores de futbol soccer.</b>
<b>Figura 4. Distribución de frecuencias de puntajes por grupo de acuerdo a la clasificación ordinal del índice del puntaje Orbitomedial.</b>
<b>Figura 5. Distribución de frecuencias de puntajes por grupo de acuerdo a la clasificación ordinal del índice del puntaje Dorsolateral.</b>
<b>Figura 6. Distribución de frecuencias de puntajes por grupo de acuerdo a la clasificación ordinal del índice del puntaje Prefrontal Anterior.</b>
<b>Figura 7. Distribución de frecuencias de puntajes por grupo de acuerdo a la clasificación ordinal del índice del puntaje del Total de Funciones Ejecutivas.</b>

## **AGRADECIMIENTOS**

La culminación de este trabajo involucra a muchas personas que de manera directa e indirecta me ayudaron a finalizar y poder cerrar este ciclo de mi vida, familia y amigos, les agradezco en el alma su apoyo académico y moral, cariño, paciencia, porras, levantarme cuando no podía más, gracias a cada uno de ustedes, parte de este trabajo les pertenece.

Pero de manera especial quiero agradecer y dedicar este trabajo a mis PADRES, por ser mis pilares, mis mejores porristas, por el apoyo incondicional, por darme alas para volar, por hacerme sentir y saber que puedo alcanzar cualquier meta que me proponga, por estar ahí en momentos felices y no tan felices, por respetar y apoyar mis decisiones, por ser y estar ¡Gracias!, sin ustedes esto no existiría, lo que hoy soy gran parte se los debo, este logro es suyo, las desveladas y cansancios que como padres pasaron, hoy las quiero retribuir con este trabajo, los amo y agradezco en el alma poder compartir con ustedes este momento.

## **RESUMEN**

Las investigaciones realizadas en Traumatismo Craneoencefálico Leve (TCEL) en practicantes de deportes de contacto han tomado relevancia en los últimos años, la presente investigación tiene el propósito de conocer las implicaciones del TCEL en las funciones neuropsicológicas en jugadores de fútbol americano y soccer. Se evaluó el funcionamiento neuropsicológico en una muestra de 20 jóvenes mexicanos universitarios deportistas, 10 jugadores de fútbol americano y 10 de fútbol soccer, con las baterías Neuropsi Atención y Memoria y BANFE. Los resultados obtenidos muestran alteraciones neuropsicológicas en memoria verbal y memoria de trabajo viso espacial. Fue posible identificar la relevancia de la edad de inicio de la práctica deportiva de los participantes, ya que entre más jóvenes iniciaron la práctica de soccer o americano, menores fueron sus puntuaciones en las tareas. De igual forma, el nivel académico mostró jugar un papel preponderante en el rendimiento de los jugadores, ya que entre mayor nivel educativo mejores eran sus puntuaciones. La presente investigación nos arroja alteraciones neuropsicológicas que podrían estar relacionadas significativamente con los TCE leves presentados a lo largo de la vida y práctica deportiva de los participantes, así como el probable impacto de los TCE leves en el desarrollo de las funciones neuropsicológicas y la posible protección cerebral que pudiera brindar el nivel académico dentro de los jugadores.

Palabras clave: Traumatismo Craneoencefálico Leve, Funcionamiento Neuropsicológico, Memoria de Trabajo viso espacial, Memoria verbal.



## **Abstract**

The research carried out in mild Traumatic Brain Injury (TBI) in contact sports players have taken on big importance in the last years, the present investigation has the purpose of knowing the implications of the mild TBI in the neuropsychological functions in football and soccer players. Neuropsychological functioning was evaluated in a sample of 20 young Mexican university athletes, 10 American football players and 10 soccer players with the Neuropsi Atención y Memoria and BANFE. The results obtained show neuropsychological alterations in verbal memory and visuospatial working memory. It was possible to identify the relevance of the age of beginning of the sports practice of the participants, if the person started the practice of soccer or american football at younger age, they get lower scores on the tasks. In the same way, the academic level showed to play a preponderant role in the performance of the players, since the higher educational level the better their scores. The present investigation reveals neuropsychological alterations that could be significantly related to the mild TBI presented through the life of the participants and their sports practice, as well as the probable impact of mild TBI in the development of the neuropsychological functions and the possible brain protection that could provide the academic level within the players.

Key words: Mild Traumatic Brain Injury, Neuropsychological Function, visuospatial working memory, Verbal Memory.

## **INTRODUCCIÓN**

El Traumatismo Craneoencefálico (TCE) se clasifica en leve, moderado y severo, se considera que es la mayor fuente de morbilidad y mortalidad actualmente en la población joven. Las caídas y los accidentes vehiculares son la causa más común de TCE, muchos de estos traumatismos son clasificados de grado leve debido a que no presentan síntomas que alteren “aparentemente” la funcionalidad de las personas, sin embargo, actualmente se sabe que el TCE leve podría provocar consecuencias a largo plazo (Ramalho y Castillo, 2015).

Los TCE leves corresponden a accidentes vinculados con la actividad deportiva y laborales, los cuales tienen una incidencia de deterioro clínico de 0.2% al 0.7% cuando no presentan fractura de cráneo, y de un 3.2% a 10% cuando se presenta fractura en los pacientes. Respecto a las diferencias entre género, se ha observado una mayor incidencia en hombres; en Estados Unidos la relación es de 1.5:1, mientras que en Sudáfrica es de 4:1 (Bruns y Hauser, 2003).

Por lo que respecta a México en el 2014 se registraron 256 337 accidentes automovilísticos en el país, de los cuales el 61% (157 996) se presentaron entre la población de 25 y 44 años de edad, y el 17% (46 073) en la población de entre 20 y 24 años de edad, esto según los datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

La comunidad mundial de salud pública todavía no ha asumido, a pesar de haber sido ampliamente documentada, la importancia de prevenir y tratar los traumatismos en los países con ingresos bajos y medios. La financiación de investigaciones es insuficiente y no se han asignado recursos suficientes para fortalecer la prestación de servicios médicos (Organización Mundial de la Salud, 2012).

Hay una carencia importante de información sobre los traumatismos y su gestión. Esto quizá explique por qué otros problemas posiblemente se perciban como más urgentes. Los traumatismos presentan numerosas dimensiones: humana (víctimas, cuidadores, etc.), ambiental (infraestructura, legislación, etc.) y “vectorial” (vehículos motorizados en el caso de los traumatismos por accidentes de tránsito, armas, los ocasionados por actos de violencia).

Es importante, por lo tanto, que los pacientes que hayan sufrido algún tipo de TCE leve, entre su valoración médica de rutina se integre una evaluación neuropsicológica que permita tener un diagnóstico más preciso y detallado de las consecuencias del accidente.

Por lo cual, la presente investigación tiene como finalidad recabar información que ayude a determinar si hay alguna relación entre los TCE leves y el funcionamiento cognitivo, específicamente en la comunidad deportiva, ya que son ellos quienes están expuestos a este tipo de accidente, identificar posibles alteraciones cognitivas puede brindar la oportunidad a los deportistas, encargados y personal vinculado con la salud a generar protocolos que protejan y/o ayuden a disminuir el impacto en el desarrollo y funcionamiento cognitivo de los deportistas específicamente universitarios que es nuestra muestra de trabajo.

## **CAPÍTULO 1. TRAUMATISMO CRANEOENCEFÁLICO**

Los TCE son la primera causa de muerte en Estados Unidos de entre un tercio y la mitad de las muertes traumáticas, y aproximadamente la mitad de estas ocurren en el lugar del accidente, la ambulancia o durante el ingreso al hospital (Bruns y Hauser, 2003).

El TCE se presenta cuando una fuerza externa golpea la cabeza, lo suficientemente fuerte para mover de manera violenta el cerebro contra el cráneo, alterando la función normal del cerebro (Ramalho y Castillo, 2015). El TCE se clasifica en leve, moderado y severo, puede presentar síntomas tales como: confusión, nivel alterado de conciencia, deficiencias neurológicas focales sensoriales y/o motoras (Silver, McAllister y Arciniegas, 2009)

La Asociación Americana de Psiquiatría (2013) establece que la evidencia de un TCE mayor o leve se dará si se presenta al menos uno de los siguientes síntomas inmediatamente después de producirse el impacto a la cabeza o al momento de recuperar la conciencia:

1. Pérdida de conciencia
2. Amnesia Postraumática
3. Desorientación y confusión (alteración de alguna o las tres esferas personales).

4. Signos neurológicos (convulsiones de nueva aparición, marcado empeoramiento de un trastorno cognitivo preexistente, reducción de los campos visuales, anosmia, hemiparesia) (Asociación Americana de Psiquiatría. 2013 pp 624).

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 factores como la edad, antecedentes pre mórbidos, entre otros (Asociación Americana de Psiquiatría. 2013). Los TCE representan uno de los desórdenes más comunes dentro del ámbito neuropsicológico, su etiología varía según la edad, los accidentes automovilísticos, así como los eventos con violencia, son la principal causa en la adolescencia y adultos jóvenes (Bliger, 2001).

## **1.1 Incidencia**

Se estima que 10 millones de personas en el mundo son afectadas anualmente por algún tipo de TCE, pero esta cifra está ligeramente subestimada debido a que no incluye a los pacientes con TCE leve, quienes frecuentemente minimizan sus síntomas y no acuden a revisión médica. Sólo el 25% reciben atención médica en hospitales privados y 14% no reporta ninguna dificultad o complicación clínica (Ramalho y Castillo, 2015).

En México en el 2014 se registraron 256 337 accidentes automovilísticos en el país, de los cuales 157 996 que representan el 61% se presentaron entre la población de 25 y 44 años de edad, y 46 073, que equivale al 17% en la población de entre 20 y 24 años de edad, esto según los datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

Gosselin et al. (2009) en su trabajo para la OMS señalan que la atención que se le brinda a los pacientes con TCE en los países en desarrollo es escasa, tomando en cuenta que este tipo de patología ocasiona más de cinco millones de muertes al año.

Según la OMS (2014) los TCE serán la mayor causa de muerte y discapacidad para el año 2020, refiriéndose a estos como “epidemia silenciosa”. La presencia de TCE en edades tempranas o durante la juventud incrementa las probabilidades de desarrollar alteraciones importantes en la memoria en etapas posteriores de la vida, así como, en velocidad de procesamiento atención y funciones ejecutivas, incluso, cuando el TCE haya sido clasificado como leve (Ramalho y Castillo, 2015).

## **1.2 Fisiopatología**

El daño en el cerebro provocado por el TCE se puede clasificar en lesiones primarias o secundarias, así como en lesiones abiertas o cerradas. El daño primario se refiere a hematomas, hemorragias intracraneales y/o traumatismo axonal, estos 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, donde se da la liberación de diferentes sustancias químicas en el cerebro que pueden alterar el funcionamiento normal del mismo (Kim y Gean, 2011). Los neurotransmisores que se han identificado como parte de esta alteración bioquímica son el glutamato principalmente, generando un estado de hiperexcitabilidad neuronal con aumento de potasio al exterior de la neurona, acumulación de calcio intracelular, hiperglucosis para producir más ATP, disminución

del flujo sanguíneo cerebral y acumulación de ácido láctico, generando pérdida de la consciencia, amnesia y confusión en algunos pacientes (Ortiz y Murguía, 2013).

Las lesiones primarias se caracterizan por la penetración de un objeto, ocasionando un daño directo al cráneo. Las lesiones cerradas se clasifican en focales y difusas, las lesiones cerradas focales se pueden identificar a simple vista por su gran tamaño, éstas producen déficits cognitivos circunscritos a la región dañada, mientras que las difusas son aquellas que no ocupan un volumen definido en el comportamiento intracraneal (Lezak, 1995).

Las lesiones cerradas se pueden dar tanto por un golpe directo en una región del encéfalo, como por el contragolpe ocasionado por el impacto a distancia del evento traumático. 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 (se refiere a un exceso de líquido en tejidos u órganos del cuerpo, algunas veces puede generar una 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-Solís, 1991).

Los TCE involucran distorsión, estrés y alteraciones en el sistema vascular cerebral, en el sistema cerebral neuronal. Las alteraciones son causadas por la aceleración y desaceleración de lesiones resultado de movimientos de la cabeza y cráneo teniendo por consecuencia un estiramiento y sacudida de las fibras nerviosas causando daño axonal. Los factores que predicen el daño axonal involucran una interacción entre, la magnitud y la fuerza determinada por la masa de la superficie, velocidad y dureza del impacto del objeto. Al parecer el cerebro tolera mejor los movimientos sagitales y luego movimientos en un plano horizontal, mientras que el cerebro es más vulnerable cuando los movimientos son laterales (Echemendia y Julian, 2001).

El TCE Leve es una compleja entidad patofisiológica que afecta el cerebro, inducido por una fuerza traumática biomecánica, este tipo de lesión es frecuente en el ambiente deportivo afectando solo en Estados Unidos entre 1.6 y 3.8 millones de deportistas anualmente (Cancelliere et al. 2014)

Ha sido postulado que las fibras axonales se estiran cuando ocurre un TCE leve, como resultado las fibras que se hinchan adquieren una forma de collar de perlas, varicosas; este efecto hace que las neuronas sean disfuncionales. Cuando las mismas fibras son estiradas al punto de

la ruptura, ocurre daño cerebral con consecuencia en la estructura física de la célula y deja cambios inmediatos en la estructura de la membrana (Echemendia y Julian, 2001).

### 1.3 Clasificación de la Severidad del TCE

Hay diferentes métodos por los cuales se puede clasificar el grado de severidad de un TCE, uno de los más importantes es el estado de coma o la duración de la pérdida del estado de alerta (PEA), mientras mayor sea el período de recuperación de conciencia, mayor será el daño del paciente (Bruns y Hauser, 2003). Para realizar una adecuada clasificación es fundamental la Escala de Coma de Glasgow, la cual valora la gravedad del estado de coma a partir de tres indicadores: apertura de los ojos, respuesta motora y respuesta verbal, la puntuación máxima esperada en una persona sana, son 15 puntos, mientras que el valor mínimo de la escala es de 3 (Teasdale y Jannett, 1974).

Los TCE son comúnmente clasificados como leve, moderado y severo, dependiendo de cuánto tiempo duró la pérdida del estado de alerta, si la hubo, y la severidad de los síntomas. Para saber a detalle las características de los estados según su clasificación véase la Tabla 1. (Ramalho y Castillo, 2015).

Tabla 1. Clasificación de la Gravedad del Traumatismo Craneoencefálico

Características de la Lesión	TCE Leve	TCE Moderado	TCE Grave
Pérdida de Conciencia	30 minutos	30 minutos – 24 horas	Mayor a 24 horas
Amnesia Postraumática	24 horas	24 horas – 7 días	Mayor a 7 días
Desorientación y confusión en la valoración inicial (Puntuación en Escala de Coma Glaslow)	13-15 (no inferior a 13 o a los 30 minutos)	9 – 12	3-8

Tomado de la Asociación Americana de Psiquiatría (2013).

Dependiendo de la severidad de la lesión del tejido cerebral del TCE variaran los síntomas asociados, por lo que se puede o no presentar pérdida del estado de alerta, el cual, es factor determinante para establecer el grado de severidad del traumatismo. De igual manera hay una

serie de síntomas que aparecen después de un TCE, matizados por la región y magnitud de la lesión y que persisten desde minutos hasta días, semanas 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 problema en el lenguaje (Silver, McAllister y Arciniegas, 2009).



## **CAPÍTULO 2. TRAUMATISMO CRANEOENCEFÁLICO LEVE**

El TCE leve es la mayor causa de muerte y discapacidad en personas menores de 45 años, en Estados Unidos se reportan cerca de 1.7 millones de TCE cada año, de los cuales 1.36 millones que corresponde a un poco más del 80% son TCE leves (Logue et al. 2016). Los atletas de deportes de contacto, personal militar y víctimas de violencia doméstica tienen particularmente un alto riesgo de presentar un TCE leve (Gardner y Yaffe, 2015).

El TCE leve es el dilema diagnóstico más frecuente en el servicio de urgencias y del cual se tiene el menor registro o seguimiento neuropsicológico, por no presentar signos o síntomas neurológicos de gran relevancia. Las personas afectadas por el TCE leve se mantienen en observación médica, pero no se 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 inferior a los 30 minutos. Las personas no presentan alteraciones neurológicas relevantes y no hay evidencia clínica de fractura, pero puede presentar: cefalea, vómito aislado y/o convulsiones inmediatas post-traumática (Ferguson y Coccaro, 2009). Aunque es clasificado como “leve” este tipo de TCE puede presentar dificultades físicas, cognitivas y emocionales que comprometen la calidad de vida de los sujetos representando un costo anual de \$1.6 billones de dólares (Iraji et al., 2016).

En Estados Unidos, el TCE leve tiene una incidencia de deterioro cognitivo del 0.2% al 0.7% en caso de ausencia de fractura de cráneo y del 3.2% al 10% en adultos con fractura, de los TCE registrados, el 75 % son leves; entre las causas más frecuentes están: Accidentes de tráfico (45%) adolescentes y adultos jóvenes, caídas accidentales (30%) niños y ancianos, accidentes laborales (10%) y los recreativos (10%). Los varones son quienes sufren con mayor frecuencia este tipo de accidentes, ya que el sexo masculino está estadísticamente más implicado en actividades deportivas y laborales que los ponen en situación de riesgo (Ferguson y Coccaro 2009).

En los TCE con pérdida en el estado de alerta, hay repercusiones crónicas a largo plazo en las funciones cognitivas, la personalidad y el estado de ánimo (Mitchell, 2004). Mientras que en los TCE leves algunas veces no hay pérdida de conciencia y en la mayoría de los pacientes los síntomas se presentan de los primeros 7 a 10 días y desaparecen alrededor de los tres meses, aunque pueden persistir por un año o más (Ramalho y Castillo, 2015).

Al momento de un TCE leve se puede comprimir la vasculatura del cerebro contra la superficie ósea ya que el hueso del cráneo es sólido y relativamente inflexible, mientras que el cerebro es suave y frágil (Adams et al., 1985; Gean, 1994 en Bigler, 2001). Con un entramado de vasos delicados, es fácil ver porque un TCE leve perjudica el tejido que subyace a él. El compromiso del sistema vascular en el TCE ha sido una fuente de patologías vinculadas con una progresiva y acelerada neurodegeneración, incrementando el riesgo de presentar enfermedades como Alzheimer, Enfermedad de Parkinson o enfermedad de la motoneurona, alterando funciones neuropsicológicas como atención, memoria, funciones ejecutivas y velocidad de procesamiento principalmente. De igual manera se han identificado alteraciones en la materia gris y blanca, como secuela de un TCE leve que ocurre en conjunción con hipotensión, otra complicación secundaria común del TCE leve, estas alteraciones estructurales y funcionales han llevado a establecer una relación entre los TCE leve y el desarrollo de cuadros demenciales a largo plazo (Mortimer et al., 1991; O'Meara et al., 1997; Salib y Hillier, 1997; Schofield et al., 1997 en Vanderploeg, Curtiss y Belanger, 2005). Guo et al. (2000) demostraron que el TCE es un factor de riesgo para la demencia; si una lesión reduce aún más el volumen cerebral, con la pérdida de este volumen es probable acelerar la atrofia que se da en el envejecimiento (Danesh et al., 2015).

Una fuente potencial donde la patología del trauma puede relacionarse con el envejecimiento incrementando las dificultades de memoria es una atrofia en el fórnix, el cual forma parte del hipocampo, una de las estructuras más vulnerables después de un TCE ya que hay un agotamiento de las células hipocámpales, sus conexiones y transmisión de la información dependen de la integridad del fórnix, esta estructura cerebral se ubica por debajo del cuerpo calloso uniendo y comunicando a los hipocámpos de ambos hemisferios cerebrales, al núcleo anterior del tálamo y a los tubérculos mamilares que se vinculan con la formación de la huella de memoria (Lövbland, Schaller, y Vargas. 2014).

Kim y Gean (2001) refieren que a largo plazo las personas que han experimentado TCE leves presentan cambios cognitivos y funcionales, así como el desarrollo de condiciones médicas como la epilepsia que requiere de intervención farmacológica y médica a largo plazo o de por vida.

Es frecuente el uso de estudios de neuroimagen que ayude a determinar el grado de la lesión y sus implicaciones en el TCE leve. Bigler (2001) menciona que tanto los estudios

neuropatológicos y de neuroimagen pueden demostrar o no daño difuso, ya que en este tipo de traumatismo los estudios de neuroimagen no siempre son confiables, pues las alteraciones cognitivas se pueden presentar sin la lesión estructural propia, la ausencia de una anomalía en la imagen no equivale a una ausencia de anomalía en el funcionamiento cognitivo.

Iraji et al. (2016) realizaron un estudio de neuroimagen a personas que habían presentado TCE leve, logrando identificar alteraciones estructurales en la mayoría de los tractos de la materia blanca, encargados de brindar soporte estructural a redes neuronales, así como alteraciones en las funciones de las redes neurales que cruzan y comunican todo el cerebro, identificando patrones de funcionamiento anormal y estructural en la red cerebral de los participantes.

### **CAPÍTULO 3. TCE y Deporte**

Los TCE en deportistas producen dos tipos de tensiones biomecánicas: lesiones por aceleración-desaceleración, éstas se presentan cuando después de un golpe en la cabeza se da una aceleración y una desaceleración bruscamente por un golpe, el otro tipo de tensión ocurre cuando se da una aceleración angular o rotacional del cerebro, aquí el cerebro está fijo a lo largo del eje de la columna vertebral (Ortiz y Murguía, 2013).

En los escenarios deportivos es frecuente la presencia de TCE, la participación en deportes de contacto como el futbol soccer, futbol americano, box, básquetbol entre otros; representa un riesgo para la adquisición del TCE leve. Sólo en el futbol se estima que el 10% de los jugadores universitarios y 20% de los jugadores de preparatoria presentan un TCE leve cada temporada, esto deriva en múltiples conmociones a lo largo de meses y/o años, que puede dar como resultado alteraciones neuropsicológicas diversas. Los atletas que presentan frecuentes conmociones pueden ser sujetos a valoración y manejo por TCE leve. Un TCE en deportistas hace referencia a una alteración en el estado mental que puede involucrar o no pérdida de consciencia después de sufrir el evento traumático durante la práctica deportiva (Kushner, 2001).

Los TCE leves relacionados con el deporte han aumentado en la última década, los deportistas pueden sufrir lesiones y no mostrar inmediatamente signos o síntomas aparentes, como incoordinación motora, confusión o inclusive amnesia. Esto resulta complicado ya que los atletas de alto nivel pueden minimizar o esconder los síntomas en un intento de prevenir su reemplazo en el equipo o en la competencia (Lovell, 2008).

El dolor de cabeza es el síntoma que se reporta con mayor frecuencia. Aproximadamente el 70% de los deportistas, manifiesta padecerlo y lo describen como una sensación de presión en el cráneo que frecuentemente se localiza en la región Fronto-temporal. En ocasiones un dolor de cabeza no se considera una emergencia médica, pero cuando el dolor de cabeza es progresivo y grave, o bien cuando se acompaña de vómito y desorientación puede ser señal de un hematoma o de sangrado intracraneal, consecuencia de un TCE leve. Los dolores de cabeza se pueden presentar durante minutos o incluso horas después de la lesión, por lo cual es común que los atletas despierten con dolores de cabeza al día siguiente del TCE leve, pudiendo empeorar durante el esfuerzo físico o cognitivo (Lovell, 2008).

Los TCE relacionados con el deporte son la forma de concusión cerebral o de TCE Leve que recientemente se ha convertido en el foco de atención para la comunidad médica debido a las secuelas cognitivas, motoras y/o emocionales que puede desencadenar a largo plazo, los golpes en la cabeza que se dan como parte de la práctica en deportes de contacto se identifican como el origen de los TCE leves, actualmente se estudia los TCE leves repetidos o sumativos, los cuales son TCE leves que se presentan de manera persistente en un periodo de tiempo determinado (Asociación Americana de Psiquiatría, 2013).

Anteriormente este tipo de lesiones habían sido consideradas como “parte del juego”, ya que no representaban algún tipo de alteración, pero el incremento de casos de deportistas profesionales con dificultades cognitivas y emocionales ha permitido identificar serias consecuencias de un TCE Leve, según Echemendia y Julian, (2001) hay tres mecanismos básicos con los cuales se puede generar un TCE leve en el deporte:

1. Un golpe estacionario o un golpe contundente.
2. La cabeza golpee un objeto sin movimiento (aceleración o fuerza de tensión).
3. La cabeza se golpea paralelo a su superficie.

Se ha observado que los TCE leves que se presentan de manera repetitiva, como los que sufren los boxeadores, jugadores de fútbol y hockey, están asociados con el riesgo de desarrollar un tipo de demencia conocida como Encefalopatía Traumática Crónica (ETC), esta patología se caracteriza por una atrofia cerebral progresiva, con presencia de micro vasculopatías, alteración en las células mielínicas, neuro inflamación así como degeneración de la materia blanca, estas alteraciones se asocian con cambios conductuales, disfunción ejecutiva, dificultades en la memoria y alteraciones cognitivas que van progresando y manifestándose de manera lenta a través de los años (Ramalho y Castillo, 2015).

Lo anterior podría explicar el término de la carrera profesional de algunos atletas debido a síntomas cognitivos y emocionales, como las dificultades atencionales y disminución en los tiempos de reacción, alteraciones ejecutivas y en el comportamiento como irritabilidad y depresión, incrementando las posibilidades de una disfunción crónica degenerativa derivada de múltiples concusiones (Echemendia y Julian, 2001).

Los TCE que se presentan durante competencias deportivas se sitúan entre el 18% de los TCE reportados en la Asociación Nacional de TCE en Estados Unidos. Las escuelas, desde secundaria hasta ligas profesionales indican un porcentaje elevado de TCE leve en el deporte;

Gerberich en Echemendia y Julian (2001) reportan desde el año de 1983 que el Fútbol americano por si solo generaba cerca de 250 000 casos de TCE leve anualmente, donde el 20% que equivale a 50000 concusiones cerebrales se registraron en estudiantes de secundaria.

Debido al creciente cuerpo de investigaciones (Ferguson, y Coccaro, 2009; Amen, Wu, Joseph, Taylo, y Willeumier, 2011; Kumar et al., 2013; Cancelliere et al., 2014; Daneshvar et al., 2015; Martini et al., 2016) relacionadas a este tema se ha encontrado una estadística que va de los 1.6 a 3.8 millones de TCE leves que se presentan anualmente en el escenario deportivo formal y de recreación, de los cuales 7.3% son TCE leves con una incidencia del 3.9 % en hombres y del 4.3% en mujeres (Martini, 2016).

Por su parte Guskiewics en Echemendia y Julian (2001), menciona que del 5.1% de los jugadores que presentan una concusión en la primera temporada, el 14.7% de ellos presentará una segunda concusión en la temporada siguiente.

Actualmente los TCE leves ya no son percibidos como heridas o lesiones sin consecuencias a largo plazo, los deportistas profesionales retirados, con una larga vida deportiva incrementan las probabilidades de presentar y/o desarrollar alteraciones emocionales, demencia desencadenando cuadros de neurodegeneración, presentando un acelerado decremento de las funciones motoras y cognitivas en comparación con el proceso natural de declive cognitivo (Martini, 2016).

### **3.1 Regiones Frontotemporales y su vulnerabilidad en un TCE leve**

La frecuencia de los TCE leves en las regiones frontales y temporales, juegan un papel en la naturaleza del déficit “frontotemporal” que se observa de manera recurrente en los perfiles neuropsicológicos de pacientes con TCE leve. Es común observar dificultades en funciones ejecutivas, memoria, atención y déficits emocionales en sujetos con TCE, también es muy común ver síndromes posteriores, como agnosias sensoriales (Bigler y Clement, 1997; Van der Naalt, Hew, Van Zomeren, Sluiter, y Minderhoud, 1999, en Bigler, 2001).

Un factor que incrementa la vulnerabilidad de las regiones frontotemporales en un TCE leve, es el hueso esfenoides o hueso en forma de avispa, situado en la porción media de la base del cráneo y la silla turca, con una de las constituciones más compleja de los huesos del cuerpo humano, produciendo contusiones en ambos lóbulos frontales, frecuentemente en la parte inferior y/o posterolateral de los lóbulos frontales y en las regiones ínfero anteriores y/o medial

de los lóbulos temporales, ya que este hueso por su ubicación y estructura durante un TCE puede lesionar fácilmente dichas regiones, rasgando el tejido cerebral con los picos que sobresalen a él. El hueso esfenoides forma la frontera entre la fosa craneal anterior y media (véase imagen 1), en una vista frontal (véase Imagen 2) podemos observar las caras orbitarias, temporales y parte del ala menor que junto con el ala mayor son estructuras estrechas a los lóbulos temporales (Schünke, Schulte y Schumacher, 2015).

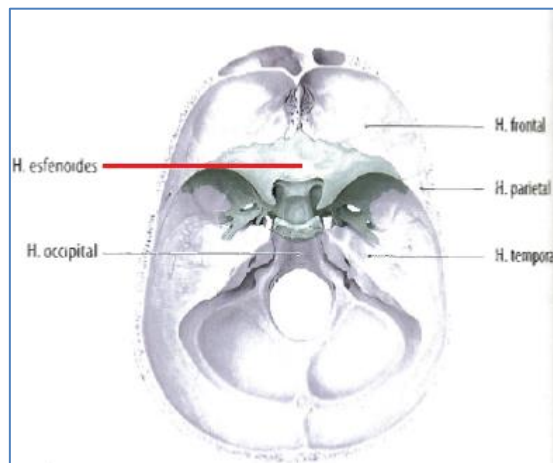


Imagen 1. Posición de la base interna del cráneo, tomada de Schünke, Schulte y Schumacher, 2015.

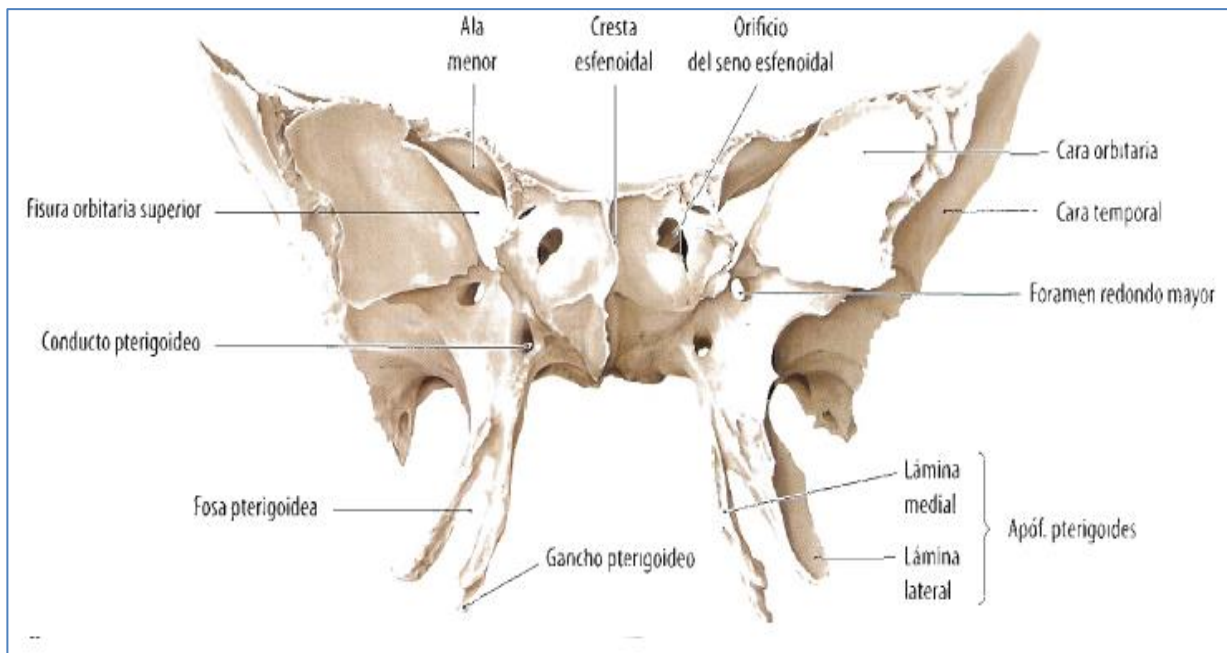


Imagen 2. Vista Frontal del Hueso Esfenoidal, tomada de Schünke, Schulte y Schumacher, 2015.

### 3.1.1 Lóbulo Frontal

Los lóbulos frontales son las estructuras cerebrales más complejas desde una perspectiva filogenética y ontogenética, siendo las estructuras cerebrales que más se tardan en alcanzar su completa funcionalidad (Flores, 2010). Debido a la diversidad de funciones y procesos neuropsicológicos que sustenta los lóbulos frontales se dividen en tres regiones, orbital, medial y dorsolateral. Estas estructuras cerebrales están implicadas en una amplia gama de funciones como son: el lenguaje, el control motor y funciones perceptuales de alto nivel; específicamente las regiones prefrontales permiten el control, la organización y la coordinación de diferentes funciones cognitivas, respuestas emocionales y comportamientos mediante diferentes funciones de autorregulación denominadas Funciones Ejecutivas (FE) (Tirapu-Ustárrroz et al, 2008).

El área prefrontal ocupa aproximadamente el 30% de la corteza cerebral y se sitúa en la parte anterior de los lóbulos frontales, teniendo un papel preponderante en las funciones asociativas de la corteza cerebral; esta área tiene una estrecha relación con el resto de las estructuras encefálicas debido a las conexiones bidireccionales que las comunican, esto permite que las FE trabajen de manera eficiente facilitando un adecuado nivel de activación. Las FE son un proceso o serie de procesos cuyo principal objetivo es facilitar la adaptación a situaciones nuevas, sistema multimodal y complejo, formado por diversos componentes: actualización, planificación, fluencia, flexibilidad, inhibición y toma de decisiones (Portellano, 2014).

Luria en Tirapu-Ustárrroz *et al.* (2008) menciona que los lóbulos frontales representan un sistema de planeación, regulación y control de los procesos psicológicos, participan de manera decisiva en la formación de intenciones y programas, así como en la verificación y regulación de las formas más complejas de la conducta humana. Al ser responsables de este funcionamiento ejecutivo Goldberg, los llama “director de orquesta”; se establecen como el principal sustrato anatómico de las funciones ejecutivas, encargados de coordinarla información proveniente del resto de las estructuras cerebrales.

Las funciones ejecutivas se han definido como las capacidades mentales esenciales para llevar a cabo una conducta eficaz, creativa y aceptada socialmente (Lezak 1987, en Tirapu-Ustárrroz et al. 2008). Sohlberg y Mateer (1989) proponen que dichas funciones abarcan una serie de procesos cognitivos, entre los que destacan la anticipación, elección de objetivos, planificación, selección de la conducta, autorregulación, autocontrol y uso de retroalimentación. En términos generales las funciones ejecutivas se refieren a un grupo de capacidades cognitivas



que pueden agruparse en una serie de componentes (Tirapu-Ustárrroz *et al.* 2008), dentro de los que destacan:

1. Las capacidades necesarias para formular una meta
2. Facultades implicadas en la planificación de los procesos y las estrategias para lograr los objetivos.
3. Las habilidades implicadas en la ejecución de los planes
4. El reconocimiento del logro/no logro y de la necesidad de alterar la actividad y generar nuevos planes de acción.

El desarrollo de las funciones ejecutivas permiten la anticipación y establecimiento de metas, el diseño de planes, programas y el inicio de las actividades, por lo cual involucra la atención memoria de trabajo, habilidades motrices y pensamiento abstracto (Estévez-González, García Sánchez y Barraquer-Bordas 2000). Cuando se compromete el funcionamiento del sistema ejecutivo se pueden observar alteraciones en algunas de las habilidades anteriormente descritas, relacionadas a la estructura lesionada involucrando conexiones existentes a dicha estructura.

En un contexto clínico se ha acuñado el término de síndrome disejecutivo para definir una serie de alteraciones de las funciones ejecutivas y que comprende los siguientes elementos (Muñoz-Céspedes, y Tirapu-Ustárrroz, 2004):

1. Dificultad para centrarse en una tarea y finalizarla sin un control ambiental externo.
2. Presencia de un comportamiento rígido perseverante, a veces con conductas estereotipadas.
3. Dificultades en el establecimiento de nuevos repertorios conductuales junto con una falta de capacidad para utilizar estrategias operativas.
4. Limitaciones en la productividad y la creatividad con falta de flexibilidad cognitiva.

Slachevsky et al. (2005) mencionan cuatro síndromes disejecutivos:

- Síndrome Dorsolateral o Disejecutivo. Este síndrome puede ser provocado por una lesión en cualquier región del circuito Dorsolateral. Las alteraciones cognitivas que podemos identificar pueden ser: dificultades en memoria de trabajo, déficit en la programación motora, reducción de la fluidez verbal y no verbal, alteraciones en su comportamiento, dificultades para seguir una secuencia u ordenar los acontecimientos en el tiempo, alteraciones en la resolución de problemas y en la toma de decisiones.

- Síndrome Orbitofrontal. Cuando la lesión se encuentra a nivel del circuito orbitofrontal, encontraremos alteraciones como: una conducta desinhibida, conductas de imitación y utilización, inhabilidad para regular su conducta en base a los requerimientos u objetivos internos y moria la cual es definida por León-Carrión en el 2001 como “...Humor lábil, tendencia general a la euforia, humor “tonto”, infantil y compulsivo, expresión generalmente impulsiva y desinhibida”.

- Síndrome Mesial Frontal. Las características de pacientes con lesiones en esta área son: mutismo akinético, pueden presentar un estado de ausencia de motivación o iniciativa, acompañado de apatía.

- Síndrome disejecutivo subcortical. Cuando el daño es a nivel de estructuras subcorticales de sustancia blanca o gris, presentarán alteraciones como: pensamiento enlentecido, memoria, específicamente a nivel de la codificación, baja recuperación de la información, pobreza en la resolución de problemas, apatía, depresión. El cíngulo anterior situado en la profundidad de los lóbulos frontales hace parte del sistema límbico, ayudando a modular las respuestas autonómicas y emocionales, pero tiene también un papel importante en tareas de supervisión atencional. Es una estructura que opera como sistema de atención ejecutiva. Este sistema sirve para asegurarse de que otras regiones del cerebro trabajen adecuadamente, es el más eficiente para ayudar a desarrollar y mantenerse en la tarea actual, sus interacciones con la corteza prefrontal permiten seleccionar el proceso de memoria de trabajo adecuado para la acción. Sus interacciones con la corteza posterior sirven para amplificar la actividad de un módulo perceptual sobre otros (Lopera, 2008).

### **3.1.2. Lóbulo Temporal**

Los lóbulos temporales situados bajo la cisura de Silvio y anterior al lóbulo occipital, están vinculadas con diferentes procesos psicológicos superiores, entre ellos la memoria, dentro de la neuropsicología se han descrito numerosos casos de alteraciones mnésicas relacionadas con lesiones en los lóbulos temporales (Amen et al, 2011; Gardner y Yaffe, 2015; Logue et al., 2016)

Se han descrito diferentes sistemas de memoria: sensorial, con duración de pocos segundos, memoria a corto plazo, de capacidad limitada que actúa entre la memoria sensorial y la memoria a largo plazo, esta última con capacidad ilimitada, no exentándose del efecto del olvido por desuso o por la adquisición de nueva información. Cuando se habla de este procesamiento y consolidación de la información, específicamente a largo plazo, hay estructuras que son de vital importancia en el proceso de memoria, las estructuras diencefálicas y mediales; diferentes investigaciones han identificado que la pérdida de información previamente almacenada es la patología más frecuente cuando se presentan daños cerebrales como TCE (Portellano, 2014).

La memoria se puede dividir en memoria declarativa y memoria no declarativa, mientras que para la recuperación de la memoria declarativa las regiones anatómicas que se activan son los lóbulos temporales y prefrontales, específicamente dorsolaterales y anterolaterales, para la memoria no declarativa, que se refiere a los recuerdos no conscientes en los que se basan nuestros hábitos perceptivos y motores (Correa, 2007, en Portellano, 2014), las estructuras neuroanatómicas implicadas son: ganglios basales, corteza prefrontal, amígdala y cerebelo.

Diversos autores (Ruiz y Cansino, 2005; Etchepareborda y Abad-Mas, 2005) proponen que la memoria puede subdividirse en etapas, el primero sería el registro, identificar que la persona logró rescatar, por lo menos una parte de la información proporcionada, la segunda es la codificación, en esta etapa la información se transforma en una representación mental previamente almacenada, esta etapa es crucial para el establecimiento de la huella mnésica ya que está íntimamente relacionada con el proceso atencional, la tercera etapa es el almacenamiento, es aquí donde se lleva a cabo el ordenamiento y categorización de la información, la última etapa es la evocación o recuperación, el cual se caracteriza por acceder a la información almacenada de manera consciente a través del recuerdo y la familiaridad. Cuando se presentan dificultades en la memoria algunas de

las etapas anteriormente mencionadas estarán comprometidas, por lo que evaluar las diferentes etapas permitirá identificar el nivel en el que se encuentra la alteración en el proceso mnésico.

La vulnerabilidad de estas estructuras cerebrales se evidencia en los TCE leves, un estudio realizado por Sours et al (2013) mostró dificultades de memoria en sujetos con TCE leve, ellos evaluaron a 23 sujetos dividiéndolos en grupos con TCE leve y quejas de memoria, otro grupo sin quejas de memoria y uno control, el estudio reportó que aunque los tres grupos no mostraron diferencias en pruebas de tamizaje, específicamente el examen Minimal, sí lo hicieron en las pruebas neuropsicológicas, donde los sujetos que reportaban dificultades mnésicas tuvieron una peor ejecución respecto a los demás, mostrando también alteraciones en sus tiempos de reacción.

## **CAPÍTULO 4. LA NEUROPSICOLOGÍA EN EL DEPORTE**

La valoración neuropsicológica implica el estudio del comportamiento por medio de entrevistas, cuestionarios y pruebas estandarizadas, lo que permite desarrollar e implementar una evaluación de los TCE leves en el deporte, debido a que puede contribuir de manera importante con pruebas neuropsicológicas y técnicas para el diagnóstico de TCE leve y documentar la recuperación de funciones, posterior al TCE leve (Echemendia y Julian, 2001).

Los TCE son muy comunes en jugadores de futbol americano, lo cual ha llevado a establecer la relación de estos traumatismos con el desarrollo de impedimentos cognitivos, demencia y depresión que posteriormente desarrollan algunos de estos jugadores (Amen, Wu, Taylor y Willeumier, 2011).

Estudios realizados por la Liga Nacional de Futbol en Estados Unidos reportaron que jugadores retirados entre 30 y 49 años de edad tiene 20% mayor probabilidad de ser diagnosticados con alguna patología relacionada con demencia en comparación con la población de esa misma edad no relacionada con dicho deporte, mientras que 6.1% de los jugadores mayores a 50 años de edad reciben el diagnóstico de demencia (Amen, Wu, Taylor y Willeumier, 2011). Por lo tanto, las repercusiones de un TCE no se limitan a impedimentos cognitivos, estudios realizados también han demostrado que las personas que presentan TCE están en mayor riesgo de desarrollar adicción a sustancias tóxicas (Graham y Caron 2008; Olson-Madden et al. 2010 en Amen, Wu, Taylor y Willeumier, 2011).

Una de las ventajas que ofrece la evaluación neuropsicológica es el bajo costo económico que tiene con relación a otros métodos de estudio del cerebro; permite una evaluación tanto cuantitativa como cualitativa.

El uso de las pruebas neuropsicológicas en el deporte es de reciente desarrollo, dando inicio a mediados de 1980, investigadores de la Universidad de Virginia, demostraron el éxito de las pruebas neuropsicológicas en la documentación de la recuperación cognitiva de atletas después de un TCE leve (Lovell, 2008).

Existen diversas pruebas para valorar de manera global o específica las funciones cognitivas en el hombre, en el caso de los pacientes con TCE se han utilizado diferentes pruebas que valoran distintas funciones, que de manera consistente se han reportado alteradas en los TCE leves tales como: la memoria, funciones ejecutivas lenguaje y atención. Algunos de los instrumentos más utilizadas son: la Escala Clínica de Memoria de Wechsler, la Torre de Londres

o Torre de Hanoi, el Wisconsin Card Sorting Test, Trial Making Test, Test de Palabras y Colores de Stroop (Tirapu-Ustárrroz et al., 2008)

Goethals et al. (2004) realizó un estudio en el que encontró que los pacientes con daño cerebral difuso tienen un rendimiento significativamente menor en la prueba de Palabras y Colores de Stroop, evidencia que se tomó como indicador de un déficit en la resistencia de la interferencia mental.

De manera similar en un estudio realizado por Casalis et al., (2006) con pacientes con TCE leve se observaron los correlatos cerebrales del síndrome disejecutivo en tareas de planeación con la prueba de la Torre de Londres. Se encontró que la activación cerebral de la corteza Prefrontal Dorsolateral izquierda y la corteza del cíngulo anterior están estrechamente relacionadas con la ejecución de esta prueba. Un desempeño bajo en la prueba se asoció con una activación reducida en ambas regiones.

La prevalencia de lesiones frontales y temporales sugieren que la memoria, las funciones ejecutivas, las habilidades motoras, la velocidad de procesamiento y la personalidad son los cambios predominantes en la clínica observada en los sujetos con TCE (Bigler, 2001).

Las funciones cognitivas que presentan alteraciones con mayor frecuencia son las relacionadas con memoria y tiempos de reacción, así como flexibilidad cognitiva esto puede ser derivado de que las regiones anatómicas de mayor impacto en un TCE leve, son las frontales y temporales las cuales tienen relación con dichas funciones implicadas.

#### **4.1 Alteraciones Neuropsicológicas por TCE leve en el deporte**

Un estudio realizado por Killam, Cautin, y Santucci, (2005) con atletas de deportes de contacto como jockey sobre hielo y americano, después de una valoración neuropsicológica, reportaron alteraciones en las funciones neuropsicológicas, entre las más comprometidas se encuentran los problemas de memoria y la velocidad de procesamiento, esta evidencia sugiere que la participación en deportes de contacto puede producir alteraciones cognitivas, las cuales pueden ser producto de impactos acumulativos por múltiples TCE leves.

En el estudio realizado por Majerske *et al.* (2008) con atletas de alto rendimiento encontró que estos deportistas presentaban un pobre funcionamiento en la memoria visual y en los tiempos de reacción, demostrando que los atletas que se comprometen en un alto nivel de actividad tienden a demostrar peores puntuaciones neurocognitivas y bajos tiempos de reacción,

sin evidencia de una lesión cerebral aparente, mientras los que se comprometen en un nivel intermedio presentan mejores puntuaciones cognitivas y mejores tiempos de reacción.

Vanderploeg, Curtiss y Belanger (2005) mencionan que los TCE leves dentro de la práctica deportiva pueden generar: confusión, desorientación temporal, dificultades cognitivas, principalmente: enlentecimiento cognitivo, una pobre concentración, dificultades en la atención, problemas de memoria, flexibilidad mental y en memoria de trabajo y cambios conductuales como: irritabilidad, labilidad emocional y depresión, es común que la mayoría de los pacientes presenten una combinación de estos síntomas.

En el 2015 Daneshvar et al realizaron un estudio con jugadores retirados de la NFL, los cuales reportaron alteraciones cognitivas, principalmente en la memoria, encontrándose un declive importante en la memoria episódica, disfunción ejecutiva con hiperactivación o hipoconectividad principalmente en la región Dorsolateral, con incremento en el diagnóstico de depresión por parte de estos jugadores.

Los deportistas están expuestos a un factor poco trabajado en el TCE leve, la hipertermia, caracterizada por el incremento extracelular en los niveles de glutamato generando neurotoxicidad, inflamación e incremento de la muerte celular (Sharma, 2006), Titus, Furones, Atkins y Dietrich en el 2015, identificaron que al presentarse un TCE leve se incrementa la temperatura del tejido cerebral levemente, este incremento se traduce en un inflamación del tejido cerebral durante un TCE leve lo cual puede contribuir a la muerte neuronal de estructuras involucradas con la memoria a largo plazo, esto puede suceder hasta un mes después de haber sufrido el TCE leve, por lo que los efectos de la atrofia cerebral pueden no verse inmediatamente.

Estos efectos cognitivos por TCE leves repetidos fueron en un inicio reconocidos en la población boxística, como síndrome demencial pugilístico, asociado con alteraciones en estructura de la proteína tau, actualmente los estudios se han extendido a otras disciplinas deportivas, principalmente los deportes de contacto, derivado de alteraciones cognitivas, emocionales y a la muerte súbita de algunos deportistas en activo (Pearce, 2015).

Un estudio realizado a 513 jugadores retirados de la NFL con reporte de dificultades cognitivas mostró un perfil neurocognitivo similar de las dificultades presentes en los jugadores y las reportadas por los pacientes con Enfermedad de Alzheimer, lo cual sugiere un incremento

en las dificultades cognitivas en el transcurso de la vida de los jugadores retirados reflejando una disminución en la reserva cerebral (Pearce, 2015).

La población deportista de jóvenes que cursan la preparatoria y la universidad, están en riesgo de generar alteraciones en diferentes procesos cognitivos como la memoria, la velocidad de procesamiento, el funcionamiento ejecutivo y la atención principalmente, derivados de los TCE leves de su práctica deportiva, por lo cual se ha buscado desarrollar programas para reducir los riesgos de TCE leves durante el juego, debido a las secuelas cognitivas y /o emocionales a largo plazo que se pueden generar por regresar al juego inmediatamente después de sufrido un TCE leve, en el 2009 varios estados en Estados Unidos entre ellos Washington implementaron un sistema de ley para regular el regreso al juego de los jóvenes atletas, esto a raíz de que un adolescente de 13 años presentara un daño cerebral permanente después de regresar al juego tras sufrir un TCE leve (McClain, 2015).

Anteriormente la decisión de si un deportista regresaba o no al juego se tomaba con base a la severidad de la contusión para determinar si el deportista está apto para regresar al juego. Se debe desarrollar un plan de acción, el cual contemple una valoración médica de la lesión, así como la disposición y valoración para regresar al juego. Es necesario que se tenga información y conozcan los signos y síntomas de una concusión para poder identificarla correctamente, también se propone una valoración neurológica y neuropsicológica. Los puntos anteriores deben formar parte de la revisión del deportista y así contar con información más certera acerca de su posible regreso al juego, disminuyendo las probabilidades de lesiones mayores o secuelas a largo plazo.



## **CAPÍTULO 5. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS**

### **5.1 Justificación de la investigación**

El TCE leve es considerado de menor relevancia médica y neuropsicológica, en comparación con los TCE moderados y severos. Al no presentar signos o síntomas neurológicos de gran importancia, los pocos pacientes que llegan al servicio médico, se mantienen en observación, sin embargo, no se realiza una valoración neuropsicológica formal. Estudios neuropsicológicos (Titus et al., 2015; Sours et al., 2013; Gardner y Yaffe, 2015) detallados han podido mostrar alteraciones neuropsicológicas en pacientes con un TCE leve derivado de la práctica deportiva, por lo que un diagnóstico certero y un adecuado manejo, representa un reto para los que practican la medicina deportiva y para los especialistas involucrados en la evaluación de las funciones cognitivas.

Debido a la exigencia deportiva, la corta vida de los jugadores dentro de la cancha y la necesidad de mantener su lugar dentro de un equipo y/o plantel deportivo con un alto desempeño lleva a los jugadores a permanecer en el juego aún después de haber presentado una lesión leve; esto ha incrementado el número de TCE leves reportados entre los deportistas; lo cual es un riesgo significativo para todos los atletas que practican deportes de contacto (McKee et al 2014).

Dentro de países europeos y en Estados Unidos de Norteamérica se han realizado diversas investigaciones para determinar las alteraciones neuropsicológicas que puede presentar un deportista universitario después de sufrir un TCE leve en el campo de juego; actualmente en nuestro país es escasa la información acerca de este tema, brindándole mayor auge a los TCE moderados y severos, manteniendo a los de clasificación leve al margen, inclusive en el área deportiva, donde una adecuada valoración y diagnóstico neuropsicológico podría brindar las herramientas adecuadas a los atletas para trabajar las alteraciones neuropsicológicas que presenten y continuar con éxito su vida académica. Por lo cual determinar las alteraciones neuropsicológicas presentes en los deportistas universitarios mexicanos permitiría establecer un trabajo de intervención propio a las necesidades que tienen como estudiantes y deportistas.

## **5.2 Planteamiento del Problema**

La literatura acerca de TCE leve en deportistas se ha incrementado en la última década de manera exponencial, especialmente en países anglosajones. América Latina y México aún no cuentan con estudios que profundicen sobre el quedando las investigaciones limitadas a los TCE moderados y severos.

Se tiene información que los TCE leves, especialmente cuando son repetitivos pueden desencadenar dificultades cognitivas y/o emocionales (McClain, 2015), por lo cual es importante determinar si los universitarios que practican deportes de contacto presentan alteraciones neuropsicológicas derivadas de los TCE leves, y de ser así, identificar qué procesos neuropsicológicos comprometidos.

Contar con esta información permitiría determinar si la atención médica y psicológica que reciben los deportistas universitarios puede ayudar a disminuir los factores de riesgo ante un TCE leve y poder establecer y desarrollar un seguimiento a los universitarios mexicanos que practican algún deporte de contacto institucional.

## **5.3. Preguntas de investigación**

La presente investigación tiene base en las siguientes interrogantes:

¿El TCE Leve derivado de la práctica deportiva provoca alteraciones neuropsicológicas en deportistas amateurs universitarios que practican el futbol soccer y americano?

¿Cuáles son los principales procesos neuropsicológicos alterados en deportistas de futbol soccer en una liga amateur universitaria?

¿Cuáles son los principales procesos neuropsicológicos alterados en deportistas de futbol americano en una liga amateur universitaria?

¿Existe diferencias en el desempeño de las pruebas neuropsicológicas entre grupos (soccer y americano)?

## **5.4 Hipótesis**

En la presente investigación partimos de las siguientes hipótesis:

1. Las alteraciones neuropsicológicas en los deportistas universitarios mexicanos que practican de manera formal futbol soccer y americano son resultado de los TCE leves derivados en la práctica deportiva
2. Los jugadores universitarios mexicanos de futbol americano presentan mayores alteraciones neuropsicológicas en comparación con los de futbol soccer debido a los TCE leves sufridos en la práctica deportiva

## **5.5 Objetivos de la investigación**

### **Objetivo General:**

Determinar si existen alteraciones neuropsicológicas en jugadores universitarios mexicanos de futbol soccer y americano derivadas de los TCE leves durante su práctica deportiva.

### **Objetivos Específicos**

1. Establecer si hay una relación entre TCE leves y alteraciones neuropsicológicas.
2. Identificar cuáles procesos neuropsicológicos presentan mayor grado de alteración
3. Analizar si hay diferencias en el rendimiento neuropsicológico entre los grupos de jugadores de futbol americano y futbol soccer.

## **CAPÍTULO 6. DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO**

### **6.1 Diseño:**

Para esta investigación se llevó a cabo un estudio no experimental de tipo transversal, de carácter descriptivo y correlacional (Sampieri, Collado y Baptista, 2010).

### **6.2 Variables**

#### **Variable Independiente**

**TCE Leve:** A manera de auto reporte los participantes refirieron la cantidad de eventos traumáticos con características de TCE leve (confusión, visión borrosa, desorientación, etc.) que han tenido a largo de su práctica deportiva.

#### **Variable Dependiente**

**Funcionamiento Cognitivo:** Puntaje obtenido en las diferentes pruebas neuropsicológicas aplicadas

**Tipo de deporte:** Se tipificaron a los deportistas con base en su práctica deportiva: Fútbol americano y Fútbol soccer

#### **Variables sociodemográficas:**

Edad, sexo, escolaridad, lateralidad

El funcionamiento neuropsicológico se determinó a través del desempeño de los sujetos en 20 tareas.

### **6.3 Participantes**

La muestra se efectuó por conveniencia a 20 deportistas universitarios de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP) que accedieron a participar de manera voluntaria vía consentimiento informado. De los cuales 10 practicaban fútbol soccer y 10 fútbol americano. El tiempo de práctica del deporte se tomó en meses.

#### **6.2.1 Criterios de selección del estudio:**

##### **a) Criterios de inclusión**

- Estudiantes de la UASLP que pertenezcan al equipo amateur (practicantes del deporte que no reciben retribución económica) universitario de fútbol soccer o americano.

- Jugadores que se encuentren en un rango de edad de 18 a 25 años.
- Jugadores que tengan un año a más ininterrumpido en la práctica deportiva actual
- Hablantes de español
- Visión normal o corregida
- Haber reportado al menos un TCE leve durante su práctica deportiva no mayor a 3 meses al momento de la prueba.

#### **b) Criterios de exclusión**

- Padecer algún tipo de enfermedad del sistema nervioso central o psiquiátrica
- Haber presentado un TCE moderado o severo en un periodo menor a 1 año
- Durante la evaluación
- Tener menos de un año practicando el deporte actual al momento de la evaluación.
- Sujetos farmacodependientes
- Consumir algún medicamento para el SNC

### **6.4 Descripción de los Instrumentos**

#### **6.4.1 Entrevista para la obtención de la Historia Clínica (anexos)**

El cuestionario es un instrumento básico dentro del campo de la salud, nos brinda información de los diferentes momentos, etapas y fases de desarrollo de la persona, con este instrumento se pretende obtener información acerca del desarrollo del sujeto y su historia de TCE Leve y posibles patologías o factores que lo hagan o no candidato a este estudio.

#### **6.4.2 Post concussive Symptom Check List (anexos)**

Se adaptó al español una escala subjetiva sobre TCE leve en deportistas llamada Post Concussive Symptom Check List (Landre et al., 2006) la cual se usó en los participantes. Este cuestionario consta de 60 reactivos, los cuales evalúan diversos signos y síntomas relacionados con los TCE leve durante la práctica de algún deporte, además de la intensidad, frecuencia y duración de los mismos. El instrumento demostró obtener altos indicadores de consistencia interna  $\alpha = .836$  por lo que se puede aseverar que en su adaptación es un buen instrumento (Aron, Coups, y Aron, 2013).

### **6.4.3 Inventario de Depresión de Beck (Beck, 1996)**

Esta escala es la más utilizada ya que toma en cuenta manifestaciones fisiológicas, conductuales y cognitivas vinculadas con la depresión. Está conformada por 21 ítems, con cuatro a cinco afirmaciones con valores numéricos de 0 a 3 que van de la menor a la mayor intensidad en la respuesta del participante. La estandarización para la Ciudad de México se publicó en 1998, presentando los puntos de corte para graduar cualitativamente la severidad del cuadro depresivo en esta población que van de: No depresión 0 a 9 puntos, Depresión leve 10 a 16 puntos, depresión moderada 17 a 29 puntos y depresión grave a partir de los 30 puntos (Jurado et al., 1998), esta escala se utilizó para identificar a los jugadores con manifestaciones fisiológicas, conductuales y cognitivas vinculadas con la depresión y poderlos excluir de la muestra para esta investigación.

### **6.4.4 Valoración Neuropsicológica**

#### **6.4.4.1 Neuropsi Atención y Memoria (Ostrosky et al, 2003)**

El Neuropsi Atención y Memoria (Ostrosky et al., 2003) evalúa los procesos cognitivos de orientación, atención y concentración, memoria de trabajo, memoria verbal y visual, funciones ejecutivas y funciones motoras. Está normalizada para población mexicana, las edades que abarca son de los 6 a los 80 años de edad, los rangos de escolaridad que maneja son de 0 a 3 años, 4 a 9 y 10 años en adelante.

Para esta investigación se seleccionaron 5 subpruebas de la Batería Neuropsi Atención y Memoria (Ostrosky, 2003) que se especializan en la evaluación de procesos como atención, memoria, capacidades viso constructivas y funciones motoras, procesos reportados en la literatura de mayor compromiso en personas que han presentado TCE leves (Lovell, 2008; Tirapu-Ustárrroz et al., 2008):

#### **Retención de dígitos directos**

Esta tarea valora especialmente la capacidad de atención inmediata y la vigilancia, la capacidad de memoria inmediata es muy sensible a las interferencias y tiene una capacidad limitada; Hayslip y Kennnelly (1980) en Peña-Casanova, 2005, los consideran

un índice del “span pasivo de aprehensión” (Ostrosky-Solís, Gómez, Matute, Rosselli, Ardila y Pineda, 2003)

#### **Lista de palabras**

Esta prueba valora las capacidades mnésicas de evocación inmediata y diferida en la modalidad verbal de los sujetos (Ostrosky-Solís, Gómez, Matute, Rosselli, Ardila y Pineda, 2003).

#### **Copia y evocación de la figura de Rey-Osterreith**

Esta tarea brinda información relevante acerca de la actividad perceptiva del sujeto, en base a la forma en que el sujeto copia la figura presentada; la reproducción efectuada después de retirado el modelo da información sobre el grado y fidelidad de su memoria visual (Rey, A. 2003) (Ostrosky-Solís, Gómez, Matute, Rosselli, Ardila y Pineda, 2003)

#### **Memoria lógica**

Es una prueba neuropsicológica que evalúa memoria verbal inmediata y diferida, esta prueba cuenta con normas obtenidas en la población mexicana, considerando la edad y escolaridad (Ostrosky-Solís, Gómez, Matute, Rosselli, Ardila y Pineda, 2003)

#### **Funciones motoras**

Esta subescala está conformada por 5 tareas, (seguir un objeto, reacciones opuestas, reacción de elección, cambio de posición de la mano, dibujos secuenciales) brinda información de posibles defectos motores o sensoriales, de manera específica se pretende obtener información de la fuerza, velocidad y coordinación del sujeto (Ostrosky-Solís, Gómez, Matute, Rosselli, Ardila y Pineda, 2003).

6.4.4.2 Batería de Lóbulos Frontales y Funciones Ejecutivas (Flores, Ostrosky y Lozano, 2008).

La Batería Neuropsicológica de Funciones Ejecutivas y Lóbulos Frontales (BANFE) (Flores, Ostrosky-Solís y Lozano, 2008) fue seleccionada para trabajar con los participantes, debido a que permite realizar una evaluación extensa y precisa del compromiso en el funcionamiento de los Lóbulos Frontales, en ella se agrupan un número importante de pruebas neuropsicológicas de alta confiabilidad y validez para la evaluación de procesos cognitivos que dependen principalmente de la Corteza Prefrontal, lo cual permite identificar la relación entre

el desempeño del participante y la región prefrontal que sustenta el proceso evaluado, obteniendo un perfil neuropsicológico de su rendimiento en las funciones ejecutivas específicamente. La BANFE permite obtener un índice global del desempeño de la batería y uno del funcionamiento de las tres áreas prefrontales evaluadas: corteza orbitofrontal (COF), corteza prefrontal medial (CPFM), corteza prefrontal dorsolateral (CPF DL) y de la corteza prefrontal anterior (CPFA). Ostrosky y Flores (2008) señalan que las pruebas que conforman la batería se seleccionaron con base en su validez neuropsicológica debido a que son pruebas ampliamente utilizadas por la comunidad internacional, con suficiente soporte en la literatura científica, con especificidad de área, determinada tanto por estudios con sujetos con daño cerebral, así como, por estudios de neuroimagen funcional que apoyan esta especificidad de área. Este es un procedimiento de validez convergente y clínica propuesto para la neuropsicología.

Las puntuaciones normalizadas tienen una media de 100 y una desviación estándar de 15, esta batería también permite clasificar la ejecución de una persona en categorías descritas en la Tabla 2:

Tabla 2. Descripción de la clasificación de las puntuaciones normalizadas

CLASIFICACION	PUNTUACIÓN TOTAL NORMALIZADA
Normal alto	116 en adelante
Normal	85 -115
Alteraciones leves a moderadas	70 -84
Alteraciones severas	menos de 69

(Ostrosky-Solís, Gómez, Matute, Rosselli, Ardila, y Pineda 2003).



Las pruebas que conforman la BANFE fueron seleccionadas y divididas con base a un criterio anatómo-funcional: pruebas que evalúan las funciones que dependen de la COF, CPFM, CPFDL y CPFA (Flores, Ostrosky-Solís y Lozano, 2008). En la Tabla 3 se muestran el mapa conceptual de la BANFE.

Tabla 3. Pruebas que conforman la BANFE

METAFUNCIONES (CPFA)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metamemoria</li> <li>• Comprensión de sentido figurado</li> <li>• Actitud abstracta</li> </ul>
FUNCIONES EJECUTIVAS (CPFDL)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fluidez verbal</li> <li>• Productividad</li> <li>• Flexibilidad mental</li> <li>• Planeación viso espacial</li> <li>• Planeación secuencial</li> <li>• Secuenciación inversa</li> <li>• Control de codificación</li> </ul>
MEMORIA DE TRABAJO (CPFDL)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Memoria de trabajo visual auto dirigida</li> <li>• Memoria de trabajo verbal-ordenamiento</li> <li>• Memoria de trabajo viso espacial-secuencial</li> </ul>
FUNCIONES BASICAS (COF Y CPFM)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control inhibitorio</li> <li>• Seguimiento de reglas</li> <li>• Procesamiento riesgo-beneficio</li> </ul>

(Flores, Ostrosky-Solís y Lozano 2008).

En la Tabla 4 podemos identificar las pruebas que evalúan las diferentes funciones ejecutivas y la región prefrontal de la que dependen principalmente.

Tabla 4. Pruebas que integran la BANFE

REGIÓN PREFRONTAL	PRUEBA	CAPACIDAD QUE EVALÚA
Corteza Orbitofrontal y Corteza Prefrontal Medial	Stroop	Control inhibitorio
	Prueba de cartas de “Iowa”	Detectar y evitar selecciones de riesgo/beneficio.
	Laberintos	Respetar límites y seguir reglas.
	Señalamiento auto dirigido	Utilización de la memoria de trabajo viso-espacial
	Memoria de trabajo viso-espacial secuencial	Retener y reproducir activamente el orden secuencial viso-espacial.

Corteza Prefrontal Dorsolateral	Memoria de trabajo verbal, ordenamiento	Manipulación mental de la información verbal contenida en la memoria de trabajo.
	Prueba de clasificación de cartas	Generación de una hipótesis de clasificación y para cambiarlo de forma flexible.
	Laberintos	Anticipación de forma sistemática la conducta viso-espacial.
	Torre de Hanoi	Anticipación de forma secuenciada acciones tanto en orden progresivo como regresivo.
	Resta consecutiva	Desarrollar secuencias en orden inverso
	Generación de verbos	Producción de forma fluida en un margen de tiempo la mayor cantidad de verbos.
Corteza Prefrontal Anterior	Generación de Clasificación Semántica	Productividad de grupos semánticos y capacidad de actitud abstracta
	Comprensión y selección de refranes	Comprensión, comparación y selección de respuestas con sentido figurado.
	Curva de metamemoria	Desarrollo de una estrategia de memoria, realización de juicios de predicción de desempeño y ajustes en entre el desempeño real e imaginario.

(Flores, Ostrosky-Solís y Lozano, 2008)

## 6.5 Procedimiento

Primero se realizó la entrevista para determinar si los participantes cumplían con los criterios de inclusión, los participantes que resultaron aptos para la investigación contestaron el cuestionario Post concussive Symptom Check List, para determinar la intensidad de los síntomas en su último TCE leve. De manera posterior se evaluó a los participantes utilizando las pruebas neuropsicológicas en tres sesiones de una hora aproximadamente, la evaluación se realizó en un cubículo dentro de la biblioteca de su campus, siendo espacios amplios, asilados del ruido, con una adecuada iluminación natural y gracias a las condiciones ambientales de las bibliotecas la temperatura de cubículo era templada, se contó con una mesa rectangular y dos sillas.

## **6.6 Análisis Estadístico**

Los datos obtenidos fueron comparados a nivel estadístico y clínico de forma cuantitativa y cualitativa observando las tendencias de las medias. Se utilizaron las pruebas de El coeficiente de correlación de Pearson ( $r$ ) para establecer la relación que pudiera existir en las variables de estudio y la prueba de Kolmogorov-Smirnov para muestras independientes no paramétricas para determinar las diferencias en la distribución de los puntajes en ambos grupos.

La captura y análisis de los datos se realizaron en el programa estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) para Windows en su versión número 20. Para el análisis descriptivo, se obtuvieron las medidas de tendencia central y dispersión de las variables sociodemográficas.

## CAPÍTULO 7. RESULTADOS

En la tabla No. 5 se observan los estadísticos descriptivos para el historial deportivo de los participantes y las variables demográficas. El tiempo de práctica del deporte se estableció en meses. Las tablas No. 6 y 7 presentan los estadísticos descriptivos por grupo, al analizar a los grupos de manera independiente no se encontraron datos estadísticamente significativos entre los indicadores de TCE leve y la ejecución de las pruebas neuropsicológicas

Tabla 5. Estadísticos Descriptivos de jugadores de futbol soccer y americano

	N	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desviación Estándar
Edad	20	18	25	20.25	19.50	1.88
Tiempo Práctica	20	12	216	93.60	84	68.17
Edad de Inicio	20	6	20	12.75	13	4.94
Frecuencia Práctica Deporte	20	3	6	4.65	5	.93
Número TCE Leve	20	2	80	26.05	22.50	27.76

Nota. El tiempo de práctica se tomó en meses y la frecuencia de la práctica se tomó en días a la semana

Tabla 6. Estadísticos Descriptivos de jugadores de futbol soccer

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación Estándar
Tiempo Práctica	10	72	192	134.40	42.256
Edad de Inicio	10	6	16	10.00	3.528
Frecuencia Práctica Deporte	10	3	5	4.30	.823
Número TCE Leve	10	2	50	16.20	16.950

Tabla 7. Estadísticos Descriptivos de jugadores de futbol americano

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación Estándar
Tiempo Práctica	10	12	216	52.80	65.775
Edad de Inicio	10	6	20	15.50	4.720
Frecuencia Práctica Deporte	10	3	6	5.00	.943
Número TCE Leve	10	4	80	35.90	26.253

Al analizar en conjunto el total de los participantes, se encontró una asociación negativa moderada entre la edad de inicio de la práctica del deporte y las alteraciones en las funciones ejecutivas  $r(20) = -0.53, p < 0.05$ , identificada a través de la puntuación de la BANFE.

En los procesos de atención y memoria evaluados a través del Neuropsi Atención y se encontraron los resultados descritos en la tabla No. 8, que evalúan los procesos de memoria a nivel de codificación, recuperación espontánea, por claves y por reconocimiento, así como los datos sociodemográficos de los participantes. Se utilizó una correlación de Pearson para asociar el tiempo de la práctica del deporte con la ejecución de las pruebas, obteniendo una correlación negativa entre la codificación de memoria lógica por historia con respecto a la edad en la que el participante inicia la práctica del deporte  $r(20) = -0.48, p < .05$ . Del mismo modo se puede observar una correlación negativa entre el número de TCE leve que reportó haber sufrido el participante y las dificultades en la curva de memoria a nivel de codificación  $r(20) = -0.43, p < 0.53$ . También se observó una correlación negativa entre la edad del participante y su ejecución en la memoria verbal espontánea  $r(20) = -0.48, p < 0.5$  y la memoria verbal por claves  $r(20) = -0.52, p < 0.5$ .

La escolaridad medida a través de los años cursados a nivel licenciatura se asoció de manera positiva con la memoria verbal en reconocimiento total  $r(20) = 0.45, p < 0.5$ . Mientras que el tiempo de práctica del deporte presentó una correlación positiva con la memoria lógica codificación promedio de temas  $r(20) = 0.49, p < 0.5$ .

Tabla 8  
 Correlación de Pearson Entre los Puntajes de Memoria y Sociodemográficos del Neuropsi  
 Atención y Memoria

	Curva Memoria Codificació n Volumen Promedio	Memoria Lógica Codificació n Promedio de Historias	Memoria Lógica Codificació n Promedio de Temas	Memoria Verbal Espontáne a Total	Memori a Verbal Por Claves	Memoria verbal Reconocimient o Total
Años Cumplido s				-0.48*	-0.52*	
Años cursados						0.45*
Tiempo Práctica			0.49*			
Deporte						
Edad de Inicio		-0.48*	-0.53*			
N. de TCE	-0.43		0.41			
Leves						

Las habilidades viso-espaciales y constructivas se evaluaron a través de la figura compleja/Rey-Osterreith, la Tabla No. 9 se puede apreciar una correlación negativa entre la edad de inicio y la figura compleja/Rey-Osterreith evocación  $r(20) = -0.52, p < 0.5$ . En esta misma tarea, pero en la modalidad de codificación se presenta una correlación positiva con la memoria verbal reconocimiento total  $r(20) = 0.64, p < 0.01$  y la memoria lógica evocación promedio de historias  $r(20) = 0.46, p < 0.5$ . La memoria verbal espontánea total y la figura compleja/Rey-Osterreith evocación muestra una correlación positiva  $r(20) = 0.47, p < 0.5$ , este mismo tipo de correlación se da entre la memoria verbal reconocimiento total y la figura compleja/Rey-Osterreith evocación  $r(20) = 0.76, p < 0.01$ , el proceso de memoria lógica evocación promedio de historias y la compleja/Rey-Osterreith evocación generan una correlación positiva  $r(20) = 0.48, p < 0.5$ .

Tabla 9  
Correlación de Pearson de la Figura Compleja/Rey-Osterreith

	Memoria Verbal Reconocimiento Total	Memoria Lógica Evocación Promedio de Historias	Figura Compleja/Rey- Osterreith Evocación
Tiempo Práctica			0.52*
Edad de Inicio			-0.52*
Figura Compleja/ Rey-Osterreith codificación	0.64**	0.46*	0.47
Memoria Verbal Espontánea Total			0.47*
Memoria Verbal Reconocimiento Total			0.76**
Memoria Lógica Evocación Promedio Historias			0.48*

Para la evaluación de las funciones ejecutivas se utilizó la BANFE, el área dorsolateral normalizado y las funciones ejecutivas normalizadas presentaron una correlación negativa con la edad de inicio de los sujetos y  $r(20) = -0.53, p < 0.5$ .

La tabla No. 10 muestra la correlación entre el proceso de memoria y las funciones ejecutivas, en la cual se puede observar una correlación positiva entre la memoria lógica codificación promedio de historias y los resultados para la región dorsolateral normalizado  $r(20) = 0.54, p < 0.5$ , funciones ejecutivas normalizadas y la memoria lógica codificación promedio de historias muestran una correlación positiva  $r(20) = 0.59, p < 0.01$ . En la memoria lógica codificación promedio de temas y la región dorsolateral normalizado se observa una correlación positiva  $r(20) = 0.5, p < 0.5$ , las funciones ejecutivas normalizadas y la memoria lógica codificación promedio de temas obtuvo una correlación positiva  $r(20) = 0.56, p < 0.5$ . La figura compleja/Rey-Osterreith codificación y la región dorsolateral normalizado arrojan una correlación negativa  $r(20) = -0.5, p < 0.5$ , la región Orbitomedial y la memoria lógica evocación promedio de temas generan una correlación positiva  $r(20) = 0.56, p < 0.5$ .

Tabla 10

Correlación de Pearson Memoria del Neuropsi Atención y Memoria y Batería de Lóbulos Frontales y Funciones Ejecutivas

	Dorsolateral Normalizado	Orbitomedial	Funciones Ejecutivas Normalizadas
Memoria Lógica Codificación Promedio de Historias	0.54*		0.59**
Memoria Lógica Codificación Promedio de Temas	0.5*		0.56*
Figura Compleja/ Rey-Osterreith codificación	-0.5*		
Memoria Lógica Evocación Promedio de Temas		0.56*	

El proceso de memoria verbal por claves total y el check list symptoms presentaron una correlación positiva  $r(20) = 0.95 p < 0.01$ .

Se compararon las diferencias entre grupos utilizando una prueba de Kolmogorov -Smirnov para muestras independientes, la cual muestra una tendencia a que la dispersión en las puntuaciones de las Funciones ejecutivas sea diferente en ambos grupos Kolmogorov- Smirnov  $Z = 1.738 p = 0.055$  identificando con una puntuación de 8 las cajas, mientras que los bigotes tienen una puntuación de 6 (ver Figura 1) se muestra la distribución de los puntajes en una gráfica de cajas y bigotes.

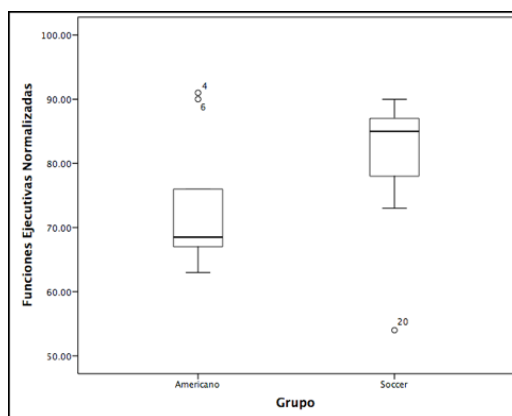


Figura 1. Distribución de los puntajes entre grupos.



La figura Compleja de Rey-Osterrieth que realizan los participantes se observa que logran identificar los elementos que componen el estímulo presentado, pero su ejecución al momento de ubicarlos en el lugar que les corresponde con relación a otros elementos del dibujo es pobre, alterando o bien presentan omisiones y perseveraciones en la organización y reproducción del material (ver Figura 2 y 3) se muestran la ejecución de los jugadores de soccer y americano para su comparación.

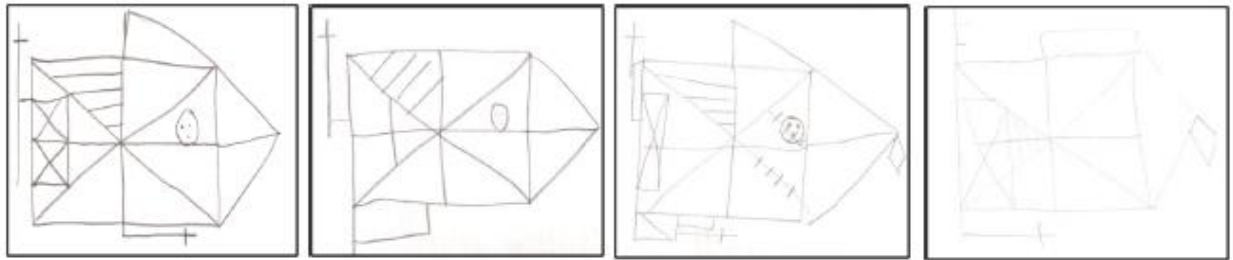


Figura 2. Reproducción de la Figura Compleja de Rey-Osterrieth Evocación de los jugadores de futbol americano

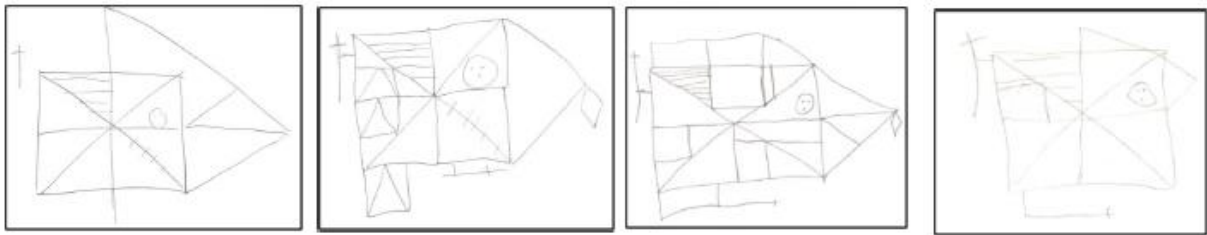


Figura 3. Reproducción de la Figura Compleja de Rey-Osterrieth Evocación de los jugadores de futbol soccer

Se compararon las diferencias entre grupo en cuanto a su clasificación dentro de las funciones ejecutivas, en la región Orbitomedial específicamente (ver Figura 4) identifica a la mayoría de los sujetos de ambos grupos dentro de parámetros de normalidad, mientras que con alteraciones leves podemos ubicar a los jugadores de americano con un mayor número de sujetos en comparación con los de soccer.

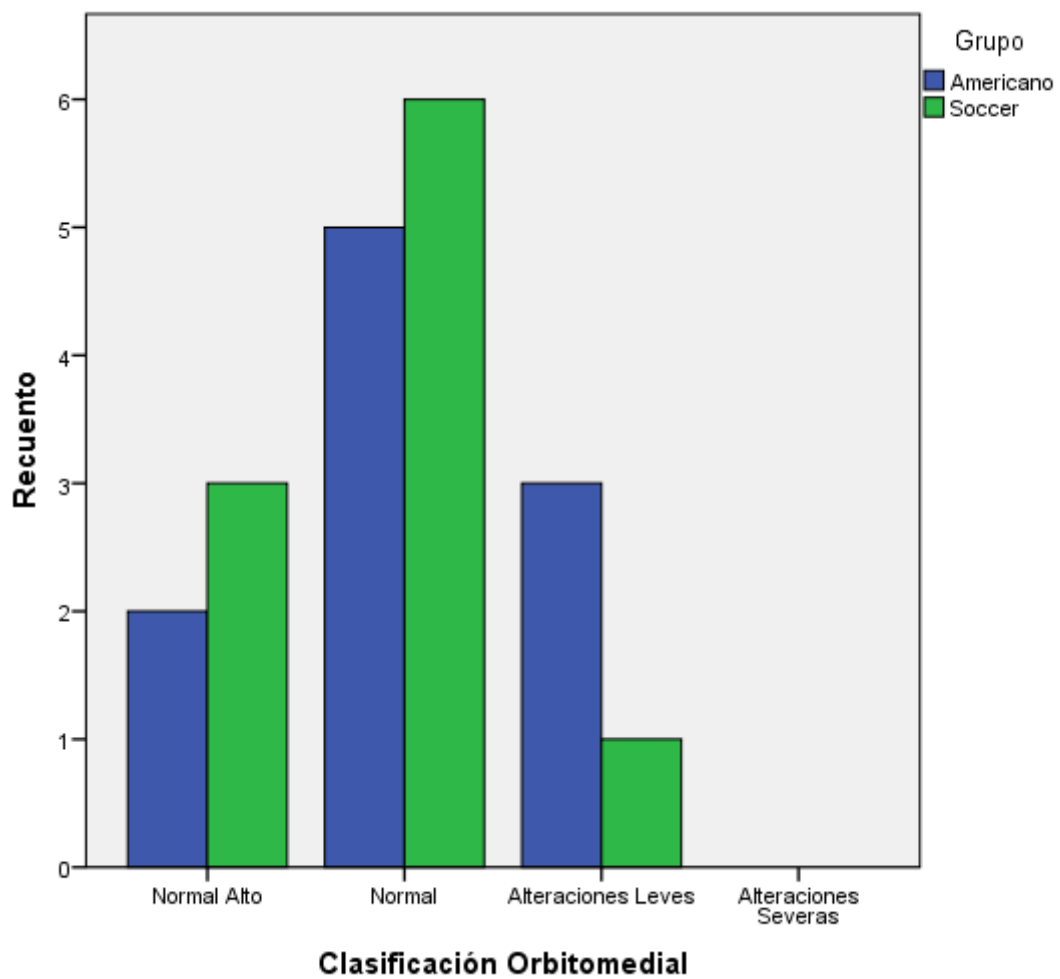


Figura 4. Distribución de frecuencias de puntajes por grupo de acuerdo a la clasificación ordinal del índice del puntaje Orbitomedial.

La clasificación de la Región Dorsolateral (ver Figura 5) podemos observar un mayor número de jugadores de americano en el rango de alteraciones severas, mientras que los jugadores de soccer se ubican en alteraciones severas y leves en menor cantidad respecto a los de americano, pero en igual proporción respecto al mismo grupo.

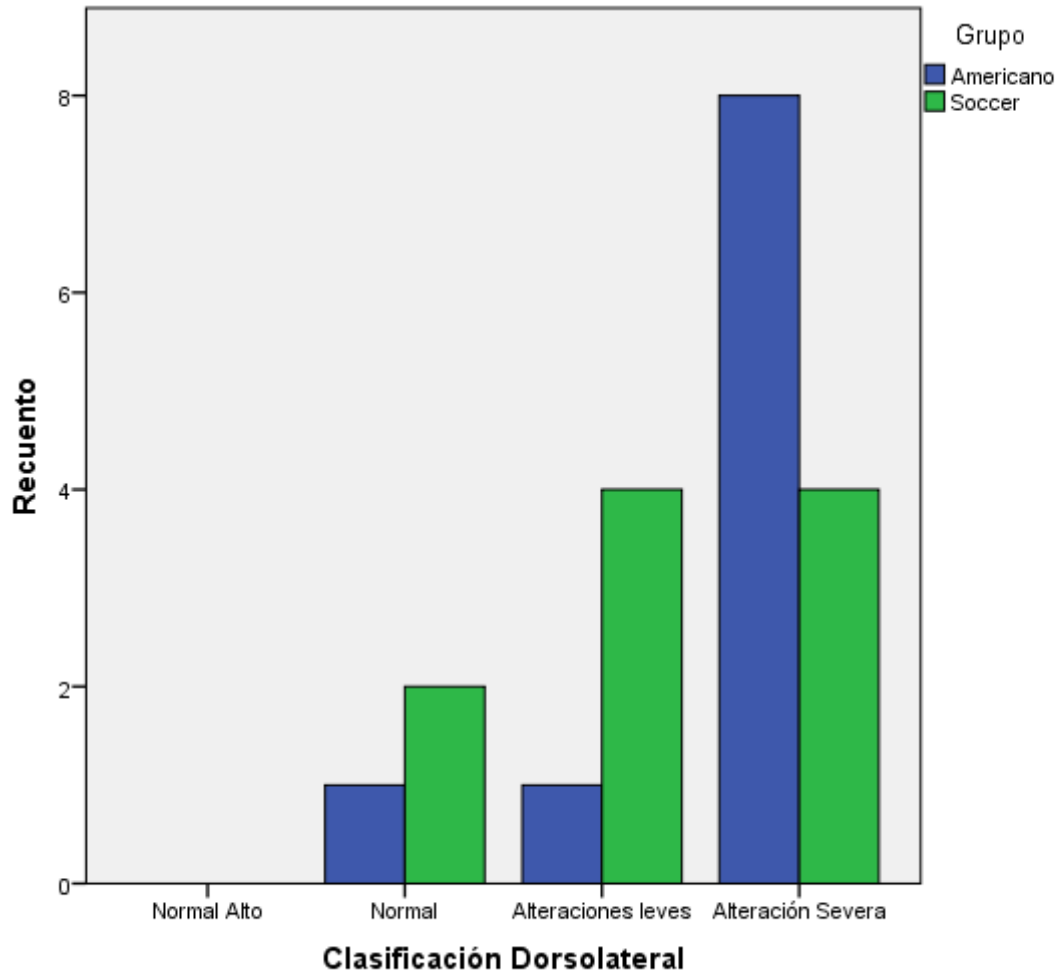


Figura 5. Distribución de frecuencias de puntajes por grupo de acuerdo a la clasificación ordinal del índice del puntaje Dorsolateral.

Los datos obtenidos de la comparación de frecuencias por grupo de la clasificación de la región Prefrontal Anterior (ver Figura 6) ubica a los jugadores de ambos equipos en su totalidad dentro de rangos de normalidad llegando a alcanzar puntajes arriba de lo normal.

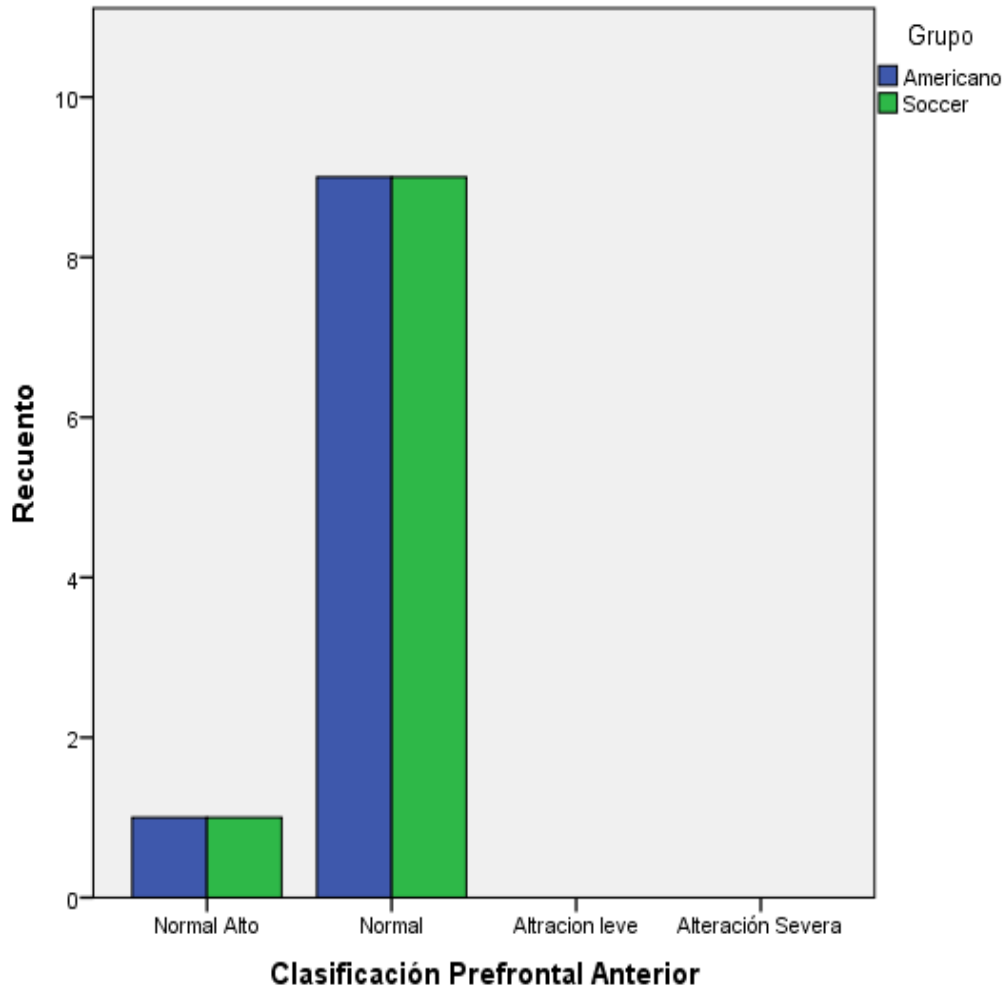


Figura 6. Distribución de frecuencias de puntajes por grupo de acuerdo a la clasificación ordinal del índice del puntaje Prefrontal Anterior

En la comparación de la distribución de frecuencias de los puntajes en el total de las Funciones Ejecutivas (ver Figura 7) se observa que hay mayor cantidad de jugadores de americano dentro del rango de alteraciones severas en comparación con los de soccer, de igual manera es evidente que los jugadores de ambos equipos presentan alteraciones leves y severas en su funcionamiento ejecutivo.

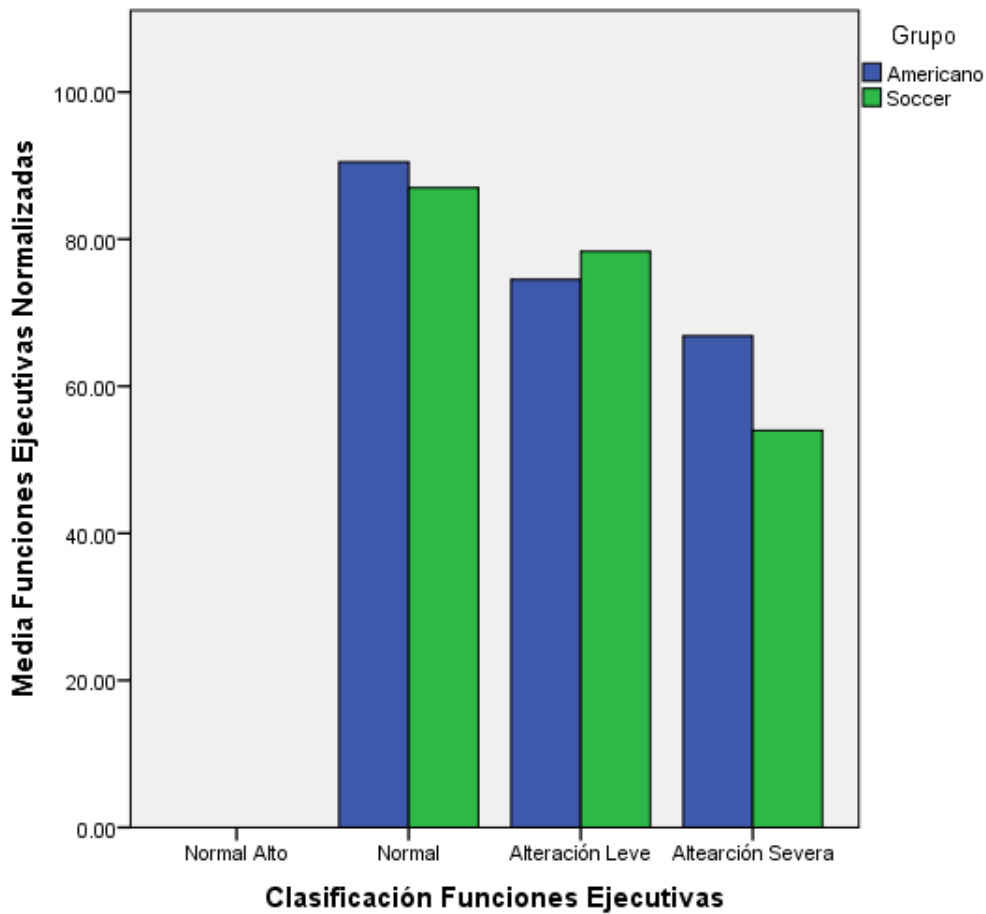


Figura 7. Distribución de frecuencias de puntajes por grupo de acuerdo a la clasificación ordinal del índice del puntaje del Total de Funciones Ejecutivas

## **CAPÍTULO 8. DISCUSIÓN**

En la última década se han incrementado los estudios en relación a los TCE, específicamente en los de clasificación leve que ocurren en la práctica deportiva a nivel escolar, amateur o profesional, debido a que se han identificado alteraciones neuropsicológicas en los deportistas, principalmente en procesos como atención, memoria, funciones ejecutivas y velocidad de procesamiento (Ortiz y Murguía 2013).

El propósito de esta investigación fue determinar si los TCE leves generan alteraciones neuropsicológicas en deportistas universitarios y qué procesos neuropsicológicos son los de mayor compromiso. Los resultados obtenidos nos permiten identificar alteraciones en Memoria en la modalidad verbal y memoria de trabajo viso espacial, con estos resultados no podemos aseverar que dichas dificultades se deban específicamente a los TCE leves que los participantes reportaron haber sufrido a lo largo de su práctica deportiva, sin embargo, las alteraciones neuropsicológicas identificadas se relacionan con las reportadas en la literatura (Sours et al., 2013; Gardner, R. y Yaffe, K. 2015). Petraglia et al.(2014) observaron el impacto de TCE leve repetitivos, mostrando que entre más TCE leves presenten los atletas más tiempo tardan en recuperarse, presentando dificultades cognitivas en atención, memoria y velocidad de procesamiento así como del estado del ánimo, depresión y ansiedad, estos investigadores identifican como principales estructuras cerebrales comprometidas el polo frontal, polo temporal, lóbulo occipital, giro cingulado anterior y posterior, hipocampo y el cerebelo, incrementando las probabilidades de alteraciones cognitivas, principalmente en memoria, funciones motoras, ejecutivas y aprendizaje espacial.

En esta investigación se encontraron dificultades neuropsicológicas en los participantes, principalmente a nivel de la memoria verbal, en la recuperación inmediata como en la diferida, presentando problemas en la codificación, esta es una etapa de la memoria donde la información se transforma en una representación mental previamente almacenada, esta etapa es crucial para el establecimiento de la huella mnésica. Di Virgilio et al. (2016) identificaron que con una sola sesión de práctica de cabeceo de futbol soccer los jugadores, presentaban problemas de memoria transitorias, con una reducción en su ejecución del 41% y 67%, así como alteraciones en el balance químico normal del cerebro, potencializando los efectos y niveles de GABA, estos investigadores lograron identificar los problemas de memoria transitorios y su relación directa con los TCE leves en una sola sesión de práctica deportiva, dicha investigación fortalece la

relación entre los TCE leves repetitivos y los déficits neuropsicológicos reportados en la literatura (Kumar et al., 2013; Sours et al., 2013; Petraglia et al., 2014; Gardner, R. y Yaffe, K. 2015). Para esta investigación los participantes contaban por lo menos con un año de práctica deportiva, un dato importante para esta investigación es la relación entre el número de TCE leves que reportaron nuestros participantes haber sufrido durante su vida deportiva y las dificultades de memoria en la modalidad verbal, el resultado es que a mayor cantidad de TCE leves reportados la curva de memoria a nivel de codificación disminuye, es decir, a mayor TCE leves sustentados se observan mayores dificultades para organizar y manipular la información que les es proporcionada. Estados Unidos reporta 1, 936 TCE leves en deportistas durante 7, 780. 064 prácticas deportivas, generando 2,5 daños por cada 10.000 prácticas deportivas (Ortiz y Murguía, 2013), si una sola sesión de práctica deportiva genera alteraciones mnésicas transitorias, la frecuencia de la práctica podría aumentar el compromiso en el funcionamiento de los procesos neuropsicológicos, en esta investigación, logramos identificar que entre más tiempo le dedican al deporte las dificultades en las tareas viso espaciales específicamente se incrementan. Las dificultades neuropsicológicas reportadas no solo se pueden dar por alteraciones a nivel bioquímico como lo mencionan Di Virgilio et al. (2016), un estudio realizado en jugadores universitarios de futbol americano que habían presentado TCE leves mostró alteraciones en el volumen del hipocampo de estos sujetos, identificando compromiso en dichas estructuras las cuales están íntimamente relacionadas con el proceso de memoria, pues es aquí donde se almacena la información a largo plazo (Pearce, 2015).

Las funciones ejecutivas también mostraron puntajes significativos, especialmente en funciones relacionadas con la región Dorsolateral, estas regiones abarcan procesos como flexibilidad cognitiva, memoria de trabajo, monitoreo, organización, planificación y memoria de contexto (Lopera, 2008), específicamente los participantes mostraron dificultades en la memoria de trabajo viso espacial, a nivel de la organización de la información mental. Nuevamente podemos observar que el proceso de codificación está comprometido, esto se puede observar en la figura de Rey-Osterrieth donde los participantes identifican los elementos, pero no logran ubicarlos adecuadamente presentando omisiones y perseveraciones en la organización y reproducción del material. En el señalamiento autodirigido y la memoria viso espacial, pertenecientes a la BANFE, presentan discretas dificultades. Se observan omisiones, perseveraciones y dificultades para la organización de dicha información, estas dificultades

fueron observadas en participantes con TCE leve en un estudio realizado por Kumar et al. (2013) evaluaron las Funciones ejecutivas especialmente la memoria de trabajo en pacientes con 30 TCE leves consecutivos y un grupo control, logrando identificar dificultades en la memoria de trabajo viso espacial y la fluencia verbal, ellos establecen que las dificultades en la fluidez verbal en personas con TCE leve podría estar asociada al uso efectivo de estrategias de recuperación de la memoria a largo plazo, por lo tanto establecen que el TCE leve no solo genera dificultades en la memoria de trabajo, también en la modulación entre el resto de las funciones ejecutivas y la memoria de trabajo, estructuralmente también se identificaron diferencias, mediante el uso de FMRI, se observó activación adicional de la corteza prefrontal dorsolateral izquierda durante tareas de decodificación de memoria de trabajo viso espacial, esto fortalece nuestros hallazgos y su relación con el TCE leve, ya que los procesos con mayores puntajes significativos fueron la memoria en la modalidad verbal y la memoria de trabajo viso espacial mencionadas previamente.

La edad de inicio del deporte fue otro factor importante en esta investigación, observándose que entre más jóvenes inicien su vida deportiva las dificultades para recuperar la información verbal aumentaban, aún proporcionándole la ayuda mediante claves, así como alteraciones en las Funciones ejecutivas, esto puede ser derivado de las alteraciones que se van generando en un cerebro joven y en desarrollo originando dificultades en el desarrollo de los procesos neuropsicológicos, en este caso la memoria y las funciones ejecutivas. En un estudio publicado por el Departamento de Salud de los Estados Unidos (2016) muestra el incremento del 43% en el diagnóstico de conmoción en los Estados Unidos en el periodo de 2010 a 2015, la población entre los 10 y 19 años de edad presentan una alza en el diagnóstico del 71%, el incremento en este diagnóstico en población joven se debe a las modificaciones a la ley en el deporte, la llamada “Ley Zackery Lystedt” que se enfoca en la regulación del regreso al juego en deportistas colegiales, debido a las alteraciones cognitivas que se han encontrado en deportistas profesionales (Killam, Cautin, y Santucci, 2005; Amen, Wu, Taylo, y Willeumier, 2011) lo que han desencadenado estudio y análisis en los deportistas a diferentes niveles, profesional, amateur y escolar, el estudio realizado por Di Virgilio et al. (2016) fue con jugadoras colegialas de soccer de  $22 \pm 3$  años, en el cual identificó alteraciones en la memoria a corto y largo plazo y un incremento en la inhibición cortico motora inmediatamente, esto



después de realizar 20 cabeceos consecutivos con la pelota, demostrando la presencia de alteraciones en la función cerebral después de una práctica deportiva de rutina que no está asociada a una lesión cerebral con sintomatología clínica, mientras que Moore et al. (2016) identificaron en población infantil deportiva alteraciones en atención, memoria de trabajo y control de impulsos así como diferencias neuro eléctricas en atención visual, resolución de conflictos y atención selectiva, estos hallazgos son similares a los identificados en esta investigación, por lo cual podríamos inferir que dichos procesos se han desarrollado con limitaciones o alteraciones, las cuales pudieron ser generadas por los TCE leves sustentados en etapas tempranas de su desarrollo físico y cognitivo como parte de su práctica deportiva.

Otro hallazgo relevante fue el nivel académico y su relación con su ejecución mnésica verbal, la muestra se conformó por universitarios, lo cual, a diferencia de los deportistas profesionales, los participantes siguen activos académicamente, en esta investigación encontramos que entre mayor nivel escolar tenían los participantes, su eficacia para la recuperación de material verbal aumentaba, por lo cual podemos suponer que mantenerse activo académicamente podría ayudar a un proceso de reorganización cerebral impactando de manera positiva en los procesos cognitivos. En la investigación realizada por Kovacs et al. (2008), se encontró que el efecto de los deportes en el rendimiento académico depende del grado de dedicación, donde una mayor intensidad se asocia a un mejor rendimiento. Apoyando estas evidencias encontramos el estudio realizado por Capdevilla et al. (2015) afirma que los adolescentes deportistas generan mejores hábitos de estudio y una mejor planificación de su tiempo para el estudio, lo que lleva a incrementar su rendimiento académico.

## **8.2 Aportes y limitaciones de la investigación**

Si bien el TCE es una línea fuertemente investigada, durante muchos años se dejó de lado la clasificación leve, centrandose los estudios en la clasificación moderada y severa debido a los evidentes síntomas neurológicos y neuropsicológicos que presentan. En esta investigación se optó por la clasificación leve, identificando alteraciones neuropsicológicas que podrían estar fuertemente relacionadas a los TCE leves derivados de la práctica deportiva, así como la importancia de la edad en que iniciaron la práctica deportiva, encontrando que entre más jóvenes inicien su actividad deportiva en el futbol soccer o americano mayor son las dificultades neuropsicológicas que presentan.

Para la realización de esta investigación una de las principales dificultades es el tamaño de la muestra, ya que solo participaron 20 jugadores, por lo cual es importante aumentar el tamaño de la muestra para un mayor poder estadístico, otra limitación es la posición de juego de los participantes, la cual, por el tamaño de la muestra no pudo tomarse como indicador para esta investigación, la cual es relevante para determinar las implicaciones neuropsicológicas a partir de su posición en el campo de juego.

## **8.3 Líneas de Investigación**

Esta investigación presenta oportunidades de análisis en diversas vertientes:

Uno de los hallazgos de esta investigación es que entre más jóvenes inicien en la práctica deportiva, mayores serán sus dificultades neuropsicológicas, por lo cual es importante iniciar estudios que involucren a la comunidad deportiva infantil, determinar el compromiso en el desarrollo de sus funciones cerebrales derivadas de su actividad deportiva y como se pueden relacionar con las dificultades conductuales y académicas que pudieran presentar.

Otra línea es la diferencia entre sexos, aun son escasas las investigaciones de este tipo en el sexo femenino, el cual cada vez gana más terreno y presencia en el deporte de conjunto y de contacto.

El deporte individual, pero de contacto también debe investigarse, pues dentro de los deportes individuales varios son los que tiene características de enfrentamiento personal o de contacto.

Es importante que los mismos atletas sepan reconocer los signos y síntomas de un TCE leve para que puedan protegerse, para esto es necesario un programa de protección y retorno

seguro al juego donde se contemple al jugador, al entrenador, a los padres de familia y todo aquel involucrado en la actividad deportiva del atleta. Es indispensable realizar protocolos de regreso seguro al juego que cuiden la integridad no solo física, también cognitiva del joven deportista, este protocolo debe contemplar tratamiento o actividades que reduzcan las posibles dificultades cognitivas que puedan desarrollarse consecuencia de los TCE leves presentados, sería importante que estos protocolos se desarrollaran tomando en cuenta la etapa de desarrollo físico y cognitivo del deportista (infancia, adolescencia, juventud). 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 mayores

## **CONCLUSIONES**

Con los datos obtenidos no podemos establecer una relación directa entre los TCE leves reportados por nuestros participantes y las alteraciones neuropsicológicas presentadas, aunque si logramos identificar los procesos neuropsicológicos comprometidos, los cuales fueron, memoria de trabajo viso espacial y memoria verbal en la etapa de codificación, estos son similares a los reportados en la literatura dentro de la población deportista profesional, amateur e infantil.

En esta investigación no se lograron establecer diferencias entre la ejecución de los grupos de futbol soccer y americano, aunque identificamos un aspecto por demás relevante, vinculado al momento en que se inicia la práctica del deporte, entre más jóvenes inicien la práctica deportiva para cualquiera de los dos deportes, mayores serán las dificultades que presenten en los procesos neuropsicológicos así como el beneficio de mantenerse activos académicamente ya que las dificultades en los procesos neuropsicológicos serán menores entre mayor nivel académico tengan.

Estos resultados nos exhortan a seguir estudiando la población de atletas, tanto en deportes de conjunto como individual, y hacerlo en las edades más tempranas de la práctica deportiva, identificando las alteraciones que se puedan presentar y sobre todo, generar protocolos de acción para el regreso al juego que protejan la integridad física y cognitiva de los deportistas sin que tengan que abandonar el deporte.

## REFERENCIAS

- Amen, D. G., Wu, Joseph, Taylo, D. y Willeumier, K. (2011). Reserving Brain Damage in Former NFL Players: Implications for Traumatic Brain Injury and Substance Abuse Rehabilitation. *Journal of Psychoactive Drugs*, 42 (2): 153-60
- Ardila, A. y Ostrosky-Solís, F. (1991). *Diagnóstico del Daño Cerebral*. Enfoque Neuropsicológico. México: Trillas.
- Asociación Americana de Psiquiatría (2013). *Manual Diagnóstico y estadístico de los Trastornos Mentales* (5ª ed.). Arlington, VA. American Psychiatric Publishing.
- Bigler E. (2001). The lesion in traumatic brain injury: implications for clinical neuropsychology. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 16:95-131
- Blue Cross Blue Shield: The Healt America Report (2016). THE STEEP RISE IN CONCUSSION DIAGNOSES IN THE U.S. recuperado el 26 de octubre del 2016 de <http://www.bcbs.com/healthofamerica/BCBS-HealthOfAmericaReport-Concussions.pdf>
- Bruns J, y Hauser A. W. (2003). The Epidemiology of Traumatic Brain Injury: A review. *Epilepsy*, 44 (10): 2-10
- Cancelliere, C., Hincapié, C. A., Keightley, M., Godbolt, A. K., Coté, P., Kristman, V. L., Stalnacke, B., Carroll, L. J., Hung, R., Borg, J., Nygren-de Boussard, C., Coronado, V.G., Donovan, J. y Cassidy, J.D., (2014). Systematic Review of Prognosis and Return to Play After Sport Concussion: Results of the International Collaboration on Mild Traumatic Brain Injury Prognosis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 95 (3) 210-229.
- Capdevila, A., Bellmunt, H. y Hernando, C. (2015). Estilos de vida y rendimiento académico en adolescents: comparación entre deportistas y no-deportistas. *Retos* (27) 28-33.

- Casalis F., Feydy A., Valabregue R., Pelegrini I., y Pierrot L., (2006). FMRI study of problem-solving alters severe traumatic brain injury. *Brain Injury*. 20 (10) 1019-1028.
- Daneshvar, D., Goldstein, L., Kiernan, P., Stein, T y McKee, A. (2015) Post-traumatic neurodegeneration and chronic traumatic encephalopathy. *Molecular and Cellular Neuroscience ELSEVIER*. (66) 81-90
- Di Virgilio, T., Hunter, A., Wilson, L., Stewart, W., Goodall, S., Howatson, G., Donalson, D., Letswart, M. (2016). Evidence for Acute Electrophysiological and Cognitive Changes Following Routine Soccer Heading. *EBioMedicine ELSEVIER*.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.ebiom.2016.10.029>
- Drake, B. y Harris, P. (2007). Inventario de Beck en evaluación neuropsicológica en adultos. Editorial Paidós, Buenos Aires, pp. 354.
- Echemendia, R. y Julian, L. (2001). Mild Traumatic Brain Injury in Sports: Neuropsychology's contribution to a Developing Field. *Neuropsychology Review*: 11: 69- 88.
- Estévez-González A, García-Sánchez C y Barraquer-Bordas L. (2000). Los lóbulos Frontales: El cerebro ejecutivo. *Revista de Neurología*, 31 (6): 566-577
- Etchepareborda, M. y Abad-Mas, I. (2005). Memoria de trabajo en los procesos básicos de aprendizaje. *Revista de Neurología*, 40, 79-83.
- 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.
- Flores, J. (2006). Neuropsicología de los Lóbulos Frontales. México: Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. División Académica de Ciencias de la Salud.

- Flores, J. y Ostrosky-Solís, F. (2008). Neuropsicología de Lóbulos Frontales, Funciones Ejecutivas y Conducta Humana. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, 8 (1), 47-58.
- Flores, J., Ostrosky-Solís, F. y Lozano, A. (2008). Batería de Funciones Frontales y Ejecutivas: Presentación. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, 8 (1), 141-158.
- Flores, J. (2010). Evaluación Neuropsicológica del Daño Frontal: Sistematización y Aplicación del Enfoque de A. R. Luria. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, 10 (2), 57-68.
- Gardner, R. y Yaffe, K. (2015). Epidemiology of mild traumatic brain injury and neurodegenerative disease. *Molecular and Cellular Neuroscience ELSEVIER*. 66: 75-80
- Goethals, I., Audenaert, K., Jacobs, F., Lannoo, E. y Van de Wiele C. (2004). Cognitive neuroactivation using SPECT and the Stroop Colored Word Test in patients with diffuse brain injury. *Journal of Neurotrauma*. 21 (8): 1059-1069.
- Gosselin, R., Spiegel, D., Coughlin, R. y Zirkle, L. (2009). Los Traumatismos: el problema sanitario desatendido en los países en desarrollo. *Boletín de la Organización Mundial de la Salud*. 87: 245- 324.
- Gouvier, W.D., B., Jones, G., Brantley, P., y Cutlip, Q. (1992). Post concussion symptoms and daily stress in normal and head injured college populations. *Archives of Clinical neuropsychology*, 7, 193-211
- Iraji, A, Chen, H., Wiseman, N., Zhang, T., Welch, R., Brian, O., Kulek, A., Ayaz, S. I., Wang, X., Zuck, C., Haacke, E. M., Liu, T. y Kou, Z. (2016) Connectome-scale assessment of structural and functional connectivity in mild traumatic brain injury at the acute stage. *NueroImage: Clinical ELSEVIER*. 12:100-115

- Jurado, S., Villegas, M, Méndez, L., Rodríguez, L., Loperena, V. y Varela, R. (1998). La estandarización del Inventario de Depresión de Beck para los residents de la ciudad de México. *Salud Mental*. 21, 26-31
- Killam, C., Cautin, R. y Santucci, A. (2005). Assessing the enduring residual neuropsychological effects of head trauma in college athletes who participate in contact sport. *Archives of Clinical neuropsychology*. 20:599-611.
- Kim, J. y Gean, A. (2011). Imaging for the Diagnosis and Management of Traumatic Brain Injury. *American Society for Experimental NeuroTherapeutics*. 8:39-53.
- Kovacs, F.M., Gil, M. T., Gestoso, M., López, J., Mufraggi, N. y Palou, P. (2008). La influencia de los padres sobre el consume de alcohol y tabaco y otros hábitos de los adolescents de palma de Mallorca en 2003. *Revista Española de Salud Pública*. 82 (6), 677-689.
- Kumar, S., Rao, S., Chandramouli, B. y Pillai, S. (2013). Reduced contribution of executive functions in impaired working memory performance in mild traumatic brain injury patients. *Clinical Neurology and Neurosurgery ELSEVIER*. 115: 1326-1332.
- Kushner, D. (2001). Concussion in Sports: Minimizing the Risk for Complications. *American Family Physician*. 6: 107-114.
- Landre, N. Poppo, C., Davis, N., Schamus, B. y Hobbs, S. (2006). Cognitive functioning and post concussive symptoms in trauma patients with and without mild TBI. *Archives of Clinical neuropsychology*. (21)255-273
- León-Carrión, J. (2001) Semiología de los síndromes psiquiaticos en la valoración legal de los traumatismos craneoncefalicos derivados de accidents de circulación. *Revista Española de Neuropsicología*. 3: 46-62.



Letswart, M., Hunter, A. y Di Virgilio, T. (2016) Should Kids Be Allowed to Play Soccer?. THE CONVERSATION. NEUROCIENCE. de  
[https://www.scientificamerican.com/article/should-kids-be-allowed-to-play-soccer/?WT.mc\\_id=SA\\_TW\\_MB\\_NEWS](https://www.scientificamerican.com/article/should-kids-be-allowed-to-play-soccer/?WT.mc_id=SA_TW_MB_NEWS)

Lezak D.M. (1995). *Neuropsychology Assessments*. 3<sup>a</sup> ed. Oxford: Oxford University Press.

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* ELSEVIER. 277: 227 -243

Lopera, F. (2008). Funciones Ejecutivas: Aspectos Clínicos. *Revista de Neuropsicología, neuropsiquiatría y Neurociencias*. (8): 59-76

Lövbländ, Karl-Olof, Schaller, Karl y Vargas María Isabel, (2014) The Fornix and Limbic System, *Seminars in ULTRASOUND CT and MRI*, ELSEVIER, 35: 459-473.

Lovell, M. (2008). The Neurophysiology and Assessment of Sports-Related Head Injuries. *Neurologic Clinics*. 26:45-62

Majerske, C. W., Mihalik, J. P., Ren, D., Collins, M., Reddy, C., Lovell, M. y Wagner A. (2008). Concussion in Sport: Post concussive Activity levels, Symptoms, and Neurocognitive Performance. North Carolina. *Journal of Athletic Training*. 3:265-274.

Martini, D. N., Goulet, G. C., Gates, D. H. y Broglio, S. P. (2016) Long-term effects adolescent concussion history on gait, across age. *Gait y Posture* ELSEVIER. 49: 264-270

McClain, R. (2015). Concussion and Trauma in Young Athletes: Prevention, Treatment, and Return-to-Play. Elsevier. 77-83.

- McKee, A. C., Daneshvar, D. H., Alvarez, V. E. y Stein T. D. (2014). The neuropathology of sport. *Acta Neuropathology* 127 pag. 29- 51
- Mitchell A. J. (2004). *Neuropsychiatry and behavioral neurology explained*. Estados Unidos. Edit. Saunders.
- Moore, D., Pindus, D., Raine, L., Drollette, E., Scudder, E. y Hillman, Ch. (2016). The persistent influence of concussion in attention, executive control and neuroelectric function in preadolescent children. *International Journal of Psychophysiology*. (99) 85-95.
- Muñoz-Céspedes, J.M. y Tirapu-Ustárroz, J. (2004). Rehabilitación de las Funciones Ejecutivas. *Revista de Neurología.*; 38 (7):656-663.
- OMS. (05 de junio de 2012). *Organización Mundial de la Salud*. Obtenido de Organización Mundial de la Salud: [http://whqlibdoc.who.int/publications/2010/978924359373\\_spa.pdf](http://whqlibdoc.who.int/publications/2010/978924359373_spa.pdf)
- Ortiz, M. y Murguía, G. (2013). Conmoción cerebral asociado a un traumatismo craneoencefálico en los deportistas. *Medwave* 13(1): e517 doi: 10.5867/medwave.2013.01.5617  
Recuperado de  
<http://www.medwave.cl/link.cgi/Medwave/Revisiones/RevisionClinica/5617>
- Ostrosky, F., Gómez, E., Matute, E., Rosselli, M., Ardila, A. y Pineda, D. (2003). Neuropsi Atención y Memoria de 6 a 85 años. México:
- Pearce, N., Gallo, V. y McElvenny, D. (2015) Head trauma in sport and neurodegenerative disease: an issue whose time has come. *Neurobiology of Aging* ELSEVIER.36: 1383-1389
- Petraglia, A., Plog, B., Dayawansa, S., Chen. M., Dashnaw, M., Czerniecka, K., Walker, C., Viterise, T., Hyren, O., Lliff, J., Deane, R., Nedergaard, M. y Huang, J. (2014) The Spectrum of Neurobehavioral Sequelae after Repetitive Mild Traumatic Brain Injury: A

Novel Mouse Model of Chronic Traumatic Encephalopathy. JOURNAL OF NEUROTRAUMA. 31:1211-1224.

Portellano, J. A. y García, J. 2014. *Neuropsicología de la atención, las funciones ejecutivas y la memoria*. España. Edit. Síntesis

Ramalho, J. y Castillo, M. (2015) Dementia resulting from traumatic brain injury, *Dementia y Neuropsychology*, vol. 9, N. 4, pp 356-368

Rey, A. 2003, Test de Copia y de Reproducción de Memoria de Figuras Geométricas Complejas, 8ª edición, TEA, Publicaciones de Psicología Aplicada, Madrid.

Ruiz-Contreras y Cansino, S. (2005). Neurofisiología de la interacción entre la atención y la memoria episódica: revisión de estudios en modalidad visual. *Revista de Neurología*, 41, 733-43.

Sawchyn, J. M., Brulot, M. M. y Stratuss E. (2000). Note on the Use of the Post-Concussion Syndrome Checklist. *Archives of Clinical Neuropsychology*. 15; 1-8.

Schünke, M., Schulte, E. y Schumacher, U. (2015). Prometheus, Texto y Atlas de Anatomía, Editorial Panamericana pag. 23-24 tercera edición

Silver, J. M., McAllister, T. y Arciniegas, D. (2009). Depression and Cognitive Complaints Following Mild Traumatic Brain Injury. *The American Journal Of Psychiatry*. 166; 653-661.

Slachevsky, A., Pérez, C., Silva, J., Orellana, G., Prenafeta, M., Alegría, P. y Peña, M. (2005). Cortex prefrontal y trastornos del comportamiento: Modelos explicativos y métodos de evaluación. *Revista Chilena de Neuropsiquiatría*, 43(2), 109-121.

Sohlberg, M. M. y Mateer, C. A. (2001). *Cognitive Rehabilitation. An Integrative Neuropsychological Approach*, 2a Edition. Nueva York: The Guilford Press Ref. cap. 5

- Sours, Ch., Zhuo, Jiachen, Janowich, J., Aarabi, B., Kathirkamanthan, S. y Gullapalli, R. (2013). Default mode network interference in mild traumatic brain injury-A pilot resting study. *Science Direct Elsevier*. 1537: 201-215.
- Stuss, D. y Levine, B. (2002). Adult Clinical Neuropsychology: Lessons from Studies of the Frontal Lobes. *Annu. Rev. Psychol*, 53, 401-433.
- Teasdale G. Jannett B. (1974). Assessment of coma and impaired consciousness. A practical scale. *The Lancet*, 13: 81-84.
- Titus, D., Furones, C., Atkins, C. y Dietrich, W. (2015) Emergence of cognitive deficits after mild traumatic brain injury due to hyperthermia. *Experimental Neurology ELSEVIER*. 263: 254-262.
- Tirapu-Ustárroz J., García-Molina A, Luna-Lario P., Roig-Rovira T. y Pelegrín-Valero C. (2008). Modelos de Funciones y Control Ejecutivo. *Revista de Neurología*, 46 (12): 742-750
- Vanderploeg, R., Curtiss, G., y Belanger, H., (2005). Long-term neuropsychological outcomes following mild brain injury. *Journal of the International Neuropsychological Society*. (11): Pag. 228-236.

# ANEXOS

## HISTORIA CLÍNICA

### HISTORIA CLÍNICA



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE PSICOLOGÍA

REPERCUSIONES NEUROPSICOLÓGICAS  
POR TCE LEVE EN DEPORTISTAS

Nombre:	No de Folio:
Fecha de nacimiento:	Preferencia manual:
Nivel máximo de escolaridad:	Estado Civil:
Ocupación:	Teléfono:
Edad:	Dx Psicológico:
Sexo:	Dx Médico:
Fecha de evaluación:	Evaluador:

#### ANTECEDENTES HEREDOFAMILIARES

#### PERIODO DE DESARROLLO

#### HISTORIA EDUCATIVA

#### HISTORIA DEPORTIVA

Deporte que practica: \_\_\_\_\_ tiempo continuo: \_\_\_\_\_

Edad de inicio en este deporte: \_\_\_\_\_ Frecuencia de la práctica deportiva: \_\_\_\_\_

Lesiones durante la práctica de este deporte: \_\_\_\_\_

Número de TCE leves: \_\_\_\_\_ Último TCE leve Recibido: \_\_\_\_\_

#### HISTORIA MÉDICA/ EXAMEN NEUROLÓGICO

#### REPORTES SUBJETIVOS

#### INFORMACIÓN OBSERVACIONAL REALIZADA POR EL CLÍNICO

## Post Concussive Symptom Check list

### Lista de síntomas después de una concusión

Nombre: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

**Instrucciones:** Por favor señala la frecuencia, intensidad y duración de cada uno de los siguientes síntomas, basado en cómo estos te han afectado actualmente y tomando en cuenta la siguiente escala:

	FRECUENCIA	INTENSIDAD	DURACIÓN
	1= Nunca	1= Nula	1= Nunca
	2= Pocas veces	2= Ligeramente	2= Por algunos segundos
	3= Frecuentemente	3= Claramente presente	3= Por algunos minutos
	4= Casi siempre	4= Intermitentemente	4= Por algunas horas
	5= Todo el tiempo	5= Fuerte e incapacitante	5= Constantemente
Dolor de cabeza	_____	_____	_____
Mareos	_____	_____	_____
Irritabilidad	_____	_____	_____
Problemas de Memoria	_____	_____	_____
Problemas de Concentración	_____	_____	_____
Fatiga	_____	_____	_____
Problemas Visuales	_____	_____	_____
Ansiedad	_____	_____	_____
Nauseas	_____	_____	_____
Sensibilidad al ruido	_____	_____	_____
Sensibilidad a la luz	_____	_____	_____
Decremento en el olfato	_____	_____	_____
Decremento en el gusto	_____	_____	_____
Problemas de Coordinación	_____	_____	_____
Dificultades para dormir	_____	_____	_____
Decremento en la audición	_____	_____	_____
Zumbido en los oídos	_____	_____	_____
Dificultades para encontrar palabras cuando hablas	_____	_____	_____
Depresión	_____	_____	_____
Debilidad	_____	_____	_____