

# Efecto psicosocial y neuropsicológico de los golpes en la cabeza en niños y adolescentes

**Kenia Yanei Escalante Pérez**

**Diana Michelle Flores Isabel**

**Gabriela Orozco Calderón**

[gabrielaorocal@gmail.com](mailto:gabrielaorocal@gmail.com)

Universidad Nacional Autónoma de México

**Resumen:** Se describieron las características clínicas, epidemiológicas, etiología, tratamiento, factores psicosociales y neuropsicológicos de la conmoción deportiva, así como presentar casos clínicos e investigación que permitan mostrar los efectos de dicha lesión en niños y adolescentes. Las conmociones cerebrales aparecen en deportistas de alto rendimiento y en los practicantes de actividades recreativas, sobretodo en deportes de combate o colisión.

**Palabras clave:** conmoción cerebral; traumatismo craneoencefálico; deporte; concusión; posconcusión.

## **Psychosocial and neuropsychological effect of blows to the head in children and adolescents**

**Abstract:** Psychosocial and neuropsychological effect of blows to the head in children and adolescents The clinical, epidemiological, etiology, treatment, psychosocial and neuropsychological factors of sports concussion were described, as well as presenting clinical cases and research that show the effects of this injury on children and adolescents. Brain concussions appear in high-performance athletes and in recreational activities, especially in combat or collision sports.

**Keywords:** concussion; head trauma; sport; concussion; post-concussion.

## Introducción

Se estima que en promedio del 80 a 90% de las lesiones en la cabeza se clasifican como conmoción cerebral o TCE leve. De acuerdo con el centro para el control y la prevención de enfermedades en los Estados Unidos, el 10% de todos los deportistas sufren de una conmoción cerebral anualmente. Particularmente en los infantes, las conmociones ocurren en el contexto deportivo, a causa de colisiones o deportes de contacto (Moreland y Barkley, 2021). La conmoción deportiva se define típicamente como una lesión sostenido por un golpe directo o fuerza impulsiva que se transmite a la cabeza, que trae consigo la aparición de síntomas y deterioro de corta duración, la cual se resuelve espontáneamente, con cambios funcionales (pero no estructurales), y una variedad de signos y síntomas que normalmente suelen resolverse en un curso secuencial y pueden implicar la pérdida del conocimiento (Dech *et al.*, 2019).

El diagnóstico de conmoción se basa en una combinación de síntomas después de la lesión. Estos síntomas pueden clasificarse como de naturaleza física, conductual o cognitiva (Blinman *et al.*, 2009). Además, el diagnóstico se apoya de la escala de Glasgow (EG), la escala de Pérdida de la Conciencia (EPC) y la escala de Amnesia Post-traumática (EAP) para determinar la severidad de la lesión (McDonald *et al.*, 1994).

En específico dentro de este trabajo se tiene por objetivo describir las características de la conmoción deportiva abordando aspectos desde la clasificación, etiología, factores psicosociales, hallazgos neuropsicológicos y reporte de casos clínicos e investigación principalmente en niños y adolescentes que permitan tener un mejor conocimiento acerca de este problema de salud, tan frecuente dentro de los deportistas profesionales y no profesionales, que llegan a tener secuelas no sólo físicas si no también cognitivas.

## Definición y clasificación

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

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

El TCE es la causa principal de morbilidad y mortalidad en todo el mundo. La gran mayoría de las lesiones se clasifican como "leves" según los criterios diagnósticos actuales, por lo que la conmoción cerebral se considera la forma más leve de TCE, el cual representa un problema de salud mundial (Halabi, 2021). Estas lesiones pueden presentarse con una amplia gama de signos y síntomas clínicos, que incluyen signos físicos (pérdida del conocimiento, amnesia), cambios de comportamiento (irritabilidad), deterioro cognitivo (tiempos de reacción más lentos), alteraciones del sueño (somnolencia), síntomas somáticos (dolores de cabeza), síntomas cognitivos (sensación como en una niebla, desorientación, aturdimiento, confusión), o síntomas emocionales (labilidad emocional) (Daneshvar *et al.*, 2011).

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

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

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

utilizado para la resolución completa de los síntomas que es de 3 meses (Halabi, 2021).

El término síndrome post concusión se ha utilizado para describir una constelación persistente de los síntomas después de una conmoción cerebral. A pesar de que se han reportado síntomas de larga duración también pueden reflejar alternativas diagnósticas positivas que incluyen una condición médica premórbida (Halabi, 2021).

Otro término importante es el traumatismo craneoencefálico subconcusivo se refiere al impacto sin signos clínicos o síntomas que alcanzan el umbral de conmoción cerebral/TCE leve, aunque la exposición a esta se ha asociado con enfermedades neurodegenerativas como la encefalopatía traumática crónica (Halabi, 2021)

La sintomatología a menudo se cuantifica a través de la escala de síntomas post conmoción (PCSS), un cuestionario de 22 ítems que requiere que el paciente califique los síntomas de conmoción cerebral en una escala Likert de 6 puntos, fue diseñado como complemento de otras herramientas de evaluación además del autoinforme. Los síntomas informados post-conmoción cerebral también podrían ser resultado de una patología concomitante en la columna cervical o el sistema vestibular (Brown *et al.*, 2021).

Hay nuevas investigaciones buscan encontrar biomarcadores en la sangre asociados con proteína astro glial (glial fibrilar, proteína B fijadora de calcio S100) y axonal (tau, ubiquitina C-terminal hidrolasa 1) que se manifiestan por ocurrencia de lesión. Los biomarcadores han demostrado que detectan con precisión cuándo se ha producido una lesión cerebral traumática y a su vez pueden predecir la gravedad de una lesión e incluso un pronóstico previo de recuperación (Anzalone *et al.*, 2021).

## **Epidemiología**

Del 80 a 90% o más de todas las lesiones en la cabeza se clasifican como conmoción cerebral/ TCE leve. Las estimaciones del centro para el control y la prevención de enfermedades en los Estados Unidos mencionan que el 10% de todos los deportistas sufren de una conmoción cerebral anualmente. En el caso de los niños, ocurre en el 45% de los deportes, a causa de colisiones o deportes de contacto, por ejemplo, los deportes con mayor incidencia son el fútbol y baloncesto. En particular los niños de 10

a 14 años son los que en su mayoría acuden al servicio de urgencias (Moreland y Barkley, 2021).

Se ha observado que las mujeres tienen un mayor riesgo de tener una lesión cerebral relacionada con el deporte, se propone que ello podría estar relacionado con la fuerza de la parte inferior del cuello y la fluctuación hormonal (Moreland y Barkley, 2021).

Uno de los factores de riesgo más importantes para la recuperación prolongada es la presencia de un antecedente de conmoción cerebral. Otros factores de riesgo para una recuperación prolongada son los siguientes: existencia de problemas de aprendizaje, trastornos del sueño y del estado de ánimo, o un traumatismo craneoencefálico preexistente (Moreland y Barkley, 2021). Estudios previos realizados sobre deportes en poblaciones distintas de los deportes de combate sugieren que los mareos, el dolor de cabeza y el dolor de cuello pueden ser factores de riesgo de una futura conmoción cerebral (Brown *et al.*, 2021).

En particular para cada deporte, Brown *et al.*, (2021), reportan que la incidencia de conmoción cerebral es de 20,8 por 100 peleas de boxeo, y un 14,7 por 100 exposiciones de atletas en artes marciales. En el caso del kickboxing, las conmociones cerebrales representan el 17,5% de todas las lesiones, con una tasa de lesiones de 19,2 por 1000 participaciones en peleas. En el grappling de Jiu-Jitsu brasileño, el 25,2% de los atletas han reportado una conmoción cerebral con evidencia de consecuencias tanto a corto como a largo plazo.

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

Dentro de las causas, encontramos que a partir de artes marciales, las reglas de muchos deportes de combate permiten un contacto directo, como técnicas de puñetazos, patadas y agarre en la cabeza y el cuello con el objetivo de incapacitar al oponente (Lystad, 2015; Noh *et al.*, 2015 citado en Brown *et al.*, 2021), aunque no directamente se debe apuntar a la cabeza y el cuello, ciertas técnicas de lanzamiento pueden llevar a lesiones por impacto con el suelo (Murayama *et al.*, 2014; Stephenson y Rossheim, 2018 citado en Brown *et al.*, 2021).

Debido a la presencia de impactos tanto de forma intencional como accidental en la región de la cabeza, aquellos atletas que participan en deportes de combate corren un mayor riesgo de sufrir una conmoción cerebral (Brown *et al.*, 2021).

### **Diagnóstico y recuperación**

El diagnóstico de conmoción se basa en una combinación de síntomas después de la lesión. Estos síntomas pueden clasificarse como de naturaleza física, conductual o cognitiva. Los síntomas físicos incluyen cefalea, insomnio, fatiga, ataxia, náusea y visión borrosa. Por otra parte, los síntomas conductuales que se presentan son irritabilidad excesiva, depresión, ansiedad, problemas para dormir y cambios de personalidad. También se pueden presentar síntomas cognitivos como problemas de atención, memoria, concentración y orientación (Blinman *et al.*, 2009).

Respecto a la evaluación, las escalas comúnmente utilizadas son la escala de Glasgow (EG), la escala de Pérdida de la Conciencia (EPC) y la escala de Amnesia Post-traumática (EAP). La EG se desarrolló para evaluar el nivel de conciencia de los pacientes con TCE. Ofrece puntuaciones totales de 3 a 15, en la que la puntuación más baja indica un mayor deterioro de la conciencia. Tres componentes evaluados en la EG son apertura de ojos, respuesta motora y respuesta verbal. Las puntuaciones totales de cada uno de estos componentes se utilizan luego en el sistema de clasificación para plantear una lesión leve (puntuaciones 13-15), una lesión moderada (puntuaciones 9-12) y una lesión grave (puntuaciones 3-8; McDonald *et al.*, 1994).

Por otra parte, la EPC describe el período de tiempo de pérdida de conciencia / coma. Una puntuación leve se define por la pérdida de la conciencia menor a 30 minutos, moderado de 30 a 24 horas y severo mayor a 24 horas. La EAP evalúa el tiempo que el paciente pierde la memoria durante una conmoción. Una puntuación de leve se define por pérdida de la memoria menor a 24 horas, moderado de 1 a 7 días y severo mayor a 7 días (Brasure *et al.*, 2012).

En el ámbito neuropsicológico, existen pruebas computarizadas como la Prueba Cognitiva (IMPACT). Es un programa de software interactivo que incorpora el historial de conmociones cerebrales, datos de lesiones y evaluación de síntomas, además de las puntuaciones obtenidas en las tareas. Otras pruebas neuropsicológicas computarizadas de uso frecuente con la Métrica de Evaluación Neuropsicológica Automatizada (ANAM) y Headminder (Wiebe *et al.*, 2012).

Además de las pruebas neuropsicológicas mencionadas anteriormente, también existen pruebas de detección rápida. Estas pruebas rápidas se utilizan con mayor frecuencia en la evaluación deportiva. La más popular de estas modalidades es la prueba Sports Concussion Assessment Tool (SCAT), ahora en su tercera versión (SCAT3), esta prueba evalúa la atención y la memoria durante una conmoción deportiva (Galetta *et al.*, 2011).

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

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

### **Factores psicosociales**

Referente a las implicaciones psicológicas de las conmociones en el contexto deportivo, se han encontrado afectaciones en el estado de ánimo: ansiedad, depresión y suicidio (Covassin *et al.*, 2017). Asimismo, Wiese-Bjornstal *et al* (2015) desarrollaron un modelo conceptual para plantear los tipos de respuestas psicológicas que ocurren



después de una conmoción. De acuerdo con este modelo, los factores personales (gravedad de la lesión, diferencias físicas y psicológicas individuales) y situacionales (sociales y ambientales) influyen en la evaluación cognitiva del atleta y en las respuestas emocionales y conductuales a la conmoción cerebral.

En otro estudio McGuckin y colaboradores (2016) entrevistaron a cinco jugadoras adolescentes de hockey para comprender mejor el papel de las influencias sociales cuando regresaban al deporte después de una conmoción cerebral. Al reflexionar sobre sus experiencias, los atletas informaron que las interacciones con los miembros de su entorno social fueron positivas durante su recuperación. Sin embargo, algunos de estos atletas adolescentes han informado sentir presión por parte de los hermanos y padres para reanudar más rápido la actividad deportiva y recuperar su nivel competitivo (Kroshus *et al.*, 2018).

En el deporte, los equipos son grupos con altos niveles de entitatividad (es decir, límites claros que diferencian a los miembros de los no miembros, interacción social frecuente, objetivos comunes y metas; Lickel *et al.*, 2000). Como tal, los atletas tienden a sentir una sensación de conexión tanto con sus compañeros de equipo como con el equipo (es decir, identificación social; Rees *et al.*, 2015). Aunque el sentido de conexión e identificación de los atletas con su equipo puede cambiar en respuesta a eventos situacionales (Benson & Bruner, 2018). Los teóricos de la identidad han estado interesados durante mucho tiempo en las formas complejas en que los individuos definen su autoconcepto basado en la pertenencia a un colectivo (Hornsey, 2008). De hecho, el grado en el que un atleta se identifica con su equipo (es decir, la identidad social) se conecta con una serie de resultados positivos como la cohesión (Bruner, Boardley & Cot, 2014).

Sin embargo, los eventos de la vida que fracturan o interrumpen el sentido de conexión de una persona con un grupo social valioso (es decir, la pérdida de identidad social), pueden precipitar disminuciones en el bienestar (Praherso, Tear & Cruwys, 2017). A partir de la teoría autocategorización, un atleta lesionado puede experimentar una disminución en la identificación social como miembro del equipo debido a su incapacidad para participar en comportamientos sociales normativos asociados con la pertenencia al grupo (por ejemplo, practicar, competir en torneos). Si los atletas se sienten desconectados de su equipo o confundidos sobre su nuevo papel como atleta

lesionado, esto podría exacerbar las dificultades asociadas con las conmociones relacionadas con el deporte (Hornsey, 2008).

### **Hallazgos neuropsicológicos**

Durante la última década, las pruebas neuropsicológicas se han convertido en el medio para determinar los cambios cognitivos asociados con los atletas después de la conmoción (Aubry *et al.*, 2002). Hay muchas razones para el uso de pruebas neuropsicológicas en la evaluación de conmociones cerebrales. En primer lugar, las pruebas neuropsicológicas son sensibles a los déficits en atención y concentración, memoria de trabajo, velocidad de procesamiento de la información y tiempo de reacción (Schatz & Zillmer, 2003).

En segundo lugar, los individuos varían enormemente en su desempeño en las pruebas. En estudio realizado con pacientes que sufrieron conmoción y que no presentaban síntomas posconcusión; se aplicaron dos pruebas neuropsicológicas: el *N-back* y el *PVSAT* con la finalidad de medir la capacidad de memoria de trabajo y velocidad de procesamiento. El desempeño se comparó también con otros dos grupos control, uno de los cuales presentaba síntomas de posconcusión (asociados a otras causas) y el otro no presentaba ninguno de los síntomas. Entre sus hallazgos reportan que el grupo con síntomas de conmoción presentó un peor desempeño en las pruebas en comparación con los otros dos grupos. En consecuencia, se propone que las afectaciones cognitivas por conmoción en memoria de trabajo y velocidad de procesamiento podían persistir incluso después de un año (Dean & Sterr, 2013). Las investigaciones señalan déficits ejecutivos en las áreas de control de la atención, memoria de trabajo, inhibición, flexibilidad cognitiva, razonamiento abstracto, planificación, organización, establecimiento de metas, resolución de problemas y velocidad de procesamiento en pacientes pediátricos (Levin & Hanten, 2005).

En tercer lugar, las pruebas neuropsicológicas son útiles para establecer pautas de retorno al juego (Erlanger *et al.*, 2001), lo cual permite rastrear los síntomas posteriores a la conmoción cerebral en atletas que han sufrido más de una conmoción en sus carreras (Aubry *et al.*, 2002). Respecto a las afectaciones neuropsicológicas asociadas a la práctica del deporte, se ha descrito que los deportes de equipo como el hockey y el fútbol podrían tener los niveles más altos de conmoción cerebral (Tommasone & McLeod, 2006). Barth *et al.*, (2002) reportaron que el historial de

conmoción varía en los atletas dependiendo de los deportes: ecuestre (3%–91%), box (1%–70%), rugby (2%–25%), soccer (4%–22%) y fútbol americano (2%–20%).

### **Ejemplos de casos y de investigación**

La conmoción cerebral implica fuerzas biomecánicas que actúan sobre el cerebro las cuales conducen a alteraciones del comportamiento, generalmente en ausencia de una lesión anatómica manifiesta. El diagnóstico y el manejo clínico de la conmoción deportiva implica evaluaciones breves que abarcan el estado mental, la coordinación, el equilibrio y los síntomas (McCrory *et al.*, 2017).

Desde el trabajo en animales de laboratorio, se ha establecido que las alteraciones neurometabólicas son un componente clave de la fisiopatología de la conmoción cerebral (Giza & Hovda, 2014). Los estudios generalmente se han centrado en metabolitos como el aspartato de N-acetil (NAA), un marcador de la integridad celular y la función mitocondrial; y mioinositol (Ins), un osmolito (Lin *et al.*, 2012). Utilizando técnicas de espectroscopia (SVS), los investigadores han proporcionado evidencia de que la conmoción cerebral crea un período de desequilibrio neurometabólico en las semanas posteriores a la lesión (Vagnozzi *et al.*, 2008). Durante este tiempo, los niveles anormales de metabolitos cerebrales también se asocian con una mayor vulnerabilidad cerebral a un segundo evento de conmoción cerebral.

Dentro de la primera semana después de una conmoción cerebral relacionada con el deporte, los estudios informan con mayor frecuencia disminuciones relacionadas con la NAA en relación con los controles (Henry, *et al.*, 2011). Algunos estudios han informado la resolución de trastornos neurometabólicos dentro de aproximadamente un mes después de la lesión (Vagnozzi, *et al.*, 2010). Otros han demostrado efectos que duran semanas o meses más allá de este tiempo, incluidas las alteraciones persistentes en la NAA, junto con la aparición tardía de valores elevados de Ins (Vagnozzi *et al.*, 2013). También hay evidencia de que la trayectoria de la recuperación neurometabólica puede alterarse significativamente entre los atletas con antecedentes de conmoción cerebral (Johnson *et al.*, 2012).

Churchill y colaboradores (2020), llevaron a cabo un estudio longitudinal en atletas con conmoción deportiva. Se evaluó la microestructura de la materia blanca mediante tensor de difusión (DTI) y la función cerebral en estado de reposo mediante resonancia magnética funcional de acuerdo con el nivel de presión sanguínea (BOLD fMRI). Se

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

Asimismo, no se mostraron cambios longitudinales significativos en la NAA durante la recuperación (Churchill *et al.*, 2020). Estudios longitudinales previos han informado efectos variables: un estudio no encontró efectos significativos en el cuerpo calloso en el lapso de 3 días a 2 meses (Chamard *et al.*, 2012). Otras investigaciones reportaron una reducción de la NAA en la materia blanca frontal a los 3 días, con una recuperación completa a los 30 días (Vagnozzi *et al.*, 2010) y elevaciones persistentes de NAA dentro de la materia gris motora y prefrontal a los 6 días y 6 meses después de la lesión (Henry *et al.*, 2011). La ausencia de efectos significativos de NAA en este estudio puede deberse a la rápida resolución de las alteraciones neurometabólicas primarias (Giza & Hovda, 2014). Alternativamente, en estudios de SVS que examinan múltiples regiones cerebrales, hay evidencia de variabilidad espacial sustancial en la dirección y magnitud de las alteraciones neurometabólicas (Johnson *et al.*, 2012), que se debe potencialmente a variaciones espaciales en las fuerzas biomecánicas relacionadas con lesiones (Tarlochan, 2013).

## **Conclusión**

Las conmociones cerebrales están presentes tanto en deportistas de alto rendimiento, como en aquellos que lo toman como una actividad recreativa, sobretodo en deportes de combate o colisión, por lo que su estudio se vuelve de importancia ya que a pesar de ser clasificado como un TCE leve las secuelas físicas y cognitivas no necesariamente desaparecen después de unos meses como se creía anteriormente. En consecuencia, el papel del neuropsicólogo es monitorizar los síntomas postconcusión y evaluar periódicamente las funciones cognitivas para mantener un óptimo desarrollo en los deportistas.

## Referencias bibliográficas

- ANZALONE, A.; TURNER, S.; BALEZTENA, A.; MCGUFFIN, T.; CREED, K.; JEROMIN, A.; WILSON, D.; HANLON, D.; GARRISON, C.; BLUEITT, D. Y OLIVER, J. 2021. Biomarcadores sanguíneos de conmoción cerebral relacionada con el deporte de atletas pediátricos. *Revista clínica de medicina deportiva* 31(3): 250-256.
- AUBRY, M.; CANTU, R.; DVORAK, J.; JOHNSTON, K.; KELLY, J.; LOVELL, M. R.; MCCRORY, P.; EEUWISE, W. & SCHAMASCH, P. 2002. Summary and agreement statement of the First International Conference on Concussion in Sport. *British Journal of Sports Medicine* 36(1): 6-10.
- BENSON, A. J. & BRUNER, M. W. 2018. How teammate behaviors relate to athlete affect cognition, and behaviors: A daily diary approach within youth sport. *Psychology of Sport and Exercise* 34: 119-127.
- BARTH, J. T.; FREEMAN, J. R. Y BROSHEK, D. K. 2002. Mild head injury, en *Encyclopedia of the Human Brain*, Vol. 3. Editado por Ramachandran, V. S. San Diego, California: Academic Press. 81-92.
- BLINMAN, T. A.; HOUSEKNECHT, E.; SNYDER, C.; WIEBE, D. J. & NANCE, M. L. 2009. Postconcussive symptoms in hospitalized pediatric patients after mild traumatic brain injury. *Journal of Pediatric Surgery* 44(6): 1223-1228.
- BRASURE, M.; LAMBERTY, G. J.; SAYER, N. A.; NELSON, N. W.; MACDONALD, R.; OUELLETTE, J.; TACKLIND, J.; GROVE, M.; RUTKS, I. R.; BUTLER, M. E.; KANE, R. L. & WILT, T. J. 2012. Multidisciplinary Postacute Rehabilitation for Moderate to Severe Traumatic Brain Injury in Adults. Agency for Healthcare Research and Quality (US). Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK98993/>.
- BROWN, D.; GRANT, G.; EVANS, K.; LEUNG, F. & HIDES, J. 2021. The association of concussion history and symptom presentation in combat sport athletes. *Physical Therapy in Sport* 48: 101-108. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2020.12.019>.

- BRUNER, M. W.; BOARDLEY, I. D. & COT, J. 2014. Social identity and prosocial and antisocial behavior in youth sport. *Psychology of Sport and Exercise* 15(1): 56-64. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2013.09.003>.
- COVASSIN, T.; ELBIN, R. J.; BEIDLER, E.; LAFEVOR, M. & KONTOS, A. P. 2017. A review of psychological issues that may be associated with a sport-related concussion in youth and collegiate athletes. *Sport, Exercise, and Performance Psychology*, 6: 220-229. Disponible en: <https://doi.org/10.1037/spy0000105>.
- CHAMARD, E.; THÉORET, H.; SKOPELJA, E.N.; FORWELL, L. A.; JOHNSON, A. M.; ECHLIN, P. S.; 2012. A prospective study of physician-observed concussion during a varsity university hockey season: metabolic changes in ice hockey players. Part 4 of 4. *Neurosurgical focus*, 33: 4.
- CHURCHILL, N. G., GRAHAM, S. J. & SCHWEIZER, T. A. 2020. Neurometabolites and sport-related concussion: From acute injury to one year after medical clearance. *NeuroImage: Clinica* 27: 102258. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.nicl.2020.102258>.
- DANESHVAR, D.; NOWINSKI, C.; MCKEE, A. Y CANTU, R. 2011. The Epidemiology of Sport-Related Concussion. *Clin Sports Med* 30.
- DEAN, P. J. Y STERR, A. 2013. Long-term effects of mild traumatic brain injury on cognitive performance. *Frontiers in Human Neuroscience* 7(30): 1-11. 10.3389/fnhum.2013.00030.
- DECH, R.; BISHOP, S. Y NEARY, P. 2019. Why exercise may be beneficial in concussion rehabilitation:A cellular perspective. *Journal of Science and Medicine in Sport* 22. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2019.06.007>.
- ERLANGER, D.; SALIBA, E.; BARTH, J. T.; ALMQUIST, J.; WEBRIGHT, W. & FREEMAN, J. 2001. Monitoring resolution of postconcussion symptoms in athletics: Preliminary results of a web-based neuropsychological test protocol. *Journal of Athletic Training*, 36(3): 280-287.
- GALETTA, K. M.; BRANDES, L. E.; MAKI, K.; DZIEMIANOWICZ, M. S.; LAUDANO, E.; ALLEN, M.; LAWLER, K.; SENNETT, B.; WIEBE, D.; DEVICK, S.; MESSNER, L. V.; GALETTA, S. L. &

- BALCER, L. J. 2011. The King-Devick test and sports-related concussion: Study of a rapid visual screening tool in a collegiate cohort. *Journal of the Neurological Sciences* 309(1-2): 34-39. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jns.2011.07.039>.
- GRADY, M. F.; MASTER, C. L. & GIOIA, G. A. 2012. Concussion pathophysiology: Rationale for physical and cognitive rest. *Pediatric Annals* 41(9): 377-382. Disponible en: <https://doi.org/10.3928/00904481-20120827-12>.
- GIZA, C. C.; HOVDA, D. A.; 2014. The new neurometabolic cascade of concussion. *Neurosurgery* 75(4): 24-33.
- HALABI, C. 2021. Concussion. En *Aminoff's neurology and general medicine*. .673-680. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/349525769\\_Concussion](https://www.researchgate.net/publication/349525769_Concussion).
- HARRIS, A.; ABBOTT, K.; HUMPHREYS, D.; DALEY, M.; MOIR, M.; WOHRLE, E.; BALESTRINI, C.; FISCHER, L.; FRASER, D. & SHOEMAKER, J. 2020. Concussion Symptoms Predictive of Adolescent Sport-Related Concussion Injury. *Clinical Journal Sport Medicine* 30(5).
- HENRY, L. C.; TREMBLAY, S.; LECLERC, S.; KHIAT, A.; BOULANGER, Y.; ELLEMBERG, D. & LASSONDE, M. 2011. Metabolic changes in concussed American football players during the acute and chronic post-injury phases. *BMC neurology* 11: 105.
- HORNSEY, M. J. 2008. Social identity theory and self-categorization theory: A historical review. *Social and Personality Psychology Compass* 2: 204-222.
- JOHNSON, B.; ZHANG, K.; GAY, M.; HOROVITZ, S.; HALLETT, M.; SEBASTIANELLI, W. & SLOBOUNOV, S. 2012. Alteration of brain default network in subacute phase of injury in concussed individuals: resting-state fMRI study. *Neuroimage* 59: 511-518.
- KROSHUS, E.; BABKES STELLINO, M.; CHRISMAN, S. P. & RIVARA, F. P. 2018. Threat, pressure, and communication about concussion safety: Implications for parent concussion education. *Health Education & Behavior* 45(2): 254-261.
- LEVIN, H. S. & HANTEN, G. 2005. Executive functions after traumatic brain injury in children. *Pediatric Neurology* 33(2): 79-93.

- LICKEL, B.; HAMILTON, D. L.; WIECZORKOWSKA, G.; LEWIS, A.; SHERMAN, S. J. & UHLES, A. N. 2000. Varieties of groups and the perception of group entitativity. *Journal of Personality and Social Psychology* 78: 223.
- LIN, A.; LIAO, H.; MERUGUMALA, S.; PRABHU, S.; MEEHAN, W. & ROSS, B. 2012. Metabolic imaging of mild traumatic brain injury. *Brain imaging and behavior* 6: 208–223.
- MCCRORY, P.; MEEUWISSE, W.; DVORAK, J.; AUBRY, M.; BAILES, J.; BROGLIO, S.; CANTU, R. C.; CASSIDY, D.; ECHEMENDIA, R. J.; CASTELLANI, R. J.; DAVIS, G. A.; ELLENBOGEN, R.; ... VOS, P. E. 2017. Consensus statement on concussion in sport—The 5th international conference on concussion in sport held in Berlin, October 2016. *British Journal of Sports Medicine* 51(11): 838-847.
- MCDONALD, C. M.; JAFFE, K. M.; FAY, G. C.; POLISSAR, N. L.; MARTIN, K. M.; LIAO, S. & RIVARA, J. B. 1994. Comparison of indices of traumatic brain injury severity as predictors of neurobehavioral outcome in children. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 75(3): 328–337.
- MCGUCKIN, M. E.; LAW, B.; MCAULIFFE, J.; RICKWOOD, G. & BRUNER, M. W. 2016. Social influences on return to play following concussion in female competitive youth ice hockey players. *Journal of Sport Behavior* 39: 426–445.
- MORELAND, G. Y BARKLEY, L. 2021. Concussion in Sport. *Current Sports Medicine Reports*, 20(10). Disponible en: <https://journals.lww.com/acsm-csmr/pages/default.aspx>.
- MULLALY, W. 2017. Concussion. *The American Journal of Medicine* 130(8): Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.amjmed.2017.04.016>.
- PRAHARSO, N. F.; TEAR, M. J. & CRUWYS, T. 2017. Stressful life transitions and wellbeing: A comparison of the stress buffering hypothesis and the social identity model of identity change. *Psychiatry Research* 247: 265–275. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2016.11.039>.
- REES, T.; HASLAM, S. A.; COFFEE, P. & LAVALLEE, D. 2015. A social identity approach to sport psychology: Principles, practice, and prospects. *Sports Medicine* 45: 1083–1096. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0345-4>.



- SCHATZ, P. & ZILLMER, E. 2003. Computer-based assessment of sports-related concussion. *Applied Neuropsychology* 10(1): 42-47
- TARLOCHAN, F. 2013. Finite Element (FE) human head models/literature review. *International Journal of Scientific & Technology Research* 2: 17-31.
- TOMMASONE, B. A. & VALOVICH MCLEOD, T. C. 2006. Contact sport concussion incidence. *Journal of athletic training* 41(4): 470.
- VAGNOZZI, R.; SIGNORETTI, S.; CRISTOFORI, L.; ALESSANDRINI, F.; FLORIS, R.; ISGRÒ, E.; RIA, A.; MARZIALI, S.; MARZIALE, S.; ZOCCATELLI, G.; TAVAZZI, B.; DEL BOLGIA, F.; SORGE, R.; BROGLIO, S. P.; MCINTOSH, T. K. & LAZZARINO, G. 2010. Assessment of metabolic brain damage and recovery following mild traumatic brain injury: A multicentre, proton magnetic resonance spectroscopic study in concussed patients. *Brain: A Journal of Neurology* 133(11): 3232-3242.
- VAGNOZZI, R.; SIGNORETTI, S.; FLORIS, R.; MARZIALI, S.; MANARA, M.; AMORINI, A. M.; BELLI, A.; DI PIETRO, V.; D'URSO, S.; PASTORE, F. S.; LAZZARINO, G. & TAVAZZI, B. 2013. Decrease in N-acetylaspartate following concussion may be coupled to decrease in creatine. *The Journal of Head Trauma Rehabilitation* 28(4): 284-292.
- VAGNOZZI, R.; SIGNORETTI, S.; TAVAZZI, B.; FLORIS, R.; LUDOVICI, A.; MARZIALI, S.; TARASCIO, G.; AMORINI, A. M.; DI PIETRO, V.; DELFINI, R. & LAZZARINO, G. 2008. Temporal window of metabolic brain vulnerability to concussion: A pilot 1H-magnetic resonance spectroscopic study in concussed athletes-part III. *Neurosurgery* 62(6): 1286-1295.
- WIEBE, D. J.; COLLINS, M. W. & NANCE, M. L. 2012. Identification and validation of prognostic criteria for persistence of mild traumatic brain injury-related impairment in the pediatric patient. *Pediatric Emergency Care* 28(6): 498-502.
- WIESE-BJORNSTAL, D.; WHITE, A.; RUSSELL, H. & SMITH, A. 2015. Psychology of sport concussions. *Kinesiology Review* 4(2): 169-189.