

Conmoción cerebral y traumatismo craneoencefálico

Concussion and traumatic brain injury

Teresa Gaztañaga Aurrekoetxea

Médico Especialista en Medicina de la Educación Física y el Deporte. Unidad de Medicina del Deporte, Kirolbidea, Hospital de Día Quirón Salud Donostia, San Sebastián.

doi: 10.18176/archmeddeporte.00098

Una conmoción cerebral es una forma de traumatismo craneoencefálico leve, una lesión cerebral traumática que afecta a las funciones del cerebro por lo general de forma temporal con sintomatología de pérdida leve de conciencia, concentración y memoria, dolor de cabeza, confusión, alteración del equilibrio y de la coordinación¹⁻⁵.

El traumatismo craneoencefálico (TCE) se denomina como un golpe, un impacto, una sacudida en la región craneal o facial produciendo una lesión en cuero cabelludo o cara, afectando en mayor o menor medida al nivel de conciencia pudiendo lesionar neuronas y generar cambios bioquímicos que es necesario evaluar, diagnosticar y tratar. Su gravedad está condicionada a la causa (accidente de tráfico, laboral, impacto por caída, deporte, agresión, otros), su localización y a la aparición de complicaciones posteriores (cognitivas, conductuales, físicas, equilibrio, coordinación y/o emocionales)^{4,5}.

Los TCE pueden ser leves (breve alteración del estado mental o de la conciencia, dolor de cabeza, mareo, vómitos, vista borrosa, cambios en el comportamiento) o evolucionar progresivamente hasta llegar a ser graves (persistencia de la pérdida del conocimiento o problemas de razonamiento y comportamiento tras sufrir la lesión)^{5,6}. Los efectos a largo plazo dependen de la gravedad, de la localización de la lesión, de la edad y del estado de salud previo.

Aunque la mayoría de las consultas médicas por TCE son leves, el traumatismo craneoencefálico es la primera causa de muerte e incapacidad en la población menor de 45 años en los países desarrollados. La OMS estimó en el año 2007 que sería la primera causa de mortalidad en el 2020⁷. En España, tres de cada cuatro pacientes con TCE son hombres de edades comprendidas entre los 15 y 30 años; como causa principal están los accidentes de tráfico (en disminución), caídas mayores de 65 años (en aumento), accidentes en la infancia durante las actividades de ocio, y en la práctica deportiva^{8,9}. Las secuelas neurológicas con discapacidad se cifran en un 15% (Sociedad Española de Neurología, 2018)⁸.

Conmoción cerebral relacionada con el deporte (CCD)

La conmoción cerebral se considera una de las lesiones más complejas en la práctica deportiva por su dificultad en la evaluación, diagnóstico y manejo³. Los médicos de medicina deportiva están capacitados de manera única para brindar la atención requerida a lo largo del CCD desde la evaluación aguda hasta el regreso a la práctica deportiva y manejo tanto de las complicaciones del CCD, como de los problemas médicos coexistentes por sus conocimientos, su experiencia y cercanía cotidiana al deportista¹⁰. La mayoría de los CCD se resuelven en 1 a 4 semanas, pero existen casos con etapas de recuperación complicadas y/o prolongadas que pueden necesitar de un equipo multidisciplinar experimentado en el control y manejo de la CCD.

Son características propias de la CCD^{2,3,10}:

- La etiología, debida tanto a un traumatismo agudo por golpe, colisión o por una exposición repetitiva a impactos (oponente, suelo, pelota) y/o sacudidas en la cabeza, cara o cuello (latigazo), como en cualquier otra parte del cuerpo con una fuerza impulsiva transmitida a la cabeza (ataque, defensa, placaje).
- La asistencia, evaluación y diagnóstico urgente que tienen lugar en el campo o terreno de juego.
- La interrupción inmediata de la práctica deportiva (entrenamiento, competición) en todo deportista afectado, independientemente del tipo de actividad y edad, dado que es una lesión aguda en evolución con clínica que cambia rápidamente y en la que hay que actuar con prudencia y celeridad.
- El manejo y tratamiento que deben ser rápidos y gestionados a corto y largo plazo, incluyendo la reincorporación a la actividad deportiva, para asegurar la salud de deportista y evitar secuelas.

Correspondencia: Teresa Gaztañaga Aurrekoetxea
E-mail: kirolbidea.don@quironsalud.es

Los deportes de mayor riesgo de padecer una conmoción cerebral, en cualquier edad, son aquellos en los cuales al practicarlos se produce contacto físico con impulso, encontronazo, golpe, caída, impacto ya sea esporádico o repetitivo y otros con riesgo de colisión a alta velocidad, sobre todo sin el equipo de protección o seguridad indicados, como fútbol americano, hockey, rugby, boxeo, fútbol¹¹⁻¹⁸. Estadísticamente se atiende por CCD en mayor proporción a mujeres que a hombres². Hay dos revisiones sistemáticas recientes que muestran mayor tasa de incidencia estadísticamente significativa de conmoción cerebral en las mujeres con respecto a los hombres, en el fútbol y el baloncesto¹⁹ y mayor prevalencia de conmoción cerebral y notificación de síntomas en las mujeres, siendo necesaria una mayor investigación en el papel del sexo biológico para valorar su importancia en la evaluación, el manejo y el tratamiento posterior del CCD²⁰.

Clínica

La mayoría de las CCD se presentan sin pérdida de conciencia y sin signos neurológicos claros que pueden ser transitorios y presentarse las primeras 24-48 h. La activación celular inflamatoria, la degeneración axonal y la plasticidad alterada pueden ocurrir en las etapas subaguda y crónica de la conmoción cerebral¹⁰. Así, incluso sin una sintomatología evidente en la fase aguda, puede presentarse a posteriori, enmascarada por un comportamiento considerado dentro de la normalidad en el entorno del deportista (familiar, social, deportivo).

Los factores de riesgo para el desarrollo de un trastorno en fase tardía incluyen un cuadro con más síntomas tempranos (por ejemplo, dolor de cabeza, fatiga), antecedentes de conmociones cerebrales múltiples, afecciones psiquiátricas (ansiedad, depresión), mayor duración de la inconsciencia o amnesia y una edad más temprana⁵. Por ello hay que monitorizar un seguimiento tras la fase aguda de la conmoción cerebral³.

La clínica puede manifestarse con los siguientes síntomas en cierto grado inespecíficos para realizar un diagnóstico por sí mismos^{2,3,10}:

- Físicos: cefalea, mareo, alteraciones de la visión, del equilibrio y de la sensibilidad a la luz y al ruido.
- Cognitivos: confusión, dificultad en la concentración con problemas de expresión y memoria.
- Emocionales: irritabilidad, exacerbación de sentimientos (tristeza, decaimiento, efusividad, ira, miedo), nerviosismo.
- Trastornos del sueño: alteración del ritmo con incremento o disminución del número de horas habitual, somnolencia afectando al periodo de vigilia o actividad.

En el momento de una posible lesión, in situ se evalúa, por parte del profesional médico, el comportamiento de la persona lesionada con respecto a la orientación, la memoria, la concentración, el movimiento y el equilibrio, el habla y el razonamiento, además se realiza una exploración cervical para valorar otras lesiones^{3,10}. Si se sospecha una CCD debe completarse la exploración con una evaluación exhaustiva y específica. Nunca debe dejarse solo al lesionado supervisando su evolución durante las primeras horas. Los organismos deportivos deben permitir el tiempo adecuado para realizar esta evaluación, siendo un factor de mejora la instauración de un tiempo de demora en las reglas de los deportes que aún no lo contemplan.

El deportista que sufra un incremento en la sintomatología tras la sospecha de una conmoción cerebral debe mantenerse al margen de la actividad hasta que una evaluación adicional pueda confirmar o excluir el CCD.

La justificación para la retirada inmediata del terreno de la práctica deportiva y evaluación contigua sería la presencia de señales de alerta o signos visibles como la pérdida de conocimiento, convulsiones por impacto, postura tónica, mirada en blanco o vacía, falta de coordinación motora o equilibrio^{3,10}. Cualquiera de estos síntomas observados o notificados deben implicar la suspensión de la actividad deportiva por lo menos el resto del día.

La presentación de lesiones craneales más graves con pérdida de conocimiento prolongada, dolor de cabeza intenso o que empeora, emesis que no cede, estado mental en declive, déficit neurológico focal o sospecha de lesión significativa craneal (fractura craneal, hemorragia intracraneal), deberían inducir la activación del plan de emergencia.

Diagnóstico

Un examen médico es el primer paso en el diagnóstico de una posible lesión cerebral^{2,3,5,10}. Si hay síntomas o signos en una o más de las áreas de exploración (neurológica, motora, sensorial, cognitiva), se debe sospechar de una CCD, establecer el diagnóstico diferencial y la estrategia de manejo adecuada. El profesional médico familiarizado con el deportista es el más adecuado para detectar cambios sutiles en su personalidad o rendimiento. La evaluación de la conmoción cerebral debe realizarse en un entorno libre de distracciones con tiempo adecuado para el examen y la ejecución de las pruebas de la conmoción cerebral.

En cuanto al diagnóstico diferencial, es necesario discernir de la clínica por drogas, alcohol, uso de medicamentos u otras lesiones (cervicales, disfunción vestibular periférica) u otras comorbilidades (afecciones psicológicas o médicas)^{3,5,10}.

La CCD puede provocar cambios neuropatológicos, pero los signos y síntomas clínicos agudos reflejan en gran medida una alteración funcional en lugar de una lesión estructural y, como tal, no se observa ninguna anomalía en los estudios estándar de neuroimagen estructural³.

Se ha evidenciado la existencia de factores predisponentes previos a una CCD^{21,22}, como son el tipo de deporte, el historial de conmoción previa, la edad, el padecimiento de migrañas, fatiga y alteraciones del sueño, que pueden ser predictivos de parte de la sintomatología posterior con una recuperación más prolongada y la aparición de síntomas relacionada con el eje cognitivo-somático-sensorial.

Por todo ello el diagnóstico de la conmoción cerebral es un diagnóstico clínico^{2,3,10,21-23} a partir de la historia clínica y la evaluación secundaria en una primera instancia y según evoluciona la lesión:

- La historia clínica que contemple en el reconocimiento médico previo a la práctica deportiva, además de la exploración habitual de equilibrio, reflejos, oídos y vista, una evaluación sobre antecedentes de conmoción cerebral u otra lesión cerebral traumática (número, evolución de la recuperación y tiempo transcurrido entre lesiones), presencia de otras condiciones premórbidas / comórbidas, u otros factores, que pueden dificultar el diagnóstico y/o manejo de la conmoción cerebral, incluyendo antecedentes de trastornos del aprendizaje, del estado de ánimo, déficit de atención, cinetosis o

sensibilidad al movimiento, antecedentes personales o familiares de trastorno de dolor de cabeza por migraña e información sobre el consumo actual de medicamentos. Estos datos servirán, en caso de presentarse una CCD, para la asistencia, mejora en el manejo y elaboración de un plan de emergencia.

- La evaluación secundaria con exploración física y neurocognitiva, utilizando un sistema de evaluación rápido, fiable y estandarizado. Se debe ejecutar de forma inmediata y/o en un entorno sin distracciones y con el lesionado en reposo, según el grado de afectación que lo permita.

Actualmente la herramienta mejor desarrollada y de mayor ámbito de instauración disponible para la evaluación secundaria es el SCAT *Sport Concussion Assessment* - herramienta de evaluación de la conmoción cerebral en el deporte que se actualiza periódicamente, según evidencias científicas, por el Grupo Internacional de Conmoción en el Deporte (*Concussion in Sport Group - CISG*) desde la segunda Conferencia Internacional de la Conmoción en el Deporte celebrada en Praga, el año 2004^{2,3,10,24,25}. La vigente es la 5ª edición, SCAT5, que corresponde a la última versión consensuada como parte del panel de expertos de la 5ª Conferencia Internacional del Consenso sobre Conmoción Cerebral en el Deporte celebrada en Berlín, en el año 2016^{3,26}. Los soportes editados, son SCAT5 para deportistas de 13 o más años^{27,28} y SCAT5 pediátrico para niños desde los 5 a los 12 años, por sus diferencias con adultos²⁹⁻³².

El SCAT es útil inmediatamente después de la lesión para diferenciar a los deportistas con conmoción cerebral de los no conmocionados, se ejecuta y cumplimenta en 10 minutos, pero su utilidad parece disminuir significativamente de 3 a 5 días después de la lesión^{4,10,25}. La lista de verificación de síntomas, sin embargo, demuestra utilidad clínica en el seguimiento de la recuperación. Se recomienda realizar el SCAT tras la lesión in situ con parte del cuestionario y posteriormente finalizarlo, en un lugar tranquilo distanciado del lugar de los hechos para facilitar la objetividad de los datos a obtener (vestuarios, consulta).

El SCAT5, contiene indicaciones, instrucciones, preguntas para la verificación de síntomas y evaluaciones clínicas que se realizan tanto de forma inmediata como en las horas siguientes al traumatismo deportivo con una conmoción cerebral o sospecha de haberla sufrido. Incluye una evaluación de la función motora (del movimiento), la función sensorial, la coordinación del razonamiento y los reflejos. Engloba el sistema de evaluación de la memoria con las preguntas de Maddocks, la exploración del coma mediante la escala de Glasgow (*Glasgow Coma Scale - GCS*), la evaluación sistemática de la conmoción para el examen cognitivo (*Standardised Assessment of Concussion - SAC*), el examen neurológico con el sistema de puntuación de errores de equilibrio modificado (*Modified Balance Error Scoring System - mBESS*), el dictamen en base a la puntuación recogida en la cumplimentación del cuestionario y consejos para quien vaya a vigilar al deportista convalciente. Se recomienda hacer las preguntas al deportista de la evaluación de síntomas de una fase aguda/posaguda, en el momento de la prueba. En situación estable o basal, lo complementaría la persona afectada, sería una autoevaluación²⁶⁻²⁸.

El SCAT5 pediátrico, comprende las pruebas y evaluaciones calificadas con puntuaciones adaptadas a la edad pediátrica^{29,31}.

Otras herramientas y pruebas que pueden utilizarse en la evaluación secundaria, junto al SCAT5 o por sí solas, según la sintomatología

presentada, son el CogSport (pruebas de la función cognitiva), Métricas de Evaluación Neuropsicológica Automatizada (*Automated Neuropsychological Assessment Metrics - ANAM*), sistema de Signos Vitales del Sistema Nervioso Central o Inmediato^{3,10,25}.

La evaluación para cribado de la función vestibulo-ocular (*Vestibular/Ocular Motor Screening - VOMS*), es útil para evaluar la función vestibulo-ocular en mayores de 8 años^{33,34}. La sensibilidad (probabilidad de identificar correctamente la conmoción cerebral) y la especificidad (probabilidad de identificar correctamente la ausencia de una conmoción cerebral) del diagnóstico de la conmoción cerebral relacionada con el deporte pueden aumentar al combinar múltiples herramientas de evaluación.

Con respecto a la confiabilidad (sensibilidad y especificidad) del test-retest, el SCAT5 incluye, como novedad, listas opcionales de 10 palabras y listados más largos en secuenciación hacia atrás de dígitos²⁷, para minimizar el efecto techo (*ceiling effect* - obtención de la máxima puntuación o cercana en la mayoría de las personas), que constituía un sesgo en la puntuación de la evaluación de la memoria y concentración del SCAT3. Actualmente no hay estudios de la sensibilidad y especificidad de SCAT5 y SCAT5 infantil aplicados, y queda por demostrar si estos cambios han mejorado la confiabilidad con respecto a las versiones anteriores.

Todas las pruebas más utilizadas en la valoración secundaria, incluidas las del SCAT5, pueden aplicarse como evaluación en la pretemporada (verificación de síntomas, evaluación del equilibrio y función cognitiva), sobre todo en caso de posconmoción cerebral^{10,21-24}. Pero no toda la batería de pruebas de las herramientas de evaluación es imprescindible ni exigible para el manejo apropiado de la CCD.

Hay que resaltar que, para optimizar el diagnóstico a partir del resultado o puntuación obtenida de las herramientas utilizadas en la evaluación secundaria, es necesario conocer las limitaciones tanto en caso de quien evalúa como quien es evaluado¹⁰. El evaluador puede cometer un error metodológico en la puntuación si no está familiarizado con las propiedades psicométricas de las herramientas que está utilizando en relación a la clínica presentada por el lesionado a evaluar. Y el evaluado puede alterar el resultado de las pruebas de autoevaluación al realizárselas de forma repetitiva por aprendizaje de las mismas.

Para llegar a un diagnóstico preciso, todas las pruebas deben interpretarse en combinación con una clínica determinante de conmoción cerebral.

Las pruebas diagnósticas por imagen, entre ellas las tomografías computarizadas (TC) y las tomografías por resonancia magnética (TRM), no diagnostican la CCD^{3,10}. Pero en caso de sospecha de hemorragia intracraneal, pueden ayudar a descartar una lesión en el cerebro potencialmente mortal, que puede requerir una intervención quirúrgica inmediata.

Los biomarcadores de fluidos y las pruebas genéticas son herramientas de investigación importantes, pero requieren de una validación adicional para determinar su utilidad clínica en la evaluación de la CCD³⁵. Se debe investigar sobre las limitaciones actuales como recurso diagnóstico de la conmoción cerebral.

Tratamiento y retorno a la práctica deportiva

Tras una conmoción, la resolución de la sintomatología generalmente sigue un curso secuencial hasta llegar a la situación previa de

normalidad, resolviéndose entre 1 a 4 semanas (10-14 días en adultos, más de 1 mes en niños) con reposo cognitivo y físico que aminora la sintomatología poscontusión cerebral al disminuir la demanda de energía cerebral^{13,6,10,30-32,36}. El 80%-90% de los adolescentes y adultos se recuperan en 2 semanas recuperando el equilibrio y la función cognitiva anterior. El tiempo de recuperación es diferente para cada persona y el tratamiento debe ser individualizado con progresión gradual, limitada por los síntomas³. Actualmente no es posible estandarizar cuantitativamente el periodo de recuperación ya que el tiempo fisiológico puede ser más duradero que la sintomatología clínica y no hay medios diagnósticos de cambios fisiológicos (resonancia magnética, flujo sanguíneo cerebral, electro fisiología, ritmo cardíaco, biomarcadores de fluidos, entre otro) validados para la interpretación clínica³. Se necesita más investigación en este campo.

La prolongación del tiempo de recuperación superior a 1 mes suele estar relacionado con antecedentes de conmoción previa, padecimiento de migraña, alteraciones del sueño y psiquiátricas (ansiedad, depresión)^{5,21,22}, siendo más evidente en niños, adolescentes y adultos jóvenes^{32,36}. También influyen en el retraso de la recuperación, el mayor grado en la presentación de síntomas y en la gravedad, la pérdida de conocimiento, la amnesia retrógrada o amnesia postraumática³, así como la aparición temprana de dolor de cabeza y depresión³⁶. Para establecer perfiles clínicos con la duración del periodo de recuperación, la edad y el sexo, son necesarios más estudios de investigación.

El deportista debe guardar reposo físico y cierto reposo cognitivo, para facilitar la remisión de la clínica, comenzando por 24-48 h y durante varios días. Debe ser vigilado en su evolución sintomatológica por una persona cercana, que esté al tanto de las posibles alteraciones (empeoramiento con cefalea, somnolencia, vómitos, incapacidad para reconocer personas/lugares, alteraciones en el comportamiento y en el habla).

Si se evidenciasen cambios en el comportamiento, vómitos, empeoramiento de la cefalea, visión doble o somnolencia excesiva, se trataría de una emergencia y habría que ponerse en contacto urgentemente con su médico o con los servicios de emergencia^{3,10,26}.

En la mayoría de los casos, después de superar las primeras 24-48 h y pocos días de reposo, el deportista podrá aumentar gradualmente su nivel de actividad física cotidiana y ejercicio aeróbico sin contacto, siempre y cuando los síntomas no empeoren o se exacerben³⁷. Existen varios estudios que refieren una recuperación más corta con ejercicio aeróbico de umbral subsintomático entre el 3 y 7 día tras la lesión, en varones adolescentes y jóvenes^{37,38}. Actualmente no hay pruebas suficientes de consenso para prescribir un descanso completo de más de 24-48 h que logre una mejor recuperación^{3,10}.

Cuando el deportista sea capaz de realizar todas las actividades cotidianas habituales asintomático, podrá comenzar con la fase de la progresión hacia la vuelta a la práctica deportiva^{3,10}. Para ello, se debe seguir un programa de ejercicio gradual por etapas (tipo de ejercicio, intensidad, duración, sin/con contacto), dirigido por un médico. El tiempo de duración de la incorporación gradual al deporte es multifactorial (edad, historial, tipo de deporte y nivel, etc.) y debe ser gestionado individualmente. Se pueden definir distintas etapas condicionadas a la evolución clínica como estrategia de vuelta gradual al deporte²⁷, por ejemplo, destinando más de 24h para cada

una, no introduciendo el entrenamiento de resistencia antes de la 3ª, 4ª, o últimas etapas y retrocediendo a la etapa anterior en caso de empeoramiento con un tiempo de cadencia de por lo menos 24h. Cuándo introducir el entrenamiento temprano y en qué casos, sigue en investigación¹⁰. La actividad y el ejercicio tempranos no reemplazan el regreso gradual al deporte.

En niños y jóvenes hay que considerar que la capacidad de aprendizaje puede estar alterada tras una conmoción cerebral, siendo de vital importancia la coordinación entre el médico, los padres, personal cuidador, en su caso, y los profesores para gestionar el plan de vuelta al centro de formación^{6,26,27}. En niños, además debe ponderarse el juego no deportivo, especialmente en entornos impredecibles (patio del colegio), para evitar una recaída o una nueva lesión^{6,29-32}. El retorno a la práctica deportiva está condicionado a la carencia de sintomatología en las actividades físico-cognitivas cotidianas y académicas de aprendizaje.

Si durante la evolución secuencial de la recuperación persiste la clínica, puede existir una asociación con lesiones recurrentes de la columna cervical y el sistema vestibular periférico que podrá requerir de un grupo profesional multidisciplinar para una terapia bien dirigida con rehabilitación psicológica, cervical y vestibular^{3,10}.

El tratamiento farmacológico sintomático, no está bien contrastado³. Si existe su justificación, el deportista no debe incorporarse hasta finalizar dicho tratamiento por la posibilidad de enmascarar o modificar la sintomatología de la CCD. El médico debe valorar cuando se producirá dicha incorporación.

Con respecto al tratamiento de la conmoción cerebral con suplementos dietéticos como vitaminas del grupo B, vitaminas C, D, E, magnesio, aminoácidos ramificados, n-acetil cisteína, N-metil-D-aspartato, nicotinamida ribosa, ácidos grasos ω -3, creatina, curcumina, resveratrol, cafeína y melatonina, con evidencia de mejora de la sintomatología en modelos animales, protegiendo o acelerando la recuperación, resulta no extrapolable y carente de investigación suficiente en humanos, que necesita de más investigación para su utilización con rigor, fiabilidad y seguridad^{36,37}.

En resumen, se puede concluir que el tratamiento en posconmoción cerebral debe ser individualizado con una introducción de actividad física y cognitiva gradual, limitada por síntomas, con programas de ejercicio aeróbico subsintomático y programas de terapia según alteraciones de la función vestibular y cognitivo-conductual. La reincorporación a la práctica deportiva se podrá establecer con una programación gradual de ejercicio físico dirigida por el médico, condicionada a la carencia de sintomatología en las actividades cotidianas y de aprendizaje escolar o académico, en estudiantes.

Bibliografía

1. McCrory P, Feddermann-Demont N, Dvořák J, et al. What is the definition of sports-related concussion: a systematic review. *Br J Sports Med.* 2017;51:877-87.
2. Harmon KG, Drezner JA, Gammons M, et al. American Medical Society for Sports Medicine position statement: concussion in sport. *Br J Sports Med.* 2013;47:15-26.
3. McCrory P, Meeuwisse W, Dvořák J, et al. Consensus statement on concussion in sport—the 5th international conference on concussion in sport held in Berlin, October 2016. *Br J Sports Med.* 2017;51:838-847.
4. Katz DI, Cohen SI, Alexander MP. Mild traumatic brain injury. *Handb Clin Neurol.* 2015;127:131-56.

5. Dwyer B, Katz DI. Postconcussion syndrome. *Handb Clin Neurol*. 2018;158:163-78.
6. Silverberg ND, Iaccarino MA, Panenka WJ, et al. Management of Concussion and Mild Traumatic Brain Injury: A Synthesis of Practice Guidelines. *Arch Phys Med Rehabil*. 2020;101:382-393.
7. Hyder AA, Wunderlich CA, Puvanachandra P, Gururaj G, Kobusingye OC. The impact of traumatic brain injuries: a global perspective. *Neuro Rehabilitation*. 2007;22:341-53.
8. Sociedad Española de Neurología - Fundación del Cerebro. La Fundación del Cerebro advierte de que en verano aumenta el número de traumatismos craneoencefálicos graves y de lesiones medulares de origen traumático. Departamento de prensa SEN, 2018. Consultado el 26/06/2020. Disponible en. <http://www.sen.es/saladeprensa/pdf/Link246.pdf>.
9. Giner J, Mesa Galán L, Yus Teruel S, et al. Traumatic brain injury in the new millennium: A new population and new. *Neurologia*. 2019;50:213-485330063-5.
10. Harmon KG, Clugston JR, Dec K, et al. American Medical Society for Sports Medicine position statement on concussion in sport. *Br J Sports Med*. 2019;53:213-25.
11. Dompier TP, Kerr ZY, Marshall SW, et al. Incidence of Concussion During Practice and Games in Youth, High School, and Collegiate American Football Players. *JAMA Pediatr*. 2015;169:659-65.
12. Pfister T, Pfister K, Hagel B, Ghali WA, Ronksley PE. The incidence of concussion in youth sports: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med*. 2016;50:292-7.
13. Kerr ZY, Wilkerson GB, Caswell SV, et al. The First Decade of Web-Based Sports Injury Surveillance: Descriptive Epidemiology of Injuries in United States High School Football 2005-2006 Through 2013-2014 and National Collegiate Athletic Association Football 2004-2005 Through 2013-2014. *J Athl Train*. 2018;53:738-751.
14. Nguyen JVK, Brennan JH, Mitra B, Willmott C. Frequency and Magnitude of Game-Related Head Impacts in Male Contact Sports Athletes: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med*. 2019;49:1575-83.
15. McNeel C, Clark GM, Davies CB, Major BP, Lum JAG. Concussion incidence and time-loss in Australian football: A systematic review. *J Sci Med Sport*. 2020;23:125-33.
16. Brown JC, Starling LT, Stokes K, et al. High Concussion Rate in Student Community Rugby Union Players During the 2018 Season: Implications for Future Research Directions. *Front Hum Neurosci*. 2019;13:423. Published 2019 Dec 4.
17. Knapik JJ, Hoedebecke BL, Rogers GG, Sharp MA, Marshall SW. Effectiveness of Mouthguards for the Prevention of Orofacial Injuries and Concussions in Sports: Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med*. 2019;49:1217-32.
18. Theadom A, Mahon S, Hume P, et al. Incidence of Sports-Related Traumatic Brain Injury of All Severities: A Systematic Review. *Neuroepidemiology*. 2020;54:192-9.
19. Cheng J, Ammerman B, Santiago K, et al. Sex-Based Differences in the Incidence of Sports-Related Concussion: Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Health*. 2019;11:486-91.
20. Merritt VC, Padgett CR, Jak AJ. A systematic review of sex differences in concussion outcome: What do we know? *Clin Neuropsychol*. 2019;33:1016-43.
21. Putukian M, Riegler K, Amalfe S, Bruce J, Echemendia R. Preinjury and Postinjury Factors That Predict Sports-Related Concussion and Clinical Recovery Time. *Clin J Sport Med*. 2018;10.1097/JSM.0000000000000705.
22. Sinnott AM, Kontos AP, Collins MW, Ortega J. Concussion Symptoms Among Athletes: Preinjury Factors Predict Postinjury Factors. *J Head Trauma Rehabil*. 2020;35:E361-E371.
23. Putukian M. Clinical Evaluation of the Concussed Athlete: A View From the Sideline. *J Athl Train*. 2017;52:236-44.
24. National Collegiate Athletic Association-NCAA. Interassociation consensus: diagnosis and management of sport-related concussion best practices. Indianapolis, IN, 2016. Consultado el 26/06/2020. Disponible en: https://www.ncaa.org/sites/default/files/SSI_ConcussionBestPractices_20170616.pdf
25. Broglio SP, Katz BP, Zhao S, McCrea M, McAllister T; CARE Consortium Investigators. Test-Retest Reliability and Interpretation of Common Concussion Assessment Tools: Findings from the NCAA-DoD CARE Consortium. *Sports Med*. 2018;48:1255-68.
26. Meeuwisse WH, Schneider KJ, Dvořák J, et al. The Berlin 2016 process: a summary of methodology for the 5th International Consensus Conference on Concussion in Sport. *Br J Sports Med*. 2017;51:873-6.
27. Echemendia RJ, Meeuwisse W, McCrory P, et al. The Sport Concussion Assessment Tool 5th Edition: Background and rationale. *Br J Sports Med*. 2017;51:848-50.
28. Concussion recognition tool 5©. *Br J Sports Med*. 2017;51(11):872.
29. Davis GA, Purcell L, Schneider KJ, et al. The Child Sport Concussion Assessment Tool 5th Edition (Child SCAT5): Background and rationale. *Br J Sports Med*. 2017;51:859-61.
30. Davis GA, Anderson V, Babl FE, et al. What is the difference in concussion management in children as compared with adults? A systematic review. *Br J Sports Med*. 2017;51:949-57.
31. Ayr LK, Yeates KO, Taylor HG, Browne M. Dimensions of postconcussive symptoms in children with mild traumatic brain injuries. *J Int Neuropsychol Soc*. 2009;15:19-30.
32. Yeates KO, Taylor HG, Rusin J, et al. Premorbid child and family functioning as predictors of post-concussive symptoms in children with mild traumatic brain injuries. *Int J Dev Neurosci*. 2012;30:231-7.
33. Mucha A, Collins MW, Elbin RJ, et al. A Brief Vestibular/Ocular Motor Screening-VOMS assessment to evaluate concussions: preliminary findings. *Am J Sports Med*. 2014;42:2479-86.
34. Moran RN, Covassin T, Elbin RJ, Gould D, Nogle S. Reliability and Normative Reference Values for the Vestibular/Ocular Motor Screening -VOMS Tool in Youth Athletes. *Am J Sports Med*. 2018;46:1475-80.
35. McCrea M, Meier T, Huber D, et al. Role of advanced neuroimaging, fluid biomarkers and genetic testing in the assessment of sport-related concussion: a systematic review. *Br J Sports Med*. 2017;51(12):919-929.
36. Iverson GL, Gardner AJ, Terry DP, et al. Predictors of clinical recovery from concussion: a systematic review. *Br J Sports Med*. 2017;51:941-948.
37. Lawrence DW, Richards D, Comper P, Hutchison MG. Earlier time to aerobic exercise is associated with faster recovery following acute sport concussion. *PLoS One*. 2018;13:e0196062.
38. Leddy JJ, Haider MN, Hinds AL, Darling S, Willer BS. A Preliminary Study of the Effect of Early Aerobic Exercise Treatment for Sport-Related Concussion in Males. *Clin J Sport Med*. 2019;29:353-360.