

El uso del casco en la prevención del daño cerebral (agudo y crónico)

The use of the helmet in the prevention of brain damage (acute and chronic)

Francisco Javier Rubio Pérez¹, Adelaida Rubio Civit²

¹Unitat Medicina Esport. Hospital Universitari Sant Joan Reus. Unitat Medicina Esport. Hospital Comarcal Amposta. ²Hospital Lleuger Gimbernat Cambrils. Tarragona.

doi: 10.18176/archmeddeporte.00102

Introducción

Entre un 10 y un 36% de las patologías traumáticas están relacionados con la actividad física. De estas hasta un 12% afectan a la región craneofacial (CF) y su incidencia aumenta preocupadamente año tras año. Para que entendamos la magnitud del problema, solo en EE. UU., se producen casi 4 millones de traumatismos CF que requieren visita médica. El fútbol americano y el hockey sobre hielo, los deportes más lesivos¹.

La investigación sobre el mecanismo de lesión CF en los últimos años se ha centrado en su etiopatogenia y en las estrategias para minimizar su gravedad. Se han aplicado cambios en los reglamentos y desarrollados equipos de protección que han ido evolucionado y mejorando a lo largo de los años.

Con las medidas adoptadas ha disminuido la gravedad de las lesiones CF, pero los efectos sobre las conmociones cerebrales no son tan positivos. Además, muchas conmociones no son informadas por el deportista por temor a ser descalificados.

Los cascos fueron uno de los primeros métodos de protección personal y aún lo continúan siendo. Son el mejor método de prevención contra el TCE moderado o grave, sin embargo, no hay datos positivos sobre su eficacia contra los leves (conmoción cerebral).

Cada casco, está diseñado para proteger contra los posibles impactos que ocurren en la cabeza en cada deporte.

Los cascos reducen la posibilidad de una lesión cerebral traumática grave después de una colisión al reducir la aceleración de la cabeza en el impacto, disminuyendo tanto la colisión entre cerebro-cráneo como la desaceleración repentina que provoca una lesión axonal².

Los movimientos de aceleración lineal y rotacional, son los mecanismos responsables de las conmociones cerebrales y de lesiones más graves CF.

La aceleración lineal describe el movimiento de traslación de la cabeza, es actualmente la variable más utilizada para certificar los cascos en la industria del deporte, desde que se relacionó el pico de aceleración lineal con ondas de presión nocivas dentro del cráneo³.

La aceleración lineal también se ha utilizado como variable de medida para predecir el riesgo de fractura de cráneo, para certificar el casco este debe soportar fuerzas de aproximadamente 250-300 G. El uso de esta variable en la fabricación ha permitido reducir la incidencia de la lesión cerebral grave y de la fractura de cráneo, pero ha tenido un efecto limitado en la disminución de la incidencia de la conmoción cerebral.

Todos los impactos en la cabeza provocan traslación y rotación. Valorar la aceleración rotacional es imprescindible. Se ha identificado que el tipo de cizallamiento difuso del tejido cerebral atribuido a la conmoción cerebral está relacionado con la severidad de la rotación de la cabeza durante un impacto. El tejido cerebral tiene una resistencia muy baja a la rotación, pero una alta resistencia a la traslación³.

En la fabricación de los cascos, se tienen en cuenta únicamente parámetros que miden la traslación. Es imprescindible el análisis de la aceleración rotacional en el diseño de los cascos, su determinación exacta es difícil ya que se mide el movimiento de la cabeza por un impacto y no el del cerebro que flota libremente dentro del líquido cefalorraquídeo y se mueve a una velocidad diferente a la del cráneo en respuesta a una colisión. Esta incapacidad para medir correctamente la aceleración rotacional puede ser una de las razones por las que la incidencia de la conmoción cerebral no disminuye a pesar de los cambios introducidos en el diseño de los cascos.

Cuando se produce un impacto en la región CF, se puede provocar una colisión entre el cerebro y el cráneo, ya sea en el lado del impacto (golpe) o en el lado opuesto (contragolpe). La desaceleración de alta velocidad asociada con estos impactos también puede provocar una

Correspondencia: Francisco Javier Rubio Pérez
E-mail: franciscojavier.rubio@salutsantjoan.cat

lesión axonal difusa. Dependiendo de la extensión de estas alteraciones, se puede producir una patología neurológica, aunque aún se desconoce el umbral necesario para provocarlas².

Los cascos de fútbol americano, hockey sobre hielo y hockey en línea, son eficaces contra los impactos de aceleración lineal, pero no con los de aceleración rotacional⁴.

El nivel de protección del casco frente a los TCE depende entre otros factores de: diseño, grosor, dimensión, tipo de materiales. El diseño del casco implica un equilibrio entre la comodidad y la seguridad óptima.

Los cascos se componen básicamente de cuatro partes fundamentales: el casco exterior, un revestimiento que absorbe impactos, un relleno y un sistema de retención. El casco exterior, es de un material duro, diseñado para que disperse la energía del impacto, y así disminuir la fuerza antes de que llegue a la cabeza, además, debe evitar que puedan penetrar objetos que alcancen la cabeza. Generalmente, está realizado con materiales como: plásticos (policarbonato, termoplásticos, Dyneema) y fibras (de carbono, de vidrio, kevlar, tricomposite). El revestimiento, se encuentra dentro del casco exterior, y sirve para absorber el impacto, tiene un efecto "colchón". Es importante que el casco esté ajustado, para que cumpla mejor su función.

La absorción de energía a las fuerzas de rotación y traslación y a la velocidad de impacto es diferente, dependiendo del diseño del casco, no hay un solo diseño actualmente que ofrezca protección para todos los tipos de impacto.

El grosor de la espuma y las dimensiones del casco, son importantes para absorber la energía del impacto.

Es más difícil diseñar cascos que puedan reducir de forma segura las aceleraciones de baja energía y las presiones que se distribuyen por todo el cerebro, que fabricar cascos que puedan absorber impactos focales⁵.

Un objetivo principal es disminuir la desaceleración máxima y aumentar el tiempo durante el cual ocurre la desaceleración; esto se puede lograr mediante una capa de material más gruesa y más flexible que mejora la absorción de la energía en el momento del impacto. El tamaño no debe favorecer el aumento de la aceleración rotacional generada por un impacto.

Al interpretar los datos sobre los beneficios de seguridad de los cascos, es importante saber que una reducción en la aceleración lineal o rotacional no necesariamente se asocia a una reducción similar en el riesgo de conmoción cerebral. La curva de riesgo de lesión que describe la probabilidad de conmoción para una aceleración rotacional particular no es lineal sino sigmoidea (en forma de S).

Para que sea usado para una determinada actividad, el casco debe cumplir unos criterios para que sea homologado y certificado, y deberá recoger en sus especificaciones, las correspondientes certificaciones, así:

- Béisbol: NOCSAE ND022 en el bateador, NOCSAE ND0204 en el receptor.
- Fútbol americano: NOCSAE ND022, NDO06.
- Hockey sobre hielo: NOCSAE NDO30, ASTM F1045.

Los estudios que evalúan la eficacia de los cascos en la prevención de lesiones, tienen una serie de limitaciones:

- Falta de estandarización de la definición de conmoción cerebral.
- Falta de estandarización al examinar la eficacia del casco.
- Muestras pequeñas que disminuyen el poder estadístico.

- No hay grupo control sin casco.

Aunque se ha estudiado si asociar al casco, otras medidas de protección como el protector facial (visera o completo) y el bucal, disminuía la incidencia y gravedad de las conmociones, no existen estudios concluyentes que demuestren un beneficio.

Durante las décadas de 1960 y 1970, el uso de protectores bucales se hizo obligatorio en muchos deportes: fútbol americano, hockey sobre hielo, lacrosse, hockey sobre hierba y boxeo. Los protectores bucales son eficaces para prevenir lesiones alveolo-dentarias, pero no la severidad de las conmociones cerebrales.

Utilización del casco en diferentes deportes

Fútbol

La conmoción cerebral relacionada con deportes de colisión como el fútbol y el hockey ha sido ampliamente estudiada. Últimamente, los deportes de contacto de menor riesgo, como el fútbol, han atraído la atención. El fútbol es el deporte mundial más practicado, con más de 265 millones de jugadores.

Una de las acciones de juego más frecuente, es el cabeceo voluntario de la pelota, y aunque posiblemente sea un mecanismo capaz de provocar lesiones y secuelas neurológicas, se sabe que la mayoría de las lesiones se producen por golpes cabeza-cabeza y codo-cabeza.

Ya en 1999, Delaney⁶ recomendó el uso obligatorio de un casco protector blando en aquellas poblaciones más sensibles a los TCE: porteros, jugadores entre 6-15 años y jugadores con antecedentes de lesiones craneales, así como recoger en el reglamento la prohibición de golpear con la cabeza hasta los 15 años, recomendación que no fue aceptada por los entes federativos, porque sería cambiar por completo el fútbol base, afirmando además que el cerebro de los jóvenes aunque parece más vulnerable, tiene más plasticidad y quizás sea capaz de compensar los golpes.

El casco, sería útil para disminuir el impacto de golpes en la cabeza y el codo, pero no es eficaz para reducir el impacto del balón al cabecear⁶ y además los jugadores que usan el casco puede tener un comportamiento más agresivo en el campo.

Donde se debe poner énfasis es en el fútbol base, por las posibles consecuencias que pueden tener los contactos repetidos de la pelota con la cabeza, el niño está madurando, el tamaño del cráneo y cerebro esta desproporcionado (a los 5 años, el cráneo tiene el 90% del tamaño de adulto) respecto al resto del cuerpo y su cuello no está preparado para prevenir golpes como el del adulto.

Se debería valorar la necesidad de que la evaluación de las conmociones que se producen durante un partido, la realizaran médicos independientes que evalúen el estado del jugador sin estar condicionado por este o por el entrenador.

Béisbol

El béisbol no se considera un deporte peligroso. Pero existe un verdadero riesgo de lesiones debido a los lanzamientos descontrolados, las pelotas bateadas y los choques en el campo.

La mayoría de las lesiones CF se producen por impacto directo en el bateador de la pelota que puede desplazarse a velocidades de hasta 145 Km/h.

Los estudios recomiendan: mejorar la seguridad de los cascos, usar máscaras y rejillas faciales, usar pelotas más blandas y reducir de la velocidad lineal de los bates de metal (velocidad de giro).

Las lesiones en la región CF representan aproximadamente una cuarta parte de todas las lesiones producidas en el béisbol, un 10% son conmociones cerebrales y más del 30% fracturas. Incluso, en niños de 5 a 14 años, se producen cada año cuatro muertes por impacto directo, que son totalmente evitables⁷.

El uso de casco es obligatorio desde 1971, en las ligas profesionales, debe cubrir completamente la partes superior y posterior de la cabeza y lateralmente las dos orejas y deben quedar bien ajustados. El casco ésta compuesto de un termoplástico muy resistente (acrilonitrilo butadieno estireno o ASBS), que le da 300% veces más rigidez. En 2018, se empieza a usar una solapa en forma de C para cubrir la mandíbula. Su efecto protector es bueno para impactos de baja velocidad, no lo es tanto para los de alta velocidad.

En niños hasta 15 años, es obligado usar cascos y protectores oculares de policarbonato. También se recomienda usar bolas de bajo impacto y prohibir los bates metálicos, además de corregir técnicamente el bateo para evitar estar expuestos durante los lanzamientos.

Es casco se recomienda usarlo, cuando un jugador batea, espera para batear o está corriendo en las bases y a los entrenadores de bases.

Además, los receptores siempre deben llevar casco, máscara y protección para la garganta.

Hockey hielo

El hockey sobre hielo es un deporte agresivo que conlleva un alto riesgo de lesión, por contusiones contra superficies duras: maderas, cristal, hielo, postes de portería, *sticks*, discos y entre jugadores.

Se estima que hasta un 25% de los jugadores profesionales, han tenido al menos una vez conmoción cerebral. El principal mecanismo lesivo es el impacto en la cabeza de hombros, codos y manos de contrarios⁸. El uso de cascos fue obligatorio en Europa en 1963, en Canadá en el hockey universitario en 1965 y en la liga profesional de EE. UU. (NHL) en 1979.

Para reducir el riesgo de lesiones, se han realizado numerosos cambios a lo largo de los años, no solo en los equipos de protección (cascos y protectores faciales), sino también en el reglamento, además de elaborar protocolos para prevenir, reconocer y tratar la conmoción cerebral.

Las nuevas tecnologías usadas en la fabricación de los cascos permiten mejorar la protección frente a la aceleración lineal, pero no protege completamente de la aceleración rotacional que se ha relacionado con la conmoción cerebral, ni tampoco son completamente efectivos para impactos con el disco a una velocidad superior a 90 Km/h⁹. El disco puede ser desplazado en un disparo a una velocidad entre 145-180 Km/h, y en un pase a 50-100 Km/h.

El material del casco es una carcasa exterior dura de nitrilo de vinilo, que ayuda a dispersar la fuerza desde el punto de contacto y que no se deforma, sino que se comprime y vuelve a su estado original. Mientras que el revestimiento puede estar hecho de espuma de nitrilo de vinilo,

espuma de polipropileno expandido u otro material que absorba la energía y reduzca las posibilidades de una conmoción cerebral.

En Canadá, en un estudio de 1978, se recogieron 43 lesiones oculares que provocaron ceguera, se obligó a llevar protector facial junto al casco en los jugadores pre y universitarios¹⁰.

Aunque los protectores faciales se usan por primera vez en 1972, no es hasta 1996, que la NHL lo hace obligatorios.

Existen tres tipos de protectores faciales: visera, pantalla completa y rejilla.

- Visera: está formada por un plástico transparente impermeable que permite al jugador una visibilidad ininterrumpida, diseñada para evitar que los *sticks* y discos puedan causar daño en los ojos, sin embargo, los dientes y la mandíbula quedan expuestos. El 94% de los jugadores de la NHL usan viseras.
- Rejilla: está hecha de aluminio, acero o titanio muy. Aunque ofrece la máxima protección posible, puede disminuir la visibilidad.
- Máscara facial completa: ofrece la misma protección que una rejilla, pero no reduce la visibilidad. Fabricado con un plástico resistente que tiene un área de visión grande y un fondo ventilado para la boca. Obligada en menores de 18 años.

En un estudio en que se evaluó, que tipo de protector facial ofrecía más protección frente a la aparición de conmoción tras un impacto, no se obtuvieron diferencias entre ellos, aunque en el caso de producirse conmociones, la recuperación era más lenta en los que usaban solo visera. Posiblemente la colocación del casco en los jugadores que usan visera, que los inclinan hacia atrás para tener mejor visión, disminuyendo con ello la protección de la región frontal, que es donde se producen más impactos, aumentando el riesgo de conmociones graves.

Es obligado usar como mínimo visera en los jugadores y completa o rejilla (para que no pueda penetrar disco ni *stick*) en porteros.

Protecciones adicionales obligadas: protector bucal en menores de 20 años y protector de cuello en menores de 18 años. Los protectores bucales no son obligatorios en NHL, a pesar de que, en un estudio de 1033 jugadores, la tasa de conmoción cerebral fue 1,42 veces mayor en las personas que no usaban protector bucal.

Se juega con un *stick* de madera o sintético, con una longitud de 163 centímetros (cm), una anchura de 3 cm y un espesor de 2,54 cm. El disco tiene un diámetro de 7,62 cm, espesor de 2,54 cm y peso de 156-170 gramos. Su tamaño es capaz de lesionar el ojo porque penetra en la órbita.

Fútbol americano

En los EE. UU., hay aproximadamente dos millones de practicantes de fútbol americano. Es el deporte que provoca el mayor número de conmociones cerebrales.

En 1905 murieron 18 jugadores y 159 sufrieron graves lesiones en el cráneo, el presidente de los EE. UU., Theodore Roosevelt amenazó con prohibir su juego, sino se tomaban medidas urgentes.

El principal mecanismo lesional, es en un 61% de las ocasiones el golpe casco a casco.

En 1939 el casco se convirtió en obligatorio en el fútbol americano universitario y en 1943 en la liga profesional americana (NFL). La máscara es obligada a partir de 1962.

Con el uso del casco ha disminuido la gravedad del traumatismo CF, la incidencia de muertes relacionadas con lesiones cerebrales disminuyó de 150 muertes en 1974 a 25 en 1994. También ha reducido el riesgo de fractura de cráneo en un 60%-70%, y el de contusión cerebral focal en un 70%-80%, pero el riesgo de conmoción cerebral sólo en un 20%.

El mayor número de impactos lo recibe la región frontal del casco, provocando una mayor cantidad de aceleración lineal y rotacional y por tanto de conmoción. Los impactos en la parte superior del casco, son menos lesivos. Estos datos se deben tener en cuenta en el diseño de los cascos.

Un estudio de cohorte prospectivo que analiza las tasas de lesión entre los jugadores que usan diferentes tipos de casco, obtuvo que los que usan el casco *Revolution* de Riddell en comparación con aquellos que usaban otros cascos, mostraron índices de conmoción cerebral significativamente menores (31% disminución del riesgo relativo y 2,3 reducción del riesgo absoluto) ya que disminuye en un 50% la fuerza G¹¹.

Hasta ahora ningún casco es válido para velocidades de impacto de 42 Km/h o superiores, sin embargo, la mayoría de los jugadores no alcanzan estas velocidades, sino velocidades que están dentro del rango de protección ofrecido por el diseño del casco actual.

Se necesitan más estudios que evalúen las características de absorción de energía de los distintos materiales usados en la fabricación de los cascos: vinilo, nitrilo y el polipropileno expandido funcionan bien para los impactos múltiples de baja energía y el poliestireno (EPS) para los de alta energía¹¹.

El mayor error es pensar que el casco por sí solo evita las conmociones cerebrales, y no es cierto, ya que estas se producen cuando el cerebro se mueve en el interior del cráneo y este mecanismo los cascos actuales no lo evitan, aunque sí que protegen de laceraciones, fracturas y lesiones oculares.

También se debe sumar la historia de conmociones cerebrales y de impactos subcomicionales recibidos.

Rugby

Es un deporte de contacto, que a pesar de presentar una incidencia de lesiones CF similar a la del fútbol americano y el hockey hielo, no obliga a usar protecciones como los hacen estos.

El uso de casco, disminuye las laceraciones en el cuero cabelludo y la "oreja de coliflor" típica del rugby¹² e incluso disminuye significativamente la incidencia y gravedad de los TCE en el trabajo de Brooks¹³ pero no en el McIntosh¹⁴.

El único casco protector permitido en el rugby consiste en una espuma de polietileno sin caparazón duro, con un espesor recomendado de 10 mm y una densidad hasta 45 Kg/m³.

Los detractores de su uso, sostienen que no son recomendables para todos los jugadores ya que hay algunas evidencias de que pueden alentar una conducta más agresiva y que la principal medida preventiva frente a los TCE, debería ser que los jugadores realicen correctas técnicas de placaje¹⁵.

El uso de protectores bucales junto con el casco no disminuye la incidencia de conmociones, en los jugadores que la usan.

Hockey hierba

En un estudio de Gil Rodas¹⁶, se recoge la incidencia de lesiones en un club de elite español, a lo largo de tres temporadas, destaca la baja incidencia de lesiones en la cara y cráneo, solo se registraron entre un 1-3% en ambos sexos. Los resultados son similares a los Barboza¹⁷.

Las únicas protecciones obligatorias son: espinilleras, guantes y protector bucal.

La mayoría de las lesiones CF se producen por impacto de la pelota, choque con otros jugadores y por caídas al suelo, son muy infrecuentes por impacto de un *stick*.

La máscara, es usada por los defensores en el lanzamiento de penalti córner, para evitar lesiones oculares y heridas inciso-contusas en la región facial por el impacto directo de la pelota. La pelota puede alcanzar en los disparos hasta 180 Km/h.

En EE.UU. desde 2011, es obligado en los preuniversitarios usar gafas protectoras.

La pelota de juego, pesa entre 156-163 gramos, con un diámetro de 22,4-23,5 cm, son de plástico, huecas por dentro con una pared de 1 cm y con un tamaño similar al de una pelota de tenis o béisbol. El *stick*, tiene de largo como máximo 105 cm y el peso no debe exceder los 750 gramos.

Hockey línea

El equipo de protección es similar al de hockey hielo.

A raíz de los trabajos de Hutchinson¹⁸, Varlotta¹⁹, en los que la parte más lesionada era la cabeza y cara en un 38 y 21% respectivamente, se obliga a usar protección facial completa en menores de 19 años y visera en mayores de 19.

Con las medidas tomadas y tal como se recogen en el trabajo de Moreno Alcaraz²⁰, la incidencia de lesiones CF disminuyó hasta un 7,5 %.

Hockey patines

El Hockey sobre patines, por su gran velocidad de juego, los continuos contactos entre los jugadores, así como el peso y la velocidad de la bola y el uso de un *stick* para desplazarla, presenta un considerable riesgo de producir lesiones CF.

El *stick* de juego, puede ser de madera, plástico u otro material no metálico, tiene un extremo curvo (pala) que es utilizado para impulsar la bola, mide 110 cm de largo y tiene un peso aproximado de 500 gramos. La bola, es de corcho con un revestimiento de 2 cm de espesor de caucho, mide 23 cm de circunferencia y tiene un peso de 160 gramos. Puede ser impulsada a una velocidad entre 70-125 Km/h, con picos de hasta 160 km/h. Los rebotes en otros jugadores y estructuras de la pista pueden hacer que la pelota salga a una velocidad entre 108 Km/h si es a nivel del suelo a 36 si lo es a un metro de altura. El tamaño de la bola impide un impacto directo en el ojo. Con los patines se pueden alcanzar hasta 70 km/h.

Las protecciones obligatorias en los jugadores son guantes, rodillera, espinilleras y cuquillera y en los porteros además protector laríngeo, peto y guardas para proteger las extremidades inferiores.

Deportes de equipo con una casuística similar de lesiones CF, hace años que han tomado la decisión de modificar el reglamento y obligar

a usar métodos de prevención, que han sido efectivos para disminuir la incidencia y gravedad de las lesiones CF.

Se han creado registros estadísticos para determinar la incidencia, valorar los mecanismos, la severidad y tipo más frecuente de lesiones CF y con ello poder implementar modificaciones en las reglas del juego y sugerir nuevas medidas de seguridad.

En España se han producido en la última temporada, lesiones muy graves con consecuencias funcionales y estéticas, entre las que destacan:

- Doble fractura maxilar inferior con inestabilidad que preciso tratamiento mediante osteosíntesis y posterior ortodoncia. Mecanismo: disparo lejano
- Agresión con el *stick* en el cráneo a un contrario, que tuvo como resultado sutura y TCE.
- Contusión directa con el *stick* en la zona facial, que requirió 40 puntos de sutura en la zona malar.
- Impacto con el *stick* en el ojo, con déficit visual permanente.

En dos casuísticas analizadas, la afectación del cuero cabelludo es muy baja, y esto se debería tener en cuenta en el diseño del casco específico para hockey sobre patines²¹.

En Cataluña, zona geográfica en la que hay más practicantes, en un control de lesiones en las últimas tres temporadas, el 25% del total son CF. Los mecanismos lesionales, el *stick* (39%), el codo de un contrario (24%) y la pelota (21%)

Los datos confirman y ratifican la necesidad de revisar el reglamento de juego, incorporando nuevas medidas de seguridad y obligar que se use casco y protector facial.

A pesar de las evidencias, en una encuesta realizada a los jugadores en Cataluña, solo el 61% es partidario de usar medidas adicionales de protección, entre ellas un 8% llevaría casco y un 4% protector facial y lo que valorarían más es la posibilidad de tener visión panorámica en un 19,7%, la protección 18,58%, la comodidad 16,62% y el peso en un 11,73%.

En la actualidad existen dos prototipos de casco que llevan incorporada una protección facial, realizados uno por un ente federativo y otro por una empresa privada, que difieren en el diseño y que están pendientes de homologación y certificación para ser usados. Para evitar que el casco, provoque de forma voluntaria o involuntaria lesiones, no debería ser voluntario como hasta ahora, sino que su uso debería ser obligado en todos los jugadores para tener todos las mismas protecciones.

Conclusiones

En el diseño del casco se debe conseguir un equilibrio entre seguridad y comodidad, junto con la protección de las lesiones, debe ser de bajo peso, perfectamente ajustable y permitir una amplitud de visión y protección periférica.

Los diseños de cascos, suelen utilizar como criterios de lesión la aceleración lineal, sin evaluar la aceleración rotacional, que causa la mayor parte de las conmociones cerebrales. Sin embargo, hasta ahora el único tipo de prueba realizada para la certificación de los cascos, es usar una plataforma de caída que representa una caída al suelo y aceleración lineal.

Se ha demostrado que la conmoción cerebral es de naturaleza compleja y no se describe fácilmente utilizando parámetros de ingeniería. Hay muchos tipos de mecanismos de lesión asociados con ella, por lo tanto, un solo mecanismo no puede describir de manera efectiva el riesgo de lesión para todas las conmociones cerebrales. Los impactos en la cabeza crean una variedad de respuestas dinámicas y predecir el riesgo de todo tipo de conmociones cerebrales es una ilusión.

En la actualidad, los cascos en la mayoría de los deportes son eficaces para amortiguar los impactos responsables de una lesión cerebral grave, pero no para los causantes de conmoción cerebral.

No hay evidencia epidemiológica de que el uso de protección facial o protector bucal asociado al casco reduzca las conmociones cerebrales.

En aquellos deportes en los que el uso de cascos y protectores faciales no sea posible, deberán ser los cambios en el reglamento y la mejora de la técnica y de la fuerza de los músculos del cuello los que asuman este papel.

Lo que no se sabe es lo que ocurre posteriormente con estos jugadores, tampoco cual es el riesgo a que están expuestos por continuar en el campo de juego tras la conmoción, los medios de comunicación registran el momento del traumatismo, pero no el "después" puesto que ya no es noticia.

Bibliografía

1. Theadoma A, Mahona S, Humea P, Starkeyc N, Barker-Collod S, Jones K, et al. Incidence of Sports-Related Traumatic Brain Injury of All Severities: A Systematic Review. *Neuroepidemiology*. 2020;54:192-9.
2. Daneshvar D, Baugh C, Nowinski C, McKee A, Stern R, Cantu R. Helmets and Mouth Guards: The Role of Personal Equipment in Preventing Sport-Related Concussions. *Clin Sports Med*. 2011;30(1):145-63.
3. Newman J, Beusenberg M, Shewchenko N, Withnall C, Fournier E. Verification of biomechanical methods employed in a comprehensive study of mild traumatic brain injury and the effectiveness of American football helmets. *J Biomech*. 2005;38(7):1469-81.
4. Lloyd J, Conidi F. Brain injury in sports. *J Neurosurg*. 2016;124(3):667-74.
5. Yeong J, Kondziolka D, Huang J, Samadan U. Helmet efficacy against concussion and traumatic brain injury: a review. *J Neurosurg*. 2017;126(3):768-81.
6. Delaney J, Lacroix V, Leclerc S, Johnston K. Concussions among university football and soccer players. *Clin J Sport Med*. 2002;12(6):331-8.
7. Mooney J, Self M, ReFaey K, Elsayed G, Chagoya G, Bernstock J, et al. Concussion in soccer: a comprehensive review of the literatura. *Concussion*. 2020;5(3).
8. Bonfield C, Shin S, Kanter A. Helmets, head injury and concussion in sport. *Phys Sportsmed*. 2015;43(3):236-46.
9. Rousseau P. *Analysis of concussion metrics of real-world concussive and non-injurious elbow and shoulder to head collisions in ice hockey*. Ottawa, Ed. Université d'Ottawa, 2014.
10. Stevens S, Lassonde M, De Beaumont L, Keenan J. The effect of visors on head and facial injury in National Hockey League players. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2006;9(3):238-42.
11. Rowson S, Duma S, Greenwald R, Beckwith J, Chu J, Guskiewicz K, et al. Can helmet design reduce the risk of concussion in football?. *J Neurosurg*. 2014;120(4):919-22.
12. Egocheaga J, Urraca JM, Del Valle M, Rozada A. Estudio epidemiológico de las lesiones en el Rugby. *Arch Med Deporte*. 2003;20(1):22-6.
13. Brooks J, Fuller C, Kemp S, Reddin R. Epidemiology of injuries in English professional rugby union: part 1 match injuries. *Br J Sports Med*. 2005;39(10):757-66.
14. McIntosh AS, McCrory P. Effectiveness of headgear in a pilot study of under 15 rugby union football. *Br J Sports Med*. 2001;35(3):167-9.
15. Menger M, Menger A, Nansa A. Rugby headgear and concussion prevention; misconceptions could increase aggressive play. *Neurosurgery Focus*. 2016;40(4):E12:1-7.
16. Rodas G, Medina D, Moizé L, Yanguas J, Bros A, Simon B. Epidemiología lesional en un club de hockey sobre hierba. *Apunts de Medicina de l'Esport*. 2006;150:60-5.

17. Barboza D, Nauta J, Pols MJ, Mechelen EA, Verhagen E. Injuries in Dutch elite field hockey players: a prospective cohort study. *Scandinavian Journal of Sports Medicine and Science in Sports*. 2018;28(6):1708-14.
18. Hutchinson MR, Milhouse C, Gapski M. Comparison of injury patterns in elite hockey players using ice versus in-line skates. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 1998;30(9):1371-3.
19. Varlotta GP, Lager SL, Nicholas S, Browne M, Schlifstein T. Professional roller hockey injuries. *Clinical Journal of Sport Medicine*. 2000;10(1):29-33.
20. Moreno-Alcaraz VJ, Cejudo A, Sainz de Baranda P. Epidemiología de las lesiones en hockey línea. *Trances*. 2020;12(3):349-66.
21. Pelaez E, Dascenzi P, Savastano L, Cremaschi F. Lesiones craneofaciales producidas en hockey sobre patines. *Revista Argentina de Neurocirugia*. 2008;22(4):181-5.