



FACULTADE DE MEDICINA  
E ODONTOLOXÍA

Traballo de  
fin de grao

**De como a Medicina modifica as normas do deporte: o placaxe, unha manobra de risco no rugby e no fútbol americano.**

**De como la Medicina modifica las reglas del deporte: el placaje, una maniobra de riesgo en el rugby y el fútbol americano.**

**How Medicine changes the rules of sport: tackling, a risky maneuver in rugby and american football.**

**Autora:** Paula Tejo Pereira  
**Titor:** Máximo Alberto Díez Ulloa  
**Departamento:** Ciruxía e  
Especialidades Médico-Cirúrxicas

Xuño 2025

Traballo de Fin de Grao presentado na Facultade de Medicina e Odontoloxía da Universidade de Santiago de Compostela para a obtención do Grao en Medicina

*A mi familia, por su apoyo incondicional durante estos 6 años. Sin vosotros nada de esto hubiese sido posible.*

*A mi madre, por ser mi salvavidas en un mar de dudas.*

*A mi padre, por su enorme sacrificio.*

*A mi hermano, por su infinita paciencia.*

*A mi tutor, por motivarme y enseñarme tanto en tan poco tiempo.*

# ÍNDICE

ÍNDICE.....	1
ÍNDICE DE TABLAS.....	2
ÍNDICE DE FIGURAS.....	2
ABREVIATURAS.....	3
RESUMEN.....	4
RESUMO.....	5
ABSTRACT.....	6
1. INTRODUCCIÓN.....	7
1.1 Epidemiología.....	7
1.2 Factores de riesgo.....	12
1.3 Biomecánica.....	14
1.4 Lesiones cervicales: clasificación, evolución e impacto.....	16
1.5 Diagnóstico.....	18
1.6 Tratamiento y rehabilitación.....	20
1.7 Complicaciones.....	21
1.8 Prevención.....	22
2. OBJETIVO.....	25
3. METODOLOGÍA.....	26
3.1 Diseño.....	26
3.2 Estrategia de búsqueda.....	26
3.3 Criterios de selección.....	26
4. RESULTADOS.....	28
4.1 Clasificación según estrategia de prevención.....	28
5. DISCUSIÓN.....	35
5.1 Análisis según estrategia preventiva.....	35
5.2 Diferencias según edad y género.....	40
5.3 Relevancia de la medicina.....	41
5.4 Limitaciones de la revisión.....	44
5.5 Líneas futuras de investigación.....	45
6. CONCLUSIONES.....	46
7. BIBLIOGRAFÍA.....	47

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características principales del rugby y del fútbol americano .....	8
Tabla 2. Técnicas de contacto principales .....	8
Tabla 3. Técnicas de contacto principales .....	11
Tabla 4. Técnicas de juego en rugby y fútbol americano .....	13
Tabla 5. Complicaciones principales según el nivel de la lesión vertebral .....	22
Tabla 6. Clasificación de medidas según tipo de prevención .....	22
Tabla 7. Comparativa de estrategias preventivas entre ambos deportes.....	24
Tabla 8. Clasificación de artículos según estrategia preventiva .....	29
Tabla 9. Clasificación de los artículos según estrategia preventiva identificada.....	30
Tabla 10. Características principales de los artículos revisados .....	31
Tabla 11. Objetivo, resultados y conclusiones de los estudios revisados .....	32
Tabla 12. Características principales de los programas formativos de rugby.....	39
Tabla 13. Factores de riesgo de lesión cervical según la edad.....	40
Tabla 14. Factores determinantes en lesiones cervicales según el género.....	41

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Lesiones según la posición en el equipo .....	10
Figura 2. Lesiones catastróficas craneoencefálicas y cervicales .....	12
Figura 3. Mecanismo de hiperflexión cervical durante la melé .....	15
Figura 4. Representación del mecanismo de defensa con carga axial cefálica .....	15
Figura 5. Esquema de los principales grupos de lesiones según la gravedad.....	17
Figura 6. Diagrama de flujo PRISMA.....	28
Figura 7. Cartel de campaña formativa Heads-Up Football.....	38
Figura 8. Infografía de la campaña Heads-Up Football .....	38
Figura 9. Evolución de las lesiones cervicales .....	42

## **ABREVIATURAS**

**ASIA:** American Spinal Injury Association

**CCSI:** Catastrophic Cervical Spine Injury

**EEII:** Extremidades Inferiores

**EE. UU.:** Estados Unidos

**HUF:** Heads Up Football

**NCCSI:** Non Catastrophic Cervical Spine Injury

**NFL:** National Football League

**RA:** Reacciones adversas

**RMN:** Resonancia Magnética Nuclear

**ROM:** Rango de Movimiento

**RVP:** Resistencias Vasculares Periféricas

**TC:** Tomografía Computarizada

**VM:** Ventilación Mecánica

**VPP:** Valor Predictivo Positivo

**WOS:** Web Of Science

## RESUMEN

**Introducción:** En deportes de contacto, como son el rugby y el fútbol americano, las lesiones de columna cervical son más frecuentes que en otro tipo de actividades, pudiendo comprender desde parestesias hasta daños permanentes en la médula. Aunque estas lesiones sean poco prevalentes, las consecuencias son importantes. Por ello, en este trabajo se analiza la variación de la incidencia de estas lesiones según las estrategias planteadas gracias a la medicina.

**Objetivo:** Realizar una revisión sistemática de diferentes artículos publicados acerca de las medidas de prevención incorporadas gracias a la medicina para evitar, o disminuir, el riesgo de lesiones cervicales en el rugby y en el fútbol americano.

**Metodología:** Se realizó una búsqueda en las bases de datos MEDLINE/PubMed y WOS, en las que se aplicaron criterios de inclusión y exclusión para seleccionar entre ensayos clínicos aleatorizados, revisiones, revisiones sistemáticas y meta-análisis, los que más se adaptaban a los filtros. Tras la búsqueda inicial, se realizó una lectura crítica de los artículos restantes, seleccionándose finalmente diez estudios para la revisión sistemática.

**Resultados:** Los artículos analizados evidencian una disminución de la incidencia de lesiones medulares tras aplicar diferentes medidas preventivas. Entre ellas destacan las mejoras del equipamiento de protección y las modificaciones reglamentarias en el placaje y en la melé.

**Conclusiones:** La medicina ha supuesto un punto de inflexión en la reducción de la incidencia de lesiones cervicales en ambos deportes. Gracias a ella se implementaron medidas en el rugby, como el método *crouch, bind, set*, y en el fútbol americano, como la prohibición del *spear tackle*. Sin embargo, es importante destacar que sigue siendo necesario investigar y actualizar las medidas preventivas para permitir obtener resultados cada vez mejores.

**Palabras clave:** lesiones de columna cervical, reglas del juego, rugby, fútbol americano, prevención.

## RESUMO

**Introducción:** En deportes de contacto, como son o rugby e o fútbol americano, as lesións de columna cervical son máis frecuentes ca noutro tipo de actividades. As lesións poden comprender dende parestesias ata danos permanentes na médula. Aínda que estas lesións sexan pouco prevalentes, as consecuencias son importantes. Por iso, neste traballo analízase a variación da incidencia de estas lesións segundo as estratexias formuladas grazas á medicina.

**Obxectivo:** Realizar unha revisión sistemática de diferentes artigos publicados acerca das medidas de prevención incorporadas grazas á medicina para evitar, ou diminuír, o risco de lesións cervicais no rugby e no fútbol americano.

**Metodoloxía:** Realizouse unha busca nas bases de datos MEDLINE/PubMed e WOS, nas que se aplicaron criterios de inclusión e exclusión para seleccionar entre ensaios clínicos aleatorizados, revisións, revisións sistemáticas e meta-análises, os que máis se axustaban aos filtros. Tras a busca inicial, realizouse unha lectura crítica dos artigos restantes, seleccionándose finalmente dez estudos para a revisión sistemática.

**Resultados:** Os artigos analizados evidencian unha diminución da incidencia de lesións medulares tras a aplicación de diferentes medidas preventivas. Entre elas destacan as melloras do equipamento de protección e as modificacións regulamentarias no placaxe e na melé.

**Conclusiones:** A medicina supuxo un punto de inflexión na redución da incidencia de lesións cervicais en ambos deportes. Grazas a ela implementáronse medidas no rugby, como o método *crouch, bind, set*, e no fútbol americano, como a prohibición do *spear tackle*. Non obstante, é importante destacar que segue a ser necesario investigar e actualizar as medidas preventivas para acadar resultados cada vez mellores.

**Palabras clave:** lesións de columna cervical, regras do xogo, rugby, fútbol americano, prevención.

## ABSTRACT

**Introduction:** In contact sports such as rugby and american football, cervical spine injuries are more frequent than in other types of activities. These injuries can range from paresthesias to permanent spinal cord damage. Although these injuries are not highly prevalent, their consequences are significant. Therefore, this study analyzes the variation in their incidence based on the strategies implemented thanks to medical advances.

**Objective:** To conduct a systematic review of various published articles on the preventive measures implemented thanks to the medicine to avoid, or reduce, the risk of cervical injuries in rugby and american football.

**Material and methods:** A search was performed in the MEDLINE/PubMed and WOS database, applying inclusion and exclusion criteria to select the most relevant studies from randomized clinical trials, reviews, systematic reviews and meta-analyses. After the initial search, a critical reading of the remaining articles was carried out, and ten studies were selected for the systematic review.

**Results:** The analyzed articles show a decrease in the incidence of spinal cord injuries after the implementation of various preventive measures. Among these, improvements in protective equipment and regulatory changes in tackling and scrum are highlighted.

**Conclusions:** Medicine has marked a turning point in reducing the incidence of cervical injuries in both sports. Thanks to it, measures were implemented in rugby, such as the *crouch, bind, set* method, and in American football, such as the ban on *spear tackle*. However, it is important to emphasize that it is still necessary to research and update preventive measures to achieve increasingly better results.

**Keywords:** cervical injuries, game rules, rugby, american football, prevention.

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1 Epidemiología

### 1.1.1 Contexto del problema:

En deportes de contacto, como el rugby y el fútbol americano, las lesiones son más frecuentes en comparación con otro tipo de actividades deportivas. Por las características del juego, los placajes suponen una maniobra de especial riesgo para la columna cervical. Dichas lesiones son poco prevalentes, pero suponen una gran preocupación, ya que pueden ocasionar desde parestesias hasta daños permanentes en la médula espinal. En estas modalidades deportivas, el riesgo se incrementa por el componente físico inherente, tanto en los entrenamientos como en los partidos (1).

Otras disciplinas deportivas como el salto de trampolín, el hockey sobre hielo o la gimnasia artística, también conllevan un riesgo implícito de sufrir lesiones a nivel cervical. Sin embargo, debido a la alta popularidad del rugby y del fútbol americano en todo el mundo y, sobre todo, a la similitud en su principal mecanismo lesional (carga axial), se seleccionaron estas dos disciplinas para realizar el análisis (2).

### 1.1.2 Definición y características:

El rugby surge en Inglaterra a principios del s.XIX a partir del fútbol, por iniciativa de William Webb Ellis. Existen diferentes variantes del rugby, entre ellas las más importantes son el *rugby union* y el *rugby league*, aunque existen otras modalidades como el *rugby seven* o el *touch rugby* (3). Por otra parte, el fútbol americano se desarrolló más tarde, a principios del s.XX (4).

En ambos deportes, los equipos tienen como objetivo avanzar con el balón hacia la zona de anotación rival, ya sea portándolo, pateándolo o realizando pases hacia atrás. En el desarrollo del juego se llevan a cabo diferentes maniobras tácticas, gracias a la estructura y composición corporal que presentan los jugadores, diferente según su posición en el campo (2,3).




El fútbol americano, especialmente en la NFL, comparte similitudes tácticas con el rugby, aunque presenta reglas y características propias (4). En ambos deportes se ponen en práctica técnicas que implican un contacto físico y, aunque existen maniobras comunes, también hay técnicas específicas de cada actividad (**Tablas 1 y 2**).




Tabla 1. Características principales del rugby y del fútbol americano

Características	Rugby	Fútbol americano
Nº jugadores/equipo	15 jugadores ( <i>Rugby Union</i> ) 13 jugadores ( <i>Rugby League</i> )	11 jugadores
Nº de equipos	2	2
Duración del partido	80 minutos (2 tiempos de 40 minutos)	60 minutos (4 cuartos de 15 minutos)
Organización del tiempo	No hay tiempos muertos. El árbitro detiene el partido en casos puntuales: lesiones graves, revisiones del partido.	Son frecuentes las interrupciones.
Equipamiento	Protección mínima: casco blando y protector bucal.	Mayor protección: casco, protector bucal, hombreras, coquilla, rodilleras...
Técnicas de contacto	Melé ( <i>scrum</i> ), <i>Tackle</i> , <i>Ruck</i> , <i>Maul</i> ,	<i>Tackle</i> , <i>Blocking</i> , <i>Sack</i> ,

Fuente: elaboración propia a partir de World Rugby (3) y NFL (4)

Tabla 2. Técnicas de contacto principales

Técnica de contacto	Definición	Imagen
Melé	Formación para reanudar el juego tras una falta leve. Los dos equipos conforman una agrupación enfrentándose entre sí por el balón situado en el medio.	
<i>Tackle</i>	Placaje o maniobra de derribo realizado por un defensa a un jugador del equipo contrario, llevándolo al suelo. Está prohibido: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Realizarlo por el cuello o cabeza.</li> <li>○ Realizarlo en el aire.</li> <li>○ Lanzarlo al suelo de forma que recepcione con la cabeza.</li> </ul>	
<i>Ruck</i>	Formación en la que se agrupan jugadores de ambos equipos sobre el balón, situado en el suelo, para luchar por la posesión. Deben utilizarse los pies para mover la pelota.	

<p><b><i>Maul</i></b></p>	<p>Lucha por la posesión del balón en la que uno o más oponentes retienen al jugador que porta el balón, al cual se le une un jugador de su propio equipo. Por tanto, intervienen un mínimo de tres jugadores. El balón no debe estar en el suelo, a diferencia del <i>ruck</i>.</p>	
<p><b><i>Blocking</i></b></p>	<p>Acción de impedir con su propio cuerpo que un oponente se dirija al portador del balón para así protegerlo. Es ilegal en rugby.</p>	
<p><b><i>Sack</i></b></p>	<p>Acción en la que un defensa placa al <i>quarterback</i> situado detrás de la línea de golpeo antes de lanzar el balón.</p>	

Fuente: elaboración propia a partir de Patricios et al., 2014 (2), World Rugby (3) y NFL (4)

### 1.1.3 Incidencia:

La práctica deportiva conlleva numerosos beneficios para la salud física, psicológica y social de los jugadores. Durante la infancia ayuda a reducir las tasas de obesidad, promover la disciplina y generar cualidades que se transfieren fácilmente a otros ámbitos, como los estudios (1).

Sin embargo, su práctica genera controversia ya que también son deportes de contacto, por lo que implican maniobras peligrosas, pudiendo ocasionar conmociones craneales o lesiones medulares. La intensidad e implicación física de ambos deportes suponen un riesgo, sobre todo desde la adolescencia, y va en aumento conforme se sube de categoría. A pesar de su baja incidencia, las lesiones cervicales son especialmente relevantes debido a su gravedad y repercusión, no solo clínica, sino también a nivel social.

## RUGBY

En el caso del rugby, existe una cultura muy arraigada, tanto que incluso forma parte obligatoria de ciertos currículums escolares en países como Reino Unido o Nueva Zelanda. Si bien enseña valores que abarcan más allá del terreno de juego como respeto, esfuerzo y perseverancia, también presenta riesgos innatos.

La incidencia de lesiones cervicales varía según las diferentes **categorías** (5):

- Categoría juvenil: 2 lesiones por cada 1000 horas de juego.
- Categorías de élite: 10 lesiones por cada 1000 horas de juego.

La probabilidad de lesión también aumenta conforme lo hace la **edad** (6):

- Jugadores de 9-12 años: 9% de probabilidad de lesión.
- Jugadores  $\geq 18$  años (jóvenes): hasta un 98% de probabilidad.

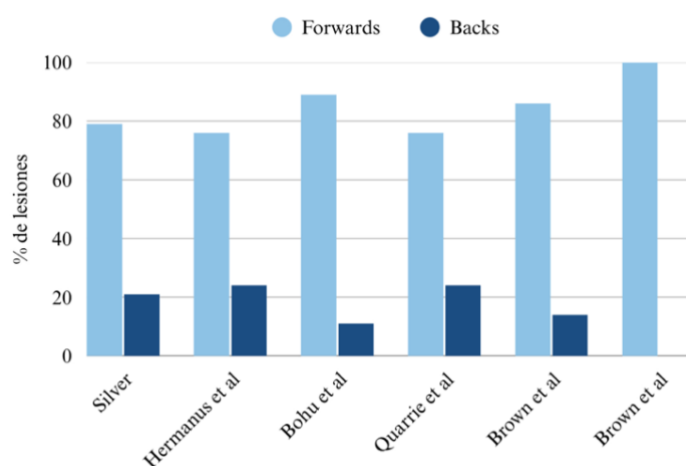
Respecto al contexto de la **práctica deportiva**, la incidencia de lesiones se incrementa significativamente durante los **partidos** respecto a los entrenamientos (7):

- Entrenamientos: 0,03-0,41 lesiones por cada 1000 horas de juego.
- Partidos: 3,75-8,75 lesiones por cada 1000 horas de juego.

Entre todas las regiones corporales, las lesiones cervicales destacan por su baja incidencia, aunque no nula. Dentro de la **región craneofacial y cervical** se registraron 554 lesiones, de las cuales 96 fueron lesiones de cuello (8). En este grupo se distinguen:

- Lesiones catastróficas (CCSI) con 2-10 lesiones cervicales por cada 100000 jugadores/año, conformando el grupo menos frecuente (5).
- Lesiones no catastróficas (NCCSI) siendo las más recurrentes y registrando esguinces facetarios cervicales, distensiones musculares y neuropatías del plexo braquial (7).

Partiendo de la premisa de que ningún jugador está exento de sufrir este tipo de lesiones, los que ocupan posiciones de primera línea (*forwards*), como los **props** y los **hookers**, son más susceptibles de sufrir lesiones cervicales graves como puede observar en la **Figura 1** (5).



Revisión sistemática de Trewartha et al.

Figura 1. Lesiones según la posición en el equipo. Fuente: elaboración propia con Canva (www.canva.com), adaptada a partir de Trewartha et al., 2015 (5)

En la actualidad la **melé** y el **tackle** son las maniobras más destacables a la hora de producir una lesión cervical pero, a pesar de su similitud, el **tackle** se emplea con mayor frecuencia a lo largo de un partido por lo que es la principal causa de lesión cervical. Aun así, aunque menos frecuentes, las lesiones ocasionadas por la melé suelen ser de mayor gravedad (2,5). Entre todas las maniobras tácticas, destacan las reflejadas en la **Tabla 3** por su riesgo, asociadas a un porcentaje variable de lesiones.

Tabla 3. Técnicas de contacto principales

<b>Maniobra</b>	<b>% de lesiones</b>
<b><i>Tackle</i></b>	39-64
<b>Melé</b>	8-42
<b><i>Ruck/Maul</i></b>	8,3-31,5

Fuente: elaboración propia a partir de Patricios et al., 2014 y Trewartha et al., 2015 (2,5)

## **FÚTBOL AMERICANO**

En EEUU, una de las disciplinas deportivas más practicadas es el fútbol americano. Durante el instituto, o incluso antes, es común que los niños se inicien en este deporte. Al igual que el rugby, su práctica se considera beneficiosa pero no queda exenta de lesiones, siendo más relevantes las lesiones craneocervicales (9). En esta disciplina no se realiza la melé, por lo que la mayoría de los traumatismos son generados durante el **tackle**, ya sea al ejecutar la maniobra o al recibirla.

Se describe como uno de los deportes con mayor tasa de incidencia de lesiones cervicales, por no decir el que más. De la misma forma que en el rugby, el número de casos aumenta conforme se asciende en **categoría** y **edad** (10):

- Jugadores en el instituto: 0,17 casos por cada 100 000 jugadores.
- Jugadores universitarios: 2,05 casos por cada 100 000 jugadores.

El riesgo de sufrir una **CCSI** en este deporte no pasa desapercibido (9,11):

- Tetraplejia en el instituto: 0,5 CCSIs por cada 100 000 jugadores,
- Tetraplejia en la universidad: 0,82 CCSIs por cada 100 000 jugadores.
- Tetraplejia en la liga (NFL): 0,6 CCSIs por cada 100 000 jugadores.

Las **lesiones craneoencefálicas** prevalecen por encima de las cervicales (1). Aunque los datos de lesiones presentan una tendencia descendente muy marcada, a lo largo de los años, se han ido registrando ambos tipos de afectaciones cuya incidencia se ha reducido notablemente, como se refleja en la **Figura 2**.

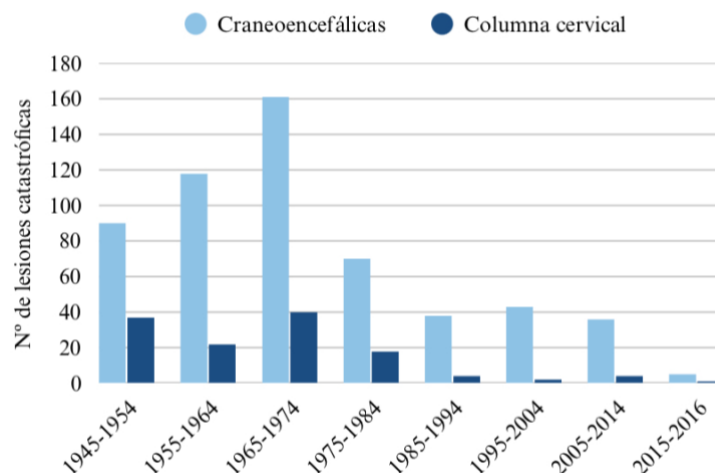


Figura 2. Lesiones catastróficas craneoencefálicas y cervicales. Fuente: elaboración propia con Canva (www.canva.com), adaptada a partir de Wolff et al., 2018 (1)

## 1.2 Factores de riesgo

Ambas actividades deportivas presentan un riesgo multifactorial de sufrir lesiones a diferentes niveles. Estos pueden clasificarse en factores intrínsecos, aquellos propios del individuo, y factores extrínsecos, relacionados con el ambiente que rodea al deportista y con la práctica del juego.

### 1.2.1 Factores intrínsecos:

- **Factores anatómicos (10,12):**
  - Estenosis del canal cervical
  - Espina bífida
  - Síndrome de Klippel-Feil
  - Disminución de la lordosis cervical
  - Antecedentes personales de lesiones de columna cervical
- **Edad y peso (8):**
  - A mayor edad, mayor riesgo de lesión
  - A mayor peso y fuerza, mayor gravedad
- **Fuerza muscular cervical (12):**
  - Condición física deficitaria: a menor musculatura, mayor riesgo de lesión

### 1.2.3 Factores extrínsecos:

- **Técnicas de juego:**
  - Las principales técnicas empleadas y las situaciones de mayor riesgo se recogen en la **Tabla 4**.

Tabla 4. Técnicas de juego en rugby y fútbol americano

	<b>Rugby</b>	<b>Fútbol americano</b>
<b>Técnicas principales</b>	Melé, <i>Ruck</i> , <i>Maul</i> , <i>Tackle</i>	<i>Tackle</i>
<b>Situaciones de riesgo</b>	<p><b>Colapso de la melé:</b> Se deshace la formación de forma descontrolada y peligrosa, con alta carga cervical.</p> <p><b><i>Head-first tackle:</i></b> Uso de la cabeza como objeto de impacto inicial. Es un error técnico, no implica una carga axial obligatoriamente.</p> <p><b><i>Spear tackle:</i></b> es ilegal. Maniobra en la que se levanta al oponente de forma que lo primero que impacta es la cabeza o el cuello. (sufre el jugador que lo recibe)</p>	<p><b><i>Head-first tackle/Spear tackling:</i></b> Uso de la cabeza como objetos de impacto en el placaje. No implica carga axial obligatoriamente por lo que no supone el mismo riesgo que el resto.</p> <p><b><i>Spear tackle:</i></b> es ilegal. Maniobra de placaje en la que se levanta al oponente de forma que lo primero que impacta es la cabeza o el cuello. (sufre el jugador que lo realiza)</p>

Fuente: elaboración propia a partir de Wolff et al., Trewartha et al., Council on Sports of Medicine and Fitness, Hutton et al., Swartz et al. (1,5,9,11,12)

- **Biomecánica (mecanismo lesional) (10,13):**
  - Placaje *head-first*: condiciona una compresión axial al alinear la columna cervical con la dirección de la fuerza.
  - Hiperextensión, hiperflexión o rotación: pueden dañar ligamentos, disco vertebral y médula ósea.
  - Colapso vertebral cervical: continúa siendo el principal mecanismo lesional.
  
- **Equipamiento (12):**
  - Uso de protecciones inadecuadas o que no siguen las recomendaciones.
  - En fútbol americano, el uso del casco puede generar una falsa sensación de seguridad, incitando maniobras más agresivas recibiendo impactos sobre él. No hay evidencia concluyente de que el uso del casco sea una medida eficaz que reduzca las lesiones cervicales.
  
- **Condiciones del campo (3,12):**
  - Los terrenos de juego húmedos o resbaladizos aumentan el riesgo de caídas y deslizamientos involuntarios.

- **Posición y momento (5,7):**
  - Los finales de partidos o de temporada coinciden con los momentos de mayor riesgo para sufrir daños por fatiga acumulada.
  - En el caso del rugby, la posición que mantienen en el equipo es crucial para definir el riesgo, mientras que no parece influir en la gravedad de estas lesiones. Los jugadores de primera línea (delanteros), *hookers* y *props*, presentan mayor incidencia de lesiones cervicales, sobre todo en comparación con los jugadores de la última línea, *flankers* y *backs*.

### 1.3 Biomecánica

Las lesiones más comunes en ambos deportes suelen ser las menos graves, provocadas por traumatismos menores. Sin embargo, las lesiones con mayores consecuencias se originan a partir de impactos de alta energía, en los que intervienen técnicas erróneas o posiciones inadecuadas. La región cervical destaca por ser especialmente vulnerable ya que la postura, el ángulo del cuello, la velocidad del jugador y la dirección de la fuerza son factores claves en el mecanismo lesional. Dentro de los diferentes mecanismos, los más comunes son los siguientes (5,10):

- **Hiperflexión:** se produce una compresión del canal medular por la aproximación entre las láminas de los cuerpos vertebrales. En este caso el ligamento amarillo (*ligamento flavum*) se estira y puede llegar a romperse. Esta situación se encuentra representada en la **Figura 3**.
- **Hiperextensión:** se genera una estenosis funcional del canal medular por el plegamiento del ligamento amarillo, el cual puede comprimir estructuras intramedulares.
- **Carga axial:** consiste en una compresión ejercida sobre la cabeza con el cuello recto o ligeramente en flexión reduciendo la lordosis cervical. Esta situación genera una disminución de la tolerancia a las cargas aumentando el riesgo de sufrir fracturas-luxaciones y lesiones medulares permanentes.

Existe una condición denominada *Spear-tackler's spine* en la que se produce una estenosis del canal a nivel cervical con pérdida de la lordosis característica o con una inversión de esta, debido a traumatismos previos y al uso repetitivo de ciertas maniobras como el *spear-tackle*. Esta situación supone un riesgo fatal y contraindica la participación del jugador (10).

Los efectos de las fuerzas sobre la columna cervical han variado según determinados factores a lo largo de los años. La fuerza ejercida en la melé ha aumentado progresivamente, alcanzando una velocidad de impacto de hasta 3m/s. Este suceso puede deberse a diferentes variables ya que tanto el aumento de peso, el estilo agresivo característico y una preparación física cada vez más exigente, pueden estar relacionados (5).

En la melé existe una curva característica con diferentes fases: una fase inicial de impacto, una fase de empuje constante y un descenso temporal de la fuerza entre ambas. En registros recientes, la fuerza inicial alcanzó los 16500N y la constante llegó a mantenerse a 8300N<sup>1</sup> (5). Es importante resaltar que la fuerza generada por el equipo no es equivalente a la suma de las fuerzas máximas individuales, ya que influyen factores como la sincronización, la dirección del empuje, la alineación corporal y la técnica, entre otros. Se ha estimado que la fuerza total del equipo equivale aproximadamente al 65% de la suma de las individuales (5).

Aunque pueden coexistir diferentes mecanismos lesionales, estudios recientes señalan que el más frecuente en el rugby es el *buckling*, un colapso de la columna producido por una compresión axial combinada con una alteración en la alineación cervical, ya sea en flexión (**Figura 3**) o en extensión. Este mecanismo afecta principalmente a los niveles C4-C5 y C5-C6 (13).

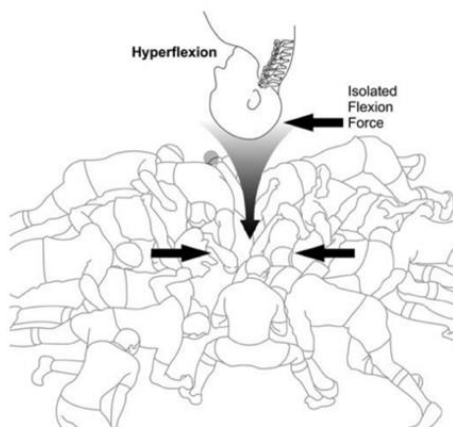


Figura 3. Mecanismo de hiperflexión cervical durante la melé. Fuente: ilustración obtenida de Kuster et al., 2012 (13)

Un placaje mal ejecutado, en el que el jugador impacta con la cabeza recta, puede ser comparable con ciertas formas de defensa empleadas por el *Pachycephalosaurus*, una especie de dinosaurio que presentaba un cráneo engrosado y una columna cervical recta, permitiéndole resistir **cargas axiales** a lo largo de su columna durante las embestidas. Este modelo biomecánico (**Figura 4**) resulta útil para contrastar con la curvatura lordótica de la columna humana que, al no presentar la misma anatomía, puede aumentar el riesgo de lesión ante estas fuerzas.



Figura 4. Representación del mecanismo de defensa con carga axial cefálica. Fuente: imagen obtenida de Shutterstock (ID: 21522366309)

<sup>1</sup> Valores de fuerza máxima alcanzada por equipos masculinos internacionales.

## 1.4 Lesiones cervicales: clasificación, evolución e impacto

### 1.4.1 Clasificación de las lesiones:

Los tipos de lesiones pueden clasificarse en función de las estructuras afectadas, su frecuencia o su gravedad. Según las **estructuras** afectadas, se distinguen los siguientes tipos:

- **Lesiones óseas:** menos frecuentes, pero más graves (1,9,10,11).
  - Fracturas vertebrales (estables o inestables)
  - Luxaciones y subluxaciones
  - Colapso vertebral por compresión axial
  
- **Lesiones musculares:** más frecuentes, pero menos graves. Suelen generar dolor y limitación funcional (7,9,10).
  - Esguinces
  - Contusiones
  - Distensiones musculares
  
- **Lesiones neurológicas:** derivadas de lesiones óseas o que generan compresión medular (1,9,10,11).
  - Lesiones del plexo braquial (stingers: sensación de ardor o descarga)
  - Síndrome de las manos ardientes (disestesias)
  - Neurapraxia
  - Déficits motores en diferentes niveles: tetraplejia transitoria o permanente.
  - Parestesias
  - Hernia discal aguda: dolor, déficits sensitivos o motores, radiculopatía...

En relación a la **frecuencia**, las lesiones de los jugadores se clasifican en dos grupos:

- **Lesiones de mayor frecuencia:** son aquellas que, por lo general, conllevan menor riesgo de sufrir daños graves y permanentes (7,9,10).
  - Esguinces
  - Distensiones musculares
  - Parestesias transitorias
  
- **Lesiones de menor frecuencia:** son aquellas que implican daños potencialmente catastróficos (1,9,11).
  - Fracturas
  - Colapsos vertebrales
  - Hernias discales que pueden implicar un déficit neurológico

### 1.4.2 Gravedad y evolución:

La **gravedad** de las lesiones cervicales acostumbra a ser inversamente proporcional a su frecuencia. Aunque las lesiones en articulaciones distales como muñecas, manos o tobillos suelen ser más frecuentes, también tienen menor trascendencia. En cambio, las lesiones cervicales son menos comunes pero acarrear consecuencias más graves (**Figura 5**) (1,5).

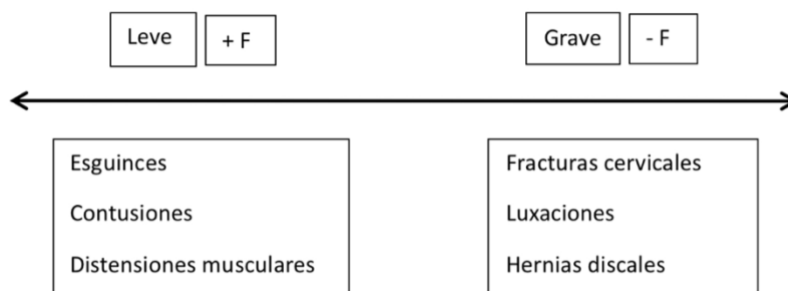


Figura 5. Esquema de los principales grupos de lesiones según la gravedad.  
Fuente: elaboración propia a partir de Wolff et al., 2018 y Trewartha et al., 2015 (1,5)

Existen dos grandes grupos de lesiones según su **velocidad de implantación** (5):

- **Lesiones agudas:** fracturas o luxaciones, que pueden ocasionar lesiones catastróficas por lo que requieren un diagnóstico más inmediato.
- **Lesiones crónicas:** provocadas por impactos repetitivos de menor intensidad, como en las maniobras de placaje, por lo que suelen ser asintomáticas inicialmente.

Desde edades tempranas, los jugadores se someten a traumatismos repetitivos de baja intensidad durante maniobras como la melé o el *tackle*, afectando progresivamente a la región cervical. Al principio la clínica es asintomática pero, con el tiempo, la degeneración precoz en jugadores jóvenes podrá originar osteoartritis, limitación funcional o dolor crónico. En comparación con la población general e incluso con profesionales de otros deportes, los jugadores de rugby presentan una disminución progresiva del canal espinal más acentuada, así como una mayor incidencia de anomalías degenerativas. Cabe destacar que los jugadores de primera línea en el rugby son, con diferencia, los jugadores más vulnerables a este tipo de lesiones (**Figura 1**) (5).

### 1.4.3 Recuperación:

El proceso de recuperación varía según el tipo de lesión y otros factores clínicos. En el caso de las lesiones medulares, menos del 1% se recupera por completo antes del alta hospitalaria. Hasta un 20% se reincorpora a su actividad laboral habitual tras un año, mientras que un 40% continúa desempleado 25 años después del suceso (1).

A continuación, se exponen unos ejemplos:

- **Neurapraxia cervical transitoria:** puede resolverse completamente, pero la presencia de hemorragia intramedular empeora el pronóstico.
- **Tetraplejía permanente:** implica la pérdida de la sensibilidad y motricidad de forma irreversible.
- **Hernia discal aguda:** puede precisar tratamiento quirúrgico según la clínica.

La evolución y recuperación son procesos que dependen de múltiples factores, entre los que destacan (5,12):

- **Nivel de la lesión:** las lesiones superiores (C1-C4) son de peor pronóstico por la afectación neurológica y respiratoria, mientras que las lesiones inferiores (C5-C7) presentan mejor funcionalidad en las extremidades superiores.
- **Asistencia inicial:** debe ser lo más inmediata posible para estabilizar al jugador y evitar lesiones mayores.
- **Tratamiento y rehabilitación:** una intervención precoz a partir de ejercicios de fortalecimiento muscular y sesiones de fisioterapia, son claves para obtener los mejores resultados posibles.

#### **1.4.4 Impacto en carrera profesional y calidad de vida:**

Las lesiones cervicales repercuten no solo a nivel físico, sino también a nivel psicológico y social, afectando al círculo social más cercano del jugador: familiares, amigos y compañeros de equipo. Estos efectos alteran la vida cotidiana del jugador, limitando su desarrollo académico o laboral y generando ansiedad y rechazo hacia el deporte (1).

Las lesiones medulares reducen la **esperanza de vida** y también su **calidad**, teniendo en cuenta que la mayoría de los jugadores son jóvenes previamente sanos. Los **microtraumatismos repetitivos** desarrollan patologías degenerativas que se manifiestan con dolor crónico o limitación funcional acompañando al deportista, en muchos casos, durante toda su carrera (1).

A nivel laboral, muchos no pueden reincorporarse a su trabajo habitual. El tipo de lesión, la gravedad y el tipo de trabajo que realicen influyen en esta situación, es por ello que hasta un 40% permanece desempleado 25 años después del incidente (1).

### **1.5 Diagnóstico**

El diagnóstico inicial se basa en la **evaluación clínica**, teniendo en cuenta el mecanismo lesional que pudo provocar la lesión cervical. La valoración de los signos y síntomas junto con la exploración neurológica, orientarán la necesidad de realizar diferentes pruebas

complementarias como estudios de imagen o electrofisiología para determinar el grado de afectación y la gravedad de la lesión (10).

Los principales signos de alarma son aquellos de gran intensidad: dolores agudos, déficits motores o sensitivos o alteración del nivel de consciencia. Antes de cualquier tipo de traslado, es fundamental descartar lesiones graves, por ello se utilizan diferentes escalas (10). La Escala de Glasgow valora el nivel de consciencia y la Escala ASIA clasifica las lesiones medulares en función de su gravedad en cinco categorías (A-E) (10,14).

Ante la sospecha de una lesión cervical inestable, se deberán aplicar mecanismos de **inmovilización cervical** para limitar los movimientos de cuello hasta obtener los resultados de las pruebas de imagen.

### 1.5.1 Pruebas de imagen:

Los estudios de imagen dependerán de la clínica y del riesgo que conlleve la lesión. La radiografía cervical suele ser la prueba de inicio, aunque existen otras con mayor capacidad diagnóstica, como la TC o la RMN (10).

Cabe destacar otros métodos radiológicos, como el **índice o ratio de Torg**, en el que se mide la relación entre el diámetro sagital del canal espinal y el diámetro anteroposterior del cuerpo vertebral a nivel de C3-C6. Aunque está en desuso, fue utilizado en su día para calcular el riesgo de estenosis cervical, clasificando los valores como normales ( $\geq 1$ ) o indicativos de estenosis cervical significativa ( $\leq 0,8$ ) (10). A pesar de su elevada sensibilidad (93%), el índice de Torg presenta un VPP muy bajo (0,2%) para el cribado de lesiones cervicales graves en atletas, además de que puede dar mediciones erróneas en jugadores con cuerpos vertebrales grandes (10).

Actualmente, la **RMN dinámica** es la técnica **gold estándar** para valorar a jugadores con clínica neurológica. En la estenosis funcional del canal espinal, la disminución del espacio se ve incrementada por ciertos movimientos. Las causas más frecuentes de estenosis funcional son las siguientes (10):

- Canal estrecho congénitamente
- Hernia discal
- Cambios degenerativos
- Inestabilidad postraumática

### 1.5.2 Electrofisiología:

Existen otros métodos diagnósticos como la electrofisiología. Esta puede valorar la afectación motora de forma más eficaz que la sensitiva, además nos permite determinar si se trata de una lesión radicular o una lesión del plexo braquial. A pesar de su utilidad, la prueba comienza a ser eficaz tres semanas después de la lesión, por lo que no sería el método más eficiente para realizar un diagnóstico precoz (10).

## 1.6 Tratamiento y rehabilitación

El tratamiento de las lesiones cervicales incluye un abordaje médico-quirúrgico y un proceso de rehabilitación. La fase del tratamiento debe desarrollarse de forma sistemática para evitar olvidarse procedimientos importantes. Para ello puede seguirse el siguiente orden de actuación:

### 1. Inmovilización y estabilización:

En la zona del suceso, se debe priorizar la inmovilización cervical para evitar cualquier tipo de movimiento que pueda agravar la lesión, en caso de presentarla. Para ello se utilizan collarines rígidos y camillas espinales. Además, es necesario que estas maniobras sean realizadas por personal sanitario formado específicamente y, en el caso del fútbol americano, entrenado para retirar correctamente la equipación (1).

### 2. Evaluación neurológica y traslado:

Debe realizarse una evaluación neurológica inicial y valorar su evolución de forma continua. El traslado al hospital es importante realizarlo en una ambulancia medicalizada con capacidad para inmovilizar al jugador, además de estabilizarlo y monitorizarlo adecuadamente (1).

### 3. Pruebas de imagen:

Una vez estabilizado, el paciente debe ser sometido a pruebas de imagen previas a cualquier movilización. En caso de encontrar alteraciones estructurales inestables, un compromiso medular o una clínica significativa, se mantendrá en observación o se valorará la intervención quirúrgica (1).

### 4. Tratamiento médico y quirúrgico:

En caso de traumatismos agudos podría plantearse el uso de metilprednisolona a dosis altas, aunque su administración puede favorecer el desarrollo de infecciones, por lo que su indicación debería individualizarse. Según el tipo de lesión el tratamiento varía (10). A continuación, se exponen dos ejemplos:

- **Stingers:** generalmente son autolimitadas, por lo que suelen mantenerse en observación. Si persiste la clínica puede considerarse realizar infiltraciones de corticoides o una descompresión quirúrgica. El uso de collares cervicales puede ser de utilidad, ya que limitan movimientos de flexión y extensión, aunque no tienen suficiente evidencia científica que los respalde. El tratamiento con vitamina B solo se aconseja en caso de existir un déficit confirmado.
- **Cuadriparesia transitoria:** además del uso de corticoides se ha probado la hipotermia sistémica moderada. Sin embargo, esta última no se recomienda de forma sistemática por sus efectos secundarios.

### 1.6.2 Rehabilitación:

La fase de rehabilitación es una de las más importantes, no solo para recuperar la funcionalidad previa, sino también para enseñarle al deportista a convivir con las posibles secuelas que puedan quedar. Debe establecerse un programa individualizado que oriente la recuperación del deportista, incluyendo (2,10):

- Reposo y control del dolor
- Fisioterapia intensiva
- Evaluación de ROM, descompensaciones musculares y postura
- Ejercicios específicos para la musculatura cervical

Estas medidas pueden aplicarse durante el ingreso, ya que, si la lesión es grave suelen requerir largas estancias hospitalarias. Es relevante comprobar que el jugador se encuentra en condiciones óptimas para retomar la práctica deportiva a partir de pruebas físicas que aumenten de intensidad progresivamente (2).

Concienciarse desde la infancia puede ser fundamental para conseguir disminuir los principales factores de riesgo. Por ello, dentro de todas estas medidas, una buena estrategia preventiva tiene mayor importancia para la reducción de este tipo de lesiones, sobre todo las de mayor gravedad o aquellas reincidentes (10).

## 1.7 Complicaciones

Las lesiones cervicales pueden resultar catastróficas, especialmente en niveles superiores (**C1-C4**). Entre las complicaciones con mayor morbimortalidad destacan la hipotensión mantenida, la broncoaspiración, la parada cardiorrespiratoria y el shock neurogénico (7,11).

Cabe destacar dentro del **shock neurogénico** que, en los casos más graves, sobre todo en lesiones medulares superiores, el deportista puede llegar a desarrollar un shock distributivo. Este tipo de shock se caracteriza por (15):

- Vasodilatación generalizada
- Hipotensión
- Bajo gasto cardiaco
- Bradicardia
- Piel seca y caliente (por disminución de RVP)

Las lesiones entre C1-C4 interfieren en la función respiratoria y autonómica. En la **Tabla 5** se refleja la clínica con mayor relevancia ante una lesión medular aguda, representativa de cada nivel y su repercusión (15,16).

Tabla 5. Complicaciones principales según el nivel de la lesión vertebral

Nivel de lesión	Afectación respiratoria	Afectación motora
C1-C2	Parálisis diafragmática; necesidad de VM	Tetraplejía
C3	Disminución grave de la inervación diafragmática; probable necesidad de VM	Tetraplejía
C4	Disminución parcial de inervación diafragmática	Tetraplejía

Fuente: elaboración propia a partir de Fariña et al., 2017 (16)

## 1.8 Prevención

Los datos nos hacen entender que, en los deportes de contacto, como el rugby y el fútbol americano, la prevención es la estrategia más eficaz para evitar lesiones cervicales y sus secuelas. Diferentes estudios resaltan la importancia de tomar medidas no solo en el campo de juego, sino también en los entrenamientos, tanto físicos como psicológicos. Las estrategias preventivas pueden clasificarse en tres niveles: prevención primaria, prevención secundaria y prevención terciaria.

En la **Tabla 6** se resumen las principales estrategias, clasificadas según el tipo de prevención.

Tabla 6. Clasificación de medidas según tipo de prevención

Prevención primaria	Prevención secundaria	Prevención terciaria
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Reglamento</li> <li>○ Protocolos y programas oficiales</li> <li>○ Estado de la equipación y del terreno de juego</li> <li>○ Formación del personal</li> <li>○ Formación de la técnica</li> <li>○ Conducta deportiva</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Historia clínica</li> <li>○ Exploración física</li> <li>○ Pruebas complementarias</li> <li>○ Pruebas de cribado médico</li> <li>○ Identificación de antecedentes lesionales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Rehabilitación</li> <li>○ Ejercicios específicos</li> <li>○ Seguimiento clínico</li> <li>○ Protocolos de vuelta al juego</li> </ul>

Fuente: elaboración propia a partir de la bibliografía revisada (1,2,5,9,11,12)

### 1.8.1 Prevención primaria:

Dentro de las formas de prevención, la primaria es la más importante, ya que se centra en evitar la producción de lesiones.

- **Modificación del reglamento (1,2,5):**
  - En el rugby se introduce el método de *crouch, bind, set* en la melé.
  - En el fútbol americano se prohíbe el *spear tackling* en 1976.
  - Se delimita la edad de inicio de diferentes tácticas.

- **Protocolos y programas oficiales:**
  - Se establecen protocolos de actuación ante lesiones, para tener unas directrices estándar que seguir, y programas de entrenamiento específico para darle también responsabilidad a la preparación física individual de los jugadores (2,3,4).
  - El refuerzo de la musculatura cervical demostró ser eficaz para aumentar la estabilización de la cabeza y disminuir el riesgo de lesión (9). Existen datos favorables respecto a la práctica de ejercicios isométricos, asociándose a una reducción de la incidencia de lesiones cervicales durante los partidos. Además, el refuerzo de esta región muscular podría ser beneficioso para reducir los traumatismos craneoencefálicos, al disminuir la aceleración de la cabeza. A pesar de que la evidencia científica es escasa en ciertos aspectos, la práctica de estos ejercicios sería útil, de bajo coste y muy accesible.
  
- **Equipación y terreno de juego (3,4):**
  - Un correcto estado del material utilizado y un terreno de juego en buenas condiciones son fundamentales para evitar posibles lesiones.
  
- **Formación adecuada del personal y de la técnica correcta (3,4):**
  - En estas últimas décadas los entrenadores y árbitros han comenzado a recibir formación técnica para mejorar la seguridad de los jugadores.
  - Las diferentes tácticas empleadas en las estrategias del juego han evolucionado hacia procesos menos lesivos y que preserven, en la medida de lo posible, la integridad física de los jugadores.
  
- **Conducta deportiva (3,4):**
  - La educación que reciben desde la infancia influye en su conducta durante los entrenamientos y competiciones.
  - La agresividad con la que los jugadores participan influye en el grado de las lesiones.

### **1.8.2 Prevención secundaria:**

Su objetivo es detectar factores o condiciones que pueden predisponer a sufrir ciertas lesiones. Aparte de una historia clínica y una exploración física correctamente dirigidas, también se incluyen los cribados médicos realizados de forma sistemática durante las pretemporadas de los equipos (1,10).

### **1.8.3 Prevención terciaria:**

Se centra en conseguir reducir al mínimo las secuelas funcionales que pueden quedar tras una lesión (2).

- Rehabilitación individualizada: programas definidos según la lesión y el paciente.
- Entrenamiento específico: orientado a la recuperación funcional completa.

- Seguimiento y vuelta al juego: supervisión de la evolución del deportista y preparación para retomar la práctica deportiva.

#### 1.8.4 Diferencias entre deportes:

Estas medidas son eficaces tanto en el rugby como en el fútbol americano pero, a pesar de compartir ciertos aspectos de los mecanismos lesionales, presentan diferentes técnicas de ataque o de defensa (3,4). Por ello, algunas estrategias preventivas pueden ser diferentes según el tipo de disciplina (**Tabla 7**).

Tabla 7. Comparativa de estrategias preventivas entre ambos deportes

<b>Estrategia de prevención</b>	<b>Rugby</b>	<b>Futbol americano</b>
<b>Técnica de mayor riesgo</b>	Melé	<i>Tackle</i>
<b>Modificación del reglamento</b>	Melé: <i>Crouch, bind, set</i>	Prohibición del <i>high tackle</i>
<b>Programas formativos</b>	RugbySmart, BokSmart	Heads Up Football (Campañas de concienciación)
<b>Equipación</b>	Protección mínima, sin protecciones rígidas.	Protecciones obligatorias: casco, protector bucal, hombreras, coquilla y rodilleras.

Fuente: elaboración propia a partir de Wolff et al., Patricios et al., World Rugby y NFL (1,2,3,4)

Debido a la elevada participación en ambas disciplinas a nivel mundial y a las graves repercusiones de las lesiones cervicales en deportes de contacto, destaca la importancia de las medidas preventivas como una de las principales formas de abordaje. En este trabajo se analizarán de forma sistemática diferentes aspectos relacionados con la eficacia de las medidas mencionadas y su evolución a lo largo de las últimas décadas.

#### **Hipótesis:**

A raíz del estudio de las lesiones cervicales es posible implementar medidas preventivas en busca de la disminución de la incidencia lesional.

## **2. OBJETIVO**

### **Objetivo principal:**

Estudio de la variación en la incidencia de las lesiones de columna cervical (incluidas las medulares) en el rugby y en el fútbol americano, por ser deportes que implican una carga axial cervical siendo especialmente vulnerables a este tipo de lesiones.

### **Objetivos secundarios:**

1. Estudio de los mecanismos lesionales.
2. Estudio de la incidencia de lesiones cervicales previa a las medidas preventivas.
3. Estudio de la influencia de las estrategias preventivas en la variación de la incidencia de lesiones.

## 3. METODOLOGÍA

### 3.1 Diseño

Se llevó a cabo una revisión sistemática de diferentes artículos seleccionados tras realizar una búsqueda en las bases de datos MEDLINE/PubMed y WOS, a partir de la cual se seleccionaron un total de diez artículos.

### 3.2 Estrategia de búsqueda

En base a la siguiente pregunta PICO se llevó a cabo una estrategia de búsqueda:

**PICO:** ¿Cuáles son las medidas de prevención más eficaces en rugby y fútbol americano para reducir las lesiones cervicales?

- Población: jugadores de rugby y fútbol americano en riesgo de sufrir lesión cervical.
- Intervención: medidas preventivas de lesiones cervicales.
- Resultados: reducción de la incidencia y gravedad de las lesiones cervicales.

La búsqueda bibliográfica se realizó en diciembre de 2024 y se utilizaron dos bases de datos fundamentalmente: MEDLINE/PubMed y WOS, con las siguientes estrategias de búsqueda:

- **PubMed:** (((neck injuries[Title/Abstract]) OR (neck injuries[MeSH Terms])) OR (cervical injuries[MeSH Terms])) OR (cervical injuries[Title/Abstract])) AND (((rugby[Title/Abstract]) OR (rugby[MeSH Terms])) OR (american football[MeSH Terms])) OR (american football[Title/Abstract]))

Filtros:

- Tipo de artículos (Clinical Trial, Meta-Analysis, Review, Systematic Review)
- Fecha de publicación (2010- 2024)
- Idioma (English, Spanish)

- **WOS:** (Neck injuries OR cervical injuries) AND (rugby OR american football)

Filtros:

- Fecha de publicación (2010-2024)
- Idioma (English, Spanish)

### 3.3 Criterios de selección

**Criterios de inclusión:**

- Edad: todo rango de edades
- Sexo: masculino, femenino
- Fecha de publicación: 2010-2024
- Idioma: español, inglés
- Tipo de artículos: ensayos clínicos, revisión, meta-análisis, revisiones sistemáticas

**Criterios de exclusión:**

- Estudios publicados antes del 2010
- Estudios con información predominante de deportes diferentes del rugby y fútbol americano
- Estudios que no valoran lesiones cervicales
- Estudios que no abordan estrategias preventivas

## 4. RESULTADOS

En esta revisión sistemática se incluyeron diez artículos, seleccionados en base a los criterios de inclusión y exclusión aplicados en las bases de datos PubMed y WOS. Como se ha comentado en la introducción, la relevancia de la prevención en las lesiones cervicales y la influencia de la medicina en ello, tanto en el rugby como en el fútbol americano, es lo que motiva principalmente el desarrollo de esta revisión sistemática.

En el siguiente diagrama de flujo (**Figura 6**) se desarrolla el proceso de selección de los diez artículos analizados:

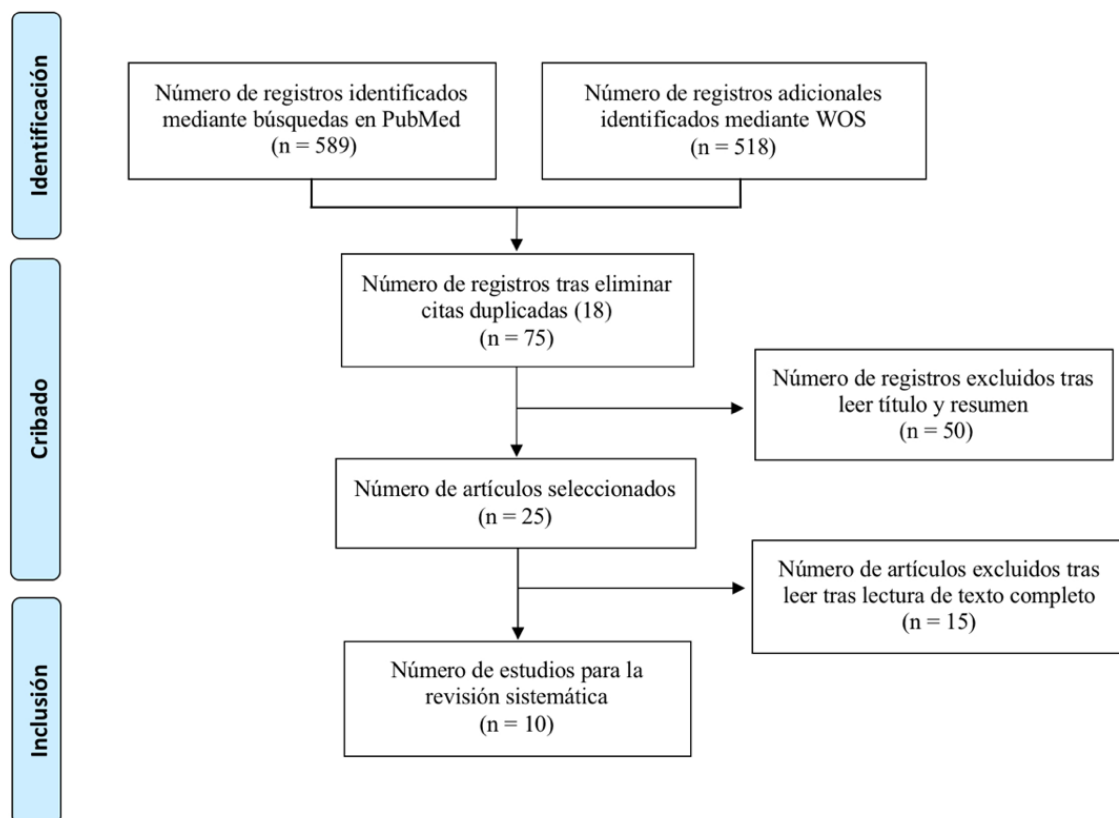


Figura 6. Diagrama de flujo PRISMA. Fuente: elaboración propia.

En la **Tabla 9, 10 y 11** se organizan los diez artículos revisados según sus características principales, los principales objetivos, resultados y conclusiones y el deporte principalmente abarcado junto con la estrategia preventiva predominante.

### 4.1 Clasificación según estrategia de prevención

Los artículos seleccionados se pueden clasificar según la estrategia preventiva principalmente desarrollada. Entre las categorías diferenciadas, la que presenta mayor representación es “Reglamento y legislación”. En la **Tabla 8**, expuesta a continuación, se clasifican los artículos

analizados en esta revisión según la estrategia preventiva predominante. La relación entre los números incluidos en cada estrategia y sus referencias correspondientes puede consultarse en el apartado de bibliografía.

Tabla 8. Clasificación de artículos según estrategia preventiva

<b>Preparación física</b>	<b>Reglamento y legislación</b>
9, 17, 18, 19	1, 2, 5, 9, 11, 12
<b>Equipamiento de protección</b>	<b>Programas educativos</b>
1, 12, 19, 24	2, 12

Fuente: elaboración propia a partir de los artículos revisados

#### **4.1.1 Preparación física:**

En esta categoría se incluyen tres artículos, ensayos clínicos aleatorios (n=1) y revisiones sistemáticas (n=2). Todos ellos coinciden en la eficacia de programas de fortalecimiento muscular en la prevención de lesiones cervicales.

Los programas de fortalecimiento muscular y el entrenamiento neuromuscular específico, dirigidos a mejorar la técnica, destacaron como estrategias eficaces en la práctica deportiva y en la disminución de dichas lesiones. Son medidas preventivas fundamentales, principalmente en la infancia y en la adolescencia, etapas en las que el hábito de la preparación física se instaurará de forma más sostenible que si se inicia en la edad adulta.

#### **4.1.2 Reglamento y legislación:**

Este apartado se aborda en varios artículos, en los que se analiza el impacto de las modificaciones reglamentarias como método preventivo de lesiones en ambas disciplinas.

En general, coinciden en que las maniobras de mayor riesgo son la melé y el *tackle*. Por ello, la reformulación de las reglas y la implantación de nuevas leyes, pueden ser medidas eficaces para disminuir el riesgo de lesión. Se incluyen la limitación del contacto en categorías inferiores y la prohibición de determinadas técnicas de placaje, entre otras. Los artículos muestran la importancia de seguir investigando, siendo fundamental la revisión y actualización de estas medidas a lo largo de los años.

#### **4.1.3 Equipamiento de protección:**

Esta categoría es la que presenta menor representación dentro de la revisión, aunque se menciona en tres artículos. A pesar de ello, este tipo de equipamiento puede resultar eficaz en los deportes de contacto para prevenir lesiones cervicales o disminuir su riesgo.

Los artículos destacan la importancia del uso de protecciones, como el casco, en diferentes deportes para disminuir el riesgo de lesiones graves. Es una medida importante, pero no se debe plantear de forma aislada, sino integrada en el conjunto del resto de estrategias preventivas.

#### 4.1.4 Programas educativos:

Este apartado abarca tres artículos, los cuales incluyen medidas preventivas centradas en la implementación de programas educativos y formativos dirigidos a equipos deportivos, incluyendo a deportistas, entrenadores y árbitros.

Se mencionan programas concretos, como BokSmart o RugbySmart, cuya aplicación refleja mejoras en la prevención de lesiones de riesgo. El entrenamiento de técnicas de placaje adecuadas, la implementación de protocolos de manejo de lesiones cervicales y el reconocimiento de los signos de gravedad muestran un importante efecto en el aumento de la seguridad general dentro del terreno de juego.

Tabla 9. Clasificación de los artículos según estrategia preventiva identificada

<b>Título</b>	<b>Rugby</b>	<b>Fútbol Americano</b>	<b>Estrategia predominante</b>
<b>Catastrophic Cervical Spine Injuries in Contact Sports</b>	X	X	Reglamento y legislación
<b>Catastrophic neurologic injuries in sport</b>	X	X	Reglamento y legislación
<b>Cervical spine trauma</b>		X	Reglamento y legislación Equipamiento de protección Programas educativos
<b>Neck Strength Training in Rugby Union Players</b>	X	X	Preparación física
<b>Injury and biomechanical perspectives on the rugby scrum</b>	X	X	Reglamento y legislación
<b>Injury and Prevention Strategies in Youth Rugby Union</b>	X		Preparación física
<b>Rugby Contact and Collisions</b>	X	X	Reglamento y legislación Programas educativos
<b>Tackling in Youth Football</b>		X	Reglamento y legislación Preparación física
<b>Most effective risk-reduction strategies in sport concussion</b>	X	X	Programas educativos Preparación física
<b>Strategies used to effectively reduce the risk of concussion in sport</b>	X	X	Equipamiento de protección

Fuente: elaboración propia.

Tabla 10. Características principales de los artículos revisados

<b>Título</b>	<b>Autor</b>	<b>Publicación Y Año</b>	<b>Diseño</b>
<b>Catastrophic Cervical Spine Injuries in Contact Sports</b>	Hutton et al.	Global spine journal 2016	Revisión sistemática
<b>Catastrophic neurologic injuries in sport</b>	Catherine S. Wolff et al.	Handbook of Clinical Neurology 2018	Capítulo de libro
<b>Cervical spine trauma</b>	Erik E. Swartz et al.	Handbook of Clinical Neurology 2018	Revisión
<b>Neck Strength Training in Rugby Union Players</b>	Matthew J. Attwood et al.	Cardiff School of Sport and Health Sciences 2022	Ensayo clínico aleatorizado Casos control (28 casos) (Nivel 2)
<b>Injury and biomechanical perspectives on the rugby scrum</b>	Grant Trewartha et al.	British Journal of Sports Medicine 2015	Revisión
<b>Injury and Prevention Strategies in Youth Rugby Union</b>	Stephen W. West et al.	Sports Medicine 2023	Revisión sistemática y metaanálisis
<b>Rugby Contact and Collisions</b>	Jon S. Patricios et al.	Current Sports Medicine Reports 2014	Revisión
<b>Tackling in Youth Football</b>	Council on Sports Medicine and Fitness	American Academy of Pediatrics 2015	Declaración política basada en revisión narrativa
<b>Most effective risk-reduction strategies in sport concussion</b>	Brian W Benson et al.	British Journal of Sports Medicine 2013	Revisión sistemática
<b>Strategies used to effectively reduce the risk of concussion in sport</b>	Carolyn A Emery et al.	British Journal of Sports Medicine 2017	Revisión sistemática

Fuente: elaboración propia.

Tabla 11. Objetivo, resultados y conclusiones de los estudios revisados

Título	Objetivo	Resultados	Conclusiones
<p><b>Catastrophic Cervical Spine Injuries in Contact Sports</b></p>	<p>Determinar la incidencia de lesiones CCSI en deportes de contacto y su variación con el uso de protección o la posición en el campo de juego.</p>	<p>Rugby union: incidencia de 4,1/100 000h de juego. NFL: 0,6/100 000 exposiciones. Fútbol universitario: hasta 4,7/100 000 jugadores por año. La melé y el <i>tackle</i>, en el rugby, y el placaje en el fútbol americano fueron las maniobras causantes de la mayoría de CCSI.</p>	<p>Las CCSI son poco frecuentes entre los jugadores de elite. No hay la evidencia suficiente para determinar la incidencia de CCSI. La melé y el <i>tackle</i> son las técnicas que provocan mayor número de lesiones.</p>
<p><b>Catastrophic neurologic injuries in sport</b></p>	<p>Determinar la incidencia, mecanismos, consecuencias y estrategias de prevención de lesiones neurológicas catastróficas en el deporte.</p>	<p>El fútbol americano es el deporte donde ocurren el mayor número de lesiones catastróficas cerebrales y cervicales, aunque pueden presentarse en otro tipo de actividad deportiva. Las lesiones pueden ser hematomas subdurales, fracturas cervicales y síndrome del segundo impacto, entre otros.</p>	<p>Los deportistas no están exentos de sufrir lesiones y aunque raras, las lesiones catastróficas, tienen repercusiones desmesuradas. Es por eso que la implementación de estrategias de prevención primaria y los avances en el tratamiento médico son fundamentales para mejorar la seguridad de los deportistas.</p>
<p><b>Cervical spine trauma</b></p>	<p>Revisión de estrategias de prevención primaria en traumatismos cervicales en deportes de contacto.</p>	<p>La implantación de nuevas reglas que prohíben el placaje disminuyeron las lesiones catastróficas en un 50%. Programas como RugbySmart redujeron las lesiones por la melé. El uso del casco aumenta el riesgo de lesión traumática por falsa sensación de seguridad.</p>	<p>La evidencia leve-moderada actual, es limitada acerca de su efectividad dependiendo sobre todo del tipo de deporte. Por lo general, en todos los deportes los resultados son positivos. La baja prevalencia de las lesiones cervicales deportivas hace necesario que se continúe investigando.</p>

<p><b>Neck Strength Training in Rugby Union Players</b></p>	<p>Evaluar eficacia de un programa de fortalecimiento cervical de 8 semanas sobre la fuerza isométrica del cuello.</p>	<p>El grupo de intervención aumentó la fuerza en un 24% respecto al grupo control. Las mejoras fueron relevantes en:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Extensión</li> <li>○ Flexión lateral</li> <li>○ Movilidad total</li> </ul> <p>Programa con buena adherencia y sin RA.</p>	<p>El programa de fortalecimiento muscular cervical tiene pocas barreras de implementación y proporciona claros beneficios en jugadores de rugby U18. A pesar de centrarse en estos jugadores en concreto, el estudio debería ser aplicable a todo deporte en el que se implique la zona cervical.</p>
<p><b>Injury and biomechanical perspectives on the rugby scrum</b></p>	<p>Revisar incidencia lesional de la melé, los mecanismos de lesión y la biomecánica del empuje en el rugby.</p>	<p>En el rugby, hasta un 10% de lesiones se producen en la melé, a la cual se asocian hasta un 40% de lesiones medulares catastróficas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ La primera línea es la más afectada.</li> <li>○ El prebind reduce las fuerzas ejercidas en la melé.</li> </ul>	<p>La melé se relaciona con un amplio porcentaje de lesiones medulares, aunque la evidencia existente es limitada. A largo plazo, la biomecánica de esta técnica puede asociarse a lesiones degenerativas que repercuten en la vida post-deportiva, por lo que regular esta fase del juego influye en la reducción de la incidencia lesional.</p>
<p><b>Injury and Prevention Strategies in Youth Rugby Union</b></p>	<p>Revisar incidencias de lesiones, los factores de riesgo y las medidas de prevención primaria en rugby.</p>	<p>Tasa y zona de lesión:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Varones: 40,3/1000h EEII</li> <li>○ Mujeres: 69/1000h Cuello/Cabeza</li> </ul> <p>El placaje fue la maniobra más implicada en las lesiones 55% y 71%, respectivamente. El entrenamiento neuromuscular redujo un 72% la tasa de lesiones.</p>	<p>Se debe poner el foco en factores de riesgo de elevada calidad y estrategia de prevención primaria para próximos estudios. La prevención primaria y la educación de estas estrategias son claves en la prevención, manejo y reconocimiento de lesiones en el rugby juvenil</p>

<b>Rugby Contact and Collisions</b>	Revisar la prevención, los protocolos clínicos y la gestión de los traumatismos en el rugby.	La tasa de lesiones continúa siendo alta, aunque las lesiones cervicales disminuyeron tras las modificaciones reglamentarias en la melé. El placaje es actualmente la maniobra con mayor riesgo de lesión. Existen campañas y protocolos para la orientación en el manejo de conmociones	El rugby presenta condiciones similares a otros deportes de contacto, con diferencias clínicas según las características de los deportistas. Es necesario incrementar las medidas preventivas como programas de screening y educativos entre otros.
<b>Tackling in Youth Football</b>	Revisar las lesiones en fútbol americano juvenil y el impacto del placaje en ellas.	Las lesiones graves son más frecuentes en maniobras de placaje, sobre todo ilegales, como el <i>spear tackling</i> . La limitación del contacto disminuye las contusiones hasta un 39%, así como posponer la edad de inicio de estas tácticas. Aunque esto puede suponer un aumento del riesgo por el desconocimiento de la técnica adecuada.	Las lesiones menores son las más incidentes en el fútbol juvenil, en cambio, las lesiones de mayor gravedad parecen aumentar conforme avanza la edad. Los esfuerzos deben ir encaminados a incrementar las medidas preventivas y enseñar la técnica correcta de <i>tackling</i> .
<b>Most effective risk-reduction strategies in sport concussion</b>	Revisar la efectividad del equipamiento de protección, la fuerza cervical y los cambios en las reglas y legislación.	No hay evidencia de una reducción de conmociones por el uso de casco o protectores bucales. El entrenamiento muscular cervical no se asoció con menor incidencia de lesiones a ese nivel. Los cambios en las reglas y la implementación de programas educativos redujeron significativamente el riesgo.	Se necesita un enfoque multidisciplinar para la prevención de contusiones. Esto justifica la continuación de estudios bien diseñados, específicos de cada deporte y con potencia suficiente.
<b>Strategies used to effectively reduce the risk of concussion in sport</b>	Revisar la efectividad de distintas medidas de prevención de contusiones deportivas.	El uso de protectores bucales y casco no supusieron ningún cambio significativo, relacionados con el riesgo de lesiones, en rugby o fútbol americano. El entrenamiento visual reduce un 85% el riesgo de lesión.	En los próximos estudios se deben examinar diferentes medidas de protección como la protección bucal, el casco y cómo se ajusta a la cabeza y la política de limitación del contacto.

Fuente: elaboración propia.

## 5. DISCUSIÓN

### 5.1 Análisis según estrategia preventiva

Es indiscutible el riesgo que supone la práctica de deportes de contacto ya que, aunque infrecuentes, los jugadores pueden sufrir lesiones catastróficas. En el rugby y el fútbol americano, las lesiones de columna cervical son preocupantes debido a las graves repercusiones que presentan, no solo en el paciente, sino también en su entorno psicosocial. Además de las consecuencias físicas, este tipo de daños implica alteraciones en las relaciones interpersonales del deportista y puede interferir en la integración en diferentes ámbitos, como el educativo, cultural o deportivo (1).

#### 5.1.1 Preparación física:

Entre las medidas más estudiadas en la prevención de lesiones cervicales se encuentra la preparación física de los deportistas, especialmente relevantes en deportes de contacto como el rugby y el fútbol americano. La musculatura de las extremidades superiores y del tronco intervienen en la absorción de los impactos y en la distribución de las cargas, disminuyendo la gravedad de las lesiones. Los artículos incluidos en este apartado analizan la eficacia de diferentes estrategias, siendo el **entrenamiento neuromuscular** una de las más importantes, junto con medidas orientadas a reducir el riesgo de conmociones, un factor clave en la prevención de las lesiones cervicales (18).

En primer lugar, el estudio de Attwood et al. analiza la eficacia de un entrenamiento cervical en jugadores de rugby sub-18, compuesto por un conjunto de ejercicios isométricos auto-resistidos, realizados durante ocho semanas, tres veces por semana (17). Tras ese período, se observó un aumento significativo del 24% en la fuerza total de la musculatura cervical, sobre todo en movimientos de extensión y flexión lateral del cuello. Estos datos aportan evidencia sólida sobre el potencial del entrenamiento específico en la disminución del riesgo de lesiones cervicales, aunque se requieren más estudios que analicen su efecto en la incidencia lesional.

Por otra parte, en el artículo de West et al. se llega a la conclusión de que el entrenamiento neuromuscular en el rugby, así como en otros deportes, es una de las estrategias preventivas más eficaces (18). En este estudio se evidenció una disminución del 72% en el riesgo total de lesión y del 59% en el riesgo de conmoción en rugby juvenil, aunque en el ámbito femenino la evidencia aún es muy limitada a pesar de la creciente participación de mujeres en este tipo de deportes. Además, según el Council on Sports of Medicine and Fitness, la presencia de fisioterapeutas y entrenadores físicos específicos durante los entrenamientos parece reducir el número de lesiones en jugadores (9).

El análisis de la fuerza cervical se recoge en otros estudios, como el artículo de Benson et al., donde se evidencian aumentos significativos de la fuerza tras entrenamientos específicos (19). Se sugiere que este incremento podría ser beneficioso al disminuir la aceleración de la cabeza durante el impacto, mejorando la absorción de las fuerzas ejercidas sobre ella. Sin embargo, existen limitaciones, como la escasez de ensayos clínicos con mayor rigor metodológico y

específicos para cada deporte, que permitirían profundizar en la relevancia de estas medidas. Además, en dicho artículo se destaca que no existe evidencia suficiente que relacione un aumento de la fuerza muscular con una disminución de la incidencia de conmociones (19).

### 5.1.2 Reglamento y legislación:

Las reglas por las que se rigen los deportes de contacto son indispensables para preservar la salud física de los jugadores dentro del campo. La modificación del reglamento a lo largo de los años y el desarrollo de nuevas reglas, junto con su aplicación estricta, demostraron ser estrategias fundamentales para aumentar la seguridad de los jugadores y prevenir, especialmente, las CCSI.

Las principales lesiones en el rugby son originadas por la **melé** y el **tackle**, aunque otras maniobras también son responsables de un porcentaje significativo. En esta disciplina destacaron las siguientes modificaciones reglamentarias:

- El método **crouch, bind, set**<sup>2</sup> se introduce como una estrategia que busca conseguir un *engagement* más controlado, es decir, una fase de contacto inicial dentro de la melé más segura, al reducir la velocidad de impacto y estabilizar el contacto entre las primeras líneas (5,20). En esta misma línea, en países como Sudáfrica y Francia se ha registrado una reducción de la tasa de lesiones graves gracias a la limitación del *engagement* y de las distancias de empuje en categorías inferiores (5).
- La **melé**, a diferencia del **tackle**, es una fase establecida en el juego por lo que resulta más factible aplicar diferentes reglas para convertirlo en una práctica lo más segura posible. Esto es considerado, según los autores, uno de los principales motivos responsables de la reducción de la incidencia de lesiones (5).
- Según las reglas de World Rugby, “Todo jugador de primera línea y sus sustitutos deben estar adecuadamente entrenados y tener experiencia” (23). Por ello, los jugadores que participen en la maniobra deben tener una formación obligatoria, para manejar estas situaciones que implican maniobras de mayor riesgo.
- La influencia de la medicina en la modificación del reglamento deportivo, se prohibieron determinadas acciones en el **tackle** (2,21):
  - Placar a un jugador por el cuello o cabeza (placaje alto).
  - Placar a un jugador mientras está suspendido en el aire.
  - Realizar placajes que hagan que lo primero que impacte con el suelo sea su cabeza.
- Durante la final del Mundial de Rugby de 2023, el capitán del equipo neozelandés fue expulsado por realizar un placaje alto a un jugador rival. Aunque esta maniobra ya estaba prohibida desde años atrás, la expulsión de un capitán en un contexto de máxima importancia demostró la implicación y el compromiso del colectivo arbitral y técnico, con la preservación de la salud de los jugadores (21,22).

---

<sup>2</sup>*Crouch*: agacharse; *Bind*: agarrarse al oponente; *Set*: contacto inicial entre las dos primeras líneas del scrum.

Por otra parte, en el fútbol americano, el *tackle* representa la técnica con mayor responsabilidad de lesión (9). En esta disciplina las principales modificaciones aplicadas fueron las siguientes:

- Desde los años 70, se ha observado una disminución progresiva en la incidencia de lesiones cervicales, siendo los principales responsables de ello la prohibición del *spear tackling* y la implantación de exámenes médicos más exhaustivos previos a la participación (1).
- En 1976 se prohibió la práctica del *spear tackling*. Según el artículo publicado por el Council on Sports Medicine and Fitness, una de las causas más relevantes en cuanto a lesiones graves son las acciones ilegales, como esta maniobra en la que la cabeza es el primer punto de contacto en el impacto (9,12). Es por ello que imponer sanciones más firmes y ser menos permisivos con las maniobras inadecuadas, ya sea por parte del entrenador como por parte del árbitro, parece una medida eficaz para continuar con la tendencia decreciente de este tipo de lesiones (9,11).
- Tras la aplicación de políticas que limitaban los entrenamientos de contacto se registró una reducción aproximada del 50% en la incidencia de lesiones. Aunque parece ser una medida eficaz, no está claro si su aplicación tiene relevancia en la clínica (24).

### 5.1.3 Equipamiento de protección:

En este apartado se resalta una de las distinciones más determinantes entre ambos deportes revisados, y es que en el fútbol americano se utiliza equipamiento de protección rígida, siendo uno de los elementos principales el casco (4). Por otra parte, en el rugby las protecciones son mínimas, por ello, los jugadores pueden verse más expuestos a los impactos y, por tanto, presentar mayores repercusiones en caso de lesiones cervicales (3). Aunque no siempre puedan prevenir ciertas lesiones, pueden ser muy eficaces para disminuir la gravedad de las lesiones que se produzcan.

En el rugby, el uso de *headgear*<sup>3</sup> no presenta evidencia suficiente como para afirmar que su uso reduzca el riesgo de lesiones cervicales ni conmociones, pero existe variabilidad según el estudio revisado (19). Dentro de esta revisión, el artículo de Singh et al. destaca un menor registro de conmociones en jugadores de rugby australiano que utilizaban protección, mientras que otros, como el de McIntosh et al., no encontraron diferencias significativas según el uso de casco (19). Del mismo modo, en otras revisiones se ha analizado la eficacia del uso de diferentes tipos de equipación. En el rugby, los resultados obtenidos son débiles y discordantes, ya que dos de los cinco artículos de la revisión de Emery et al., consideraron como medida protectora el uso de *headgear*, mientras que en el resto no se hallaron datos concluyentes (24). Aunque en este deporte no use protecciones rígidas como en el fútbol americano, algunos autores sugieren que podría ser una ventaja al ser más consciente en los momentos de contacto. Al no utilizar el casco, los jugadores son más cautos al realizar un impacto con la cabeza, por lo que esto podría suponer un factor protector de las lesiones cervicales (12).

---

<sup>3</sup> Protección blanda empleada en rugby, fabricada con espuma, que recubre la cabeza.

En el fútbol americano el uso del casco estándar se considera una de las principales medidas responsables de la reducción eficazmente el número de muertes y de lesiones catastróficas en el terreno de juego. Además, se destaca que un ajuste correcto y un adecuado mantenimiento son factores indispensables para asegurar su funcionalidad (1).

#### 5.1.4 Programas educativos y protocolos:

La enseñanza de una técnica adecuada y segura desde la infancia es crucial para evitar lesiones y traumatismos prevenibles. El principal objetivo de los programas creados durante estas décadas es conseguir entrenadores, jugadores y árbitros más formados y competentes, capaces de reconocer los principales signos de alarma de las lesiones típicas y actuar en caso de ser necesario, especialmente en aquellas que desembocan en consecuencias graves.

El aumento incipiente de las lesiones cervicales por el uso de técnicas de placaje peligrosas (*spear tackling*), desencadenó a partir de la década de los 70 una campaña cuyo lema era **“Heads-up”-“See what you hit”** (Figura 7), con el propósito de concienciar a los jugadores de evitar impactos con la cabeza con los que pudiesen sufrir una compresión axial sobre la columna cervical (12).

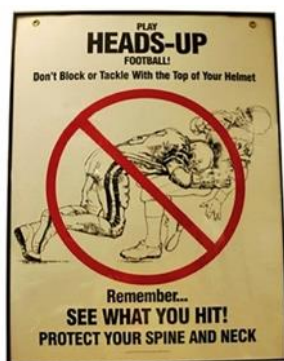


Figura 7. Cartel de campaña formativa *Heads-Up Football* (EE. UU, años 70).

Fuente: obtenida a partir de Swartz et al., 2018 (12)

Actualmente, en EE. UU. continúa fomentándose este tipo de mensajes con campañas como *Heads-Up Football* (HUF), desarrollada en profundidad a partir del 2012 con el apoyo de la NFL, influyendo en más de un millón de jugadores (25). Gracias a este programa, se estimó que los participantes mejoraron respecto a los jugadores que no habían sido incluidos (Figura 8). Aunque estos programas parecen ser efectivos, la modificación legislativa se solapa con la aplicación de estos, por lo que no se puede conocer con certeza su repercusión (12).

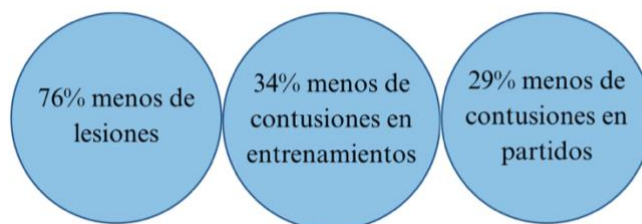


Figura 8. Infografía de la campaña *Heads-Up Football*. Fuente: elaboración propia con Canva ([www.canva.com](http://www.canva.com)) a partir del programa HUF (25)

## PROGRAMAS FORMATIVOS/MÉDICOS

En el rugby se implementaron ciertos programas que abarcaban desde la enseñanza de técnicas correctas hasta la definición de protocolos de actuación frente a lesiones agudas. En los artículos revisados se repiten en diferentes ocasiones los descritos en la **Tabla 12** (2,12).

Tabla 12. Características principales de los programas formativos de rugby

<b>Programa</b>	<b>RugbySmart</b>	<b>BokSmart</b>
<b>País, fecha</b>	Nueva zelanda, 2001	Sudáfrica, 2009
<b>Puntos principales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Formación obligatoria para entrenadores y árbitros</li> <li>○ Enseñanza audiovisual de técnicas seguras</li> <li>○ Cribado médico previo</li> <li>○ Prevención de lesiones</li> <li>○ Protocolo de actuación ante conmociones y lesiones cervicales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Formación obligatoria para entrenadores y árbitros</li> <li>○ Enseñanza audiovisual de técnicas seguras</li> <li>○ Protocolo de evaluación médica previa</li> <li>○ Protocolo de actuación ante lesiones agudas (Mayday)</li> <li>○ Prevención de lesiones, incluidas la CCSI</li> </ul>
<b>Diferencias</b>	Se centra más en la formación de entrenadores y árbitros, así como de asegurarse de que están correctamente actualizados de los cambios reglamentarios.	De forma más completa combina protocolos educativos con protocolos médicos, preventivos o para manejo de lesiones.

Fuente: elaboración propia a partir de RugbySmart y BokSmart (28,29)

En diferentes artículos (2,5,6,12,18,24), varios autores coinciden en que la implantación de estos programas formativos, que permiten formar no solo a jugadores, sino también a entrenadores, árbitros e incluso familias, puede ser beneficiosa como estrategia de prevención primaria y secundaria de contusiones y lesiones cervicales. Aun así, la evidencia no llega a ser suficiente para defender su aplicación como estrategia única, por ello debe acompañarse de modificaciones reglamentarias o mejoras específicas en la preparación física de los jugadores.

## PROTOCOLOS MÉDICOS

En el artículo de Patricios et al. se menciona el Mayday Safety Procedure, un protocolo incluido en el programa BokSmart, que recoge la forma correcta de actuación ante la sospecha de una lesión medular en el terreno de juego, especialmente a nivel cervical (2). Este procedimiento va dirigido a profesionales sanitarios, aunque también a jugadores y entrenadores. Por ello, tiene especial relevancia, ya que conocer las maniobras adecuadas de inmovilización es fundamental para evitar el agravamiento de la lesión antes de que llegue la asistencia sanitaria especializada.

Tal y como señala el autor: “Rugby-specific injury interventions such as BokSmart, Rugby Smart, and the Mayday Safety Procedure focus on neck injuries” (2).

De la misma forma que se hace hincapié en enseñar una buena técnica desde edades tempranas, es crucial que los jugadores comprendan la importancia del reposo. Tras una contusión o lesión cervical se debe guardar un tiempo de recuperación, suficiente para que los tejidos se recuperen completa o parcialmente (2). Presentar síntomas que mantengan o aumenten de intensidad son una contraindicación absoluta para reanudar los deportes de contacto, al igual que no superar determinados exámenes físicos. La condición del *Second impact syndrome* está relacionada con el riesgo de no respetar el tiempo de descanso, ya que, al exponerse a nuevas contusiones, el daño se acumula, provocando un edema cerebral difuso de consecuencias mucho más graves que las iniciales (2).

## 5.2 Diferencias según edad y género

La práctica de los deportes de contacto presenta una heterogeneidad notable según la edad y el género, así como la incidencia lesional en estas prácticas. Diversos estudios muestran una serie de diferencias respecto a esos factores, aunque destaca la poca evidencia que existe en los equipos femeninos.

### 5.2.1 Edad:

Según autores de ciertos artículos, el riesgo de lesión cervical, al igual que la incidencia de lesiones, aumenta conforme lo hace la edad y la categoría, siendo más frecuentes y graves en las ligas profesionales, tanto en rugby como en fútbol americano (NFL) (1,5). Sin embargo, existen referencias de que los jugadores de categorías inferiores también están expuestos a un riesgo elevado de lesiones, aunque por factores distintos (24).

En conclusión, aunque los varones adultos sean los jugadores con mayor riesgo de sufrir lesiones cervicales debido a los factores expuestos en la **Tabla 13**, los jóvenes también pueden presentar un riesgo significativo por factores distintos.

Tabla 13. Factores de riesgo de lesión cervical según la edad

Jugadores jóvenes	Jugadores adultos
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Menor masa muscular cervical</li> <li>○ Técnica deficiente de placaje</li> <li>○ Inmadurez ósea</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Mayor masa corporal</li> <li>○ Mayor intensidad de impacto</li> <li>○ Degeneración cervical crónica</li> <li>○ Microtraumatismos repetitivos</li> </ul>

Fuente: elaboración propia a partir de la bibliografía revisada (1,5,24)

### 5.2.2 Género:

Tanto el rugby como el fútbol americano se caracterizaron por un predominio de participación masculina pero, durante las últimas décadas, la incorporación de la mujer a los deportes de contacto es cada vez más significativa.

A partir de la revisión realizada y los conocimientos fisiológicos, se recopilaron las principales diferencias en la **Tabla 14**.

Tabla 14. Factores determinantes en lesiones cervicales según el género

Mujeres	Varones
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Menor masa muscular e intensidad de impacto</li> <li>○ Mayor susceptibilidad a lesiones</li> <li>○ Mayor laxitud y flexibilidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Mayor masa muscular e intensidad de impacto</li> <li>○ Mayor riesgo de lesiones cervicales graves</li> </ul>

Fuente: elaboración propia a partir de conocimientos fisiológicos y Trewartha et al., 2015 (5)

## 5.3 Relevancia de la medicina

### 5.3.1 Introducción en el deporte:

La medicina tradicional se centraba principalmente en el tratamiento de lesiones. Sin embargo, con la popularización de los deportes de contacto, como el rugby y el fútbol americano, surgió la necesidad de desarrollar nuevos recursos dirigidos a preservar la seguridad de los jugadores. Actualmente, la detección de maniobras de mayor riesgo, como ciertos tipos de placaje, es fundamental para desarrollar estrategias preventivas eficaces, siendo especialmente relevante la prevención de lesiones cervicales por las graves consecuencias que pueden conllevar (12).

Así pues, la medicina adquiere un papel muy relevante, al permitir, no solo detectar las técnicas más lesivas, sino también crear planes de entrenamiento, modificar el reglamento, mejorar el equipamiento de protección y generar protocolos de actuación ante lesiones, creando así un contexto deportivo más seguro. Estos cambios no serían posibles sin la evidencia proporcionadas por las investigaciones realizadas en diferentes equipos deportivos, incluyendo estudios epidemiológicos, clínicos y de la biomecánica lesional.

### 5.3.2 Equipo multidisciplinar:

Al igual que en otros ámbitos, el equipo profesional encargado de proteger a los jugadores no está formado únicamente por médicos, sino que también engloba a fisioterapeutas, preparadores físicos y entrenadores entre otros técnicos. El principal objetivo del equipo multidisciplinar es proporcionar a los jugadores todos los recursos necesarios para obtener una condición física óptima y evitar todas las lesiones posibles. Dentro de esta red de profesionales, los entrenadores son los encargados de intentar desarrollar técnicas de placaje lo más seguras posibles, adaptándolas a las recomendaciones obtenidas a partir de estudios de biomecánica. La creación de nuevas técnicas que impliquen un menor riesgo se considera una de las estrategias más relevantes en lo que a prevención primaria se refiere.

### 5.3.3 Modificaciones:

Al priorizar la prevención primaria, adquieren especial relevancia tanto los programas de preparación física como los programas educativos (2,12). Por una parte, está demostrado que los ejercicios cervicales específicos mejoran la musculatura de la zona (17), por lo que una adecuada forma física de los jugadores será importante para que estén bien preparados para la recepción de impactos durante las jugadas. Por otra parte, los programas formativos dirigidos a

entrenadores y árbitros fueron creándose progresivamente, a medida que aumentaba la necesidad de ampliar la formación en diferentes aspectos dentro de estas disciplinas. En este sentido, destaca la existencia de mayor evidencia en el rugby, con programas como **BokSmart** o **SmartRugby** (28,29).

No obstante, a pesar de lo útiles que puedan resultar estos programas, ni la preparación física ni los programas formativos serían eficaces en ausencia del resto de estrategias preventivas complementarias.

Las **modificaciones reglamentarias** y la aplicación de nuevas normas, con el objetivo de reducir la incidencia de lesiones o, al menos, minimizar su gravedad fueron claves en la disminución de la incidencia. Entre las actualizaciones más relevantes destacan las siguientes.

En el rugby:

- La prohibición del *spear tackle*, en la que el jugador placado es levantado y lanzado de forma que impacta con la cabeza o el cuello contra el suelo (21).
- La penalización del *high tackle* (placaje alto), debido al riesgo de sufrir lesiones en regiones como la cabeza o la columna cervical (21).

En el fútbol americano:

- La prohibición de otras técnicas complementarias, como el *horse collar tackle* en la que el jugador tira del cuello o de las hombreras del oponente desde atrás, pero no es un placaje al uso (12).
- La prohibición del *spear tackling* en 1976 (NFL), aunque en este caso hace referencia al contacto inicial del que realiza el placaje con la cabeza. En la **Figura 9** se aprecia la influencia de la implantación de esta ley en la disminución progresiva de la incidencia lesiones cervicales hasta alcanzar menos de dos casos por cada 100000 jugadores (9,12).

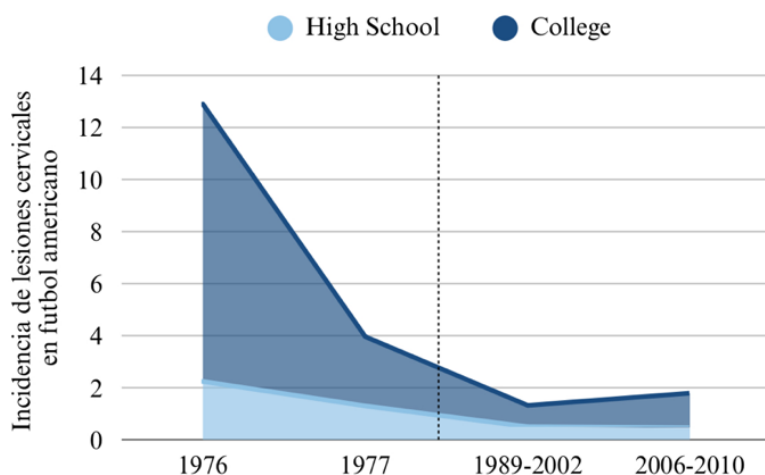


Figura 9. Evolución de las lesiones cervicales. Fuente: elaboración propia a partir de Concannon et al., 2012 (10)

Además, el equipamiento de protección ha experimentado mejoras significativas con los años, incorporando sistemas de acolchado más innovadores. Mientras que los jugadores de rugby continúan compitiendo sin utilizar protecciones cervicales específicas, en el fútbol americano si se emplean cascos, hombreras y protectores bucales, entre otros elementos. No obstante, estudios recientes sugieren que, estas medidas, a pesar de proteger frente a traumatismos craneoencefálicos y maxilofaciales, no son las más eficaces para prevenir lesiones cervicales (7,12,19,24).

#### **5.3.4 Dificultades/Limites de implantación:**

Las medidas implantadas durante generaciones pasadas han repercutido favorablemente en la preservación de la integridad física y psíquica de los atletas. Sin embargo, la aplicación de estas estrategias preventivas no siempre está exenta de dificultades, especialmente en deportes como el rugby y el fútbol americano con gran popularidad. Estos factores condicionan, en su conjunto, la efectividad de las estrategias preventivas aplicadas.

El rugby y el fútbol americano son deportes reconocidos internacionalmente, cuyos partidos se retransmiten a nivel mundial con espectáculos de gran repercusión, donde los **intereses comerciales y económicos** son numerosos. Esto ocurre, especialmente, en el fútbol americano donde ciertos patrocinadores y ligas profesionales, han demostrado que los niveles de audiencia y los ingresos son más relevantes llegando a anteponerlos a la seguridad de los jugadores. La magnitud de este conflicto de intereses fue tal que llegó a documentarse en la película *Concussion* (2015), basada en hechos reales, donde se recoge cómo la NFL se negó a aceptar inicialmente las denuncias del Dr. Bennet Omalu, quien relacionó de forma directa los traumatismos craneoencefálicos con el desarrollo de daños cerebrales crónicos en los jugadores.

Además de los intereses económicos, la intensa **influencia cultural** en estas disciplinas desempeña un papel importante en los límites de los cambios propuestos, viéndose condicionada la modernización del estilo de juego. Al ser deportes de contacto, la agresividad e implicación física durante las maniobras caracterizan al juego, por lo que se asume que lleva implícito un riesgo de lesión. La modificación de las normas para reducir la violencia puede conllevar cierta oposición por parte de algunos jugadores, entrenadores y seguidores del deporte, quienes defienden la premisa de que el deporte perdería su esencia. Esta mentalidad puede suponer uno de los obstáculos más difíciles de superar, ya que conllevaría años que las campañas promovidas calen en las nuevas generaciones de jugadores.

Por otra parte, los programas educativos y los protocolos establecidos en estas disciplinas siguen siendo insuficientes en relación a su popularidad. Los programas formativos continúan siendo esenciales para que, tanto entrenadores como árbitros, tengan los conocimientos necesarios y actualizados que permitan preservar la seguridad de los jugadores. Sin embargo, su aplicación no es homogénea. La existencia de diversas organizaciones, federaciones y ligas profesionales da lugar a la aplicación de distintos criterios, pudiendo repercutir negativamente en la efectividad global de las medidas de protección hacia los jugadores.

Cabe destacar que no todos los países disponen de los mismos recursos. Mientras que el rugby se practica en diversos países, el fútbol americano se practica fundamentalmente en EE. UU. En este último, es frecuente contar con un fuerte apoyo económico desde categorías infantiles aunque, como se ha destacado previamente, esto no siempre resulta beneficioso.

Como se puede observar, la medicina ha constituido un pilar fundamental en la evolución del rugby y del fútbol americano hacia prácticas más seguras. La evidencia científica ha respaldado actualizaciones, implantación de programas formativos y protocolos de actuación ante la sospecha de lesiones graves. No obstante, el desarrollo de estas medidas sería insuficiente si se centrara únicamente en el contexto médico, ya que todos los integrantes del equipo técnico multidisciplinar son imprescindibles.

## **5.4 Limitaciones de la revisión**

### **5.4.1 Variabilidad metodológica:**

Uno de los principales impedimentos de esta revisión son las limitaciones metodológicas de los artículos analizados. Muchos de ellos presentan un tamaño muestral reducido, lo cual afecta a la precisión de los resultados, pudiendo no coincidir con la realidad.

En relación a la población estudiada, destaca la heterogeneidad entre sus características. Por un lado, se aprecia un predominio masculino en todos los grupos de edad, destacando la escasa representación femenina en los estudios relacionados con ambos deportes. A pesar de tratarse de deportes donde la participación de mujeres se encuentra en constante crecimiento, incluso en ligas profesionales, este rumbo no parece ser suficiente para incluirlas de forma sistemática en los análisis, impidiendo estudiar la eficacia de las estrategias preventivas en ambos sexos. Por otro lado, las categorías analizadas abarcan grupos de edad muy amplios, por lo que la aplicación de programas y protocolos podría no resultar igual de eficaz en todos ellos.

Además, como era previsible, escasean los ensayos clínicos aleatorizados predominando los estudios observacionales por razones éticas y de mayor accesibilidad. En este contexto resulta más complicado establecer una relación firme entre las medidas preventivas y la reducción de lesiones cervicales.

### **5.4.2 Variabilidad de aplicación:**

Otra de las dificultades para alcanzar los objetivos preventivos es la diversidad de entidades que rigen los deportes en los distintos países. Además, como se comentó anteriormente, no todas las organizaciones disponen de los recursos económicos o materiales necesarios para aplicar correctamente las estrategias propuestas.

Por otra parte, la utilidad de los protocolos de actuación no puede compararse si no existe una aplicación universal y estandarizada en las diferentes categorías de estas disciplinas y en los distintos países en los que se practican.

Como resultado, aunque la mayoría de los estudios evidencian beneficios en las medidas implantadas, como los programas específicos de entrenamiento cervical o las modificaciones del reglamento, la falta de homogeneidad en su aplicación limita la extrapolación de estos datos, tanto en el rugby como en el fútbol americano.

### 5.4.3 Sesgos:

Es importante tener en cuenta que la evidencia analizada puede estar sometida a diferentes sesgos que influyan en los resultados.

En primer lugar, varios estudios utilizan sistemas de autoevaluación, en los que los deportistas van recopilando sus propios datos una vez realicen el ejercicio establecido. Este método puede suponer un sesgo de información, ya que el registro de datos es muy subjetivo y dependerá en mayoritariamente del individuo, arriesgándose a que la efectividad de las estrategias sea sobreestimada.

De la misma forma, los artículos revisados pueden estar condicionados por el sesgo de publicación, teniendo mayor probabilidad de ser publicados aquellos que evidencien resultados más beneficiosos. En este contexto, también sería posible alterar la interpretación de la efectividad de las medidas establecidas.

Por último, en estos deportes resulta especialmente relevante la influencia de los intereses comerciales que pueden llegar a manejar ciertos campeonatos. Determinadas organizaciones, antepone los beneficios económicos respecto a la salud de los atletas. Estos conflictos de interés se hacen más evidentes conforme los jugadores ascienden de categorías por lo que es difícil mantener una visión objetiva.

## 5.5 Líneas futuras de investigación

Parece fundamental continuar trabajando en diferentes líneas de investigación ya que, a pesar de los avances logrados durante las últimas décadas, el margen de mejora sigue siendo amplio en muchos ámbitos, sobre todo respecto a la población femenina.

En primer lugar, abordar los **intereses comerciales** de marcas deportivas, patrocinadores o incluso ligas profesionales debería ser prioritario, con el objetivo de mejorar la seguridad de los atletas. Sería interesante realizar estudios que analicen cómo la influencia empresarial externa puede afectar a la preservación de la integridad física de los jugadores.

Otra de línea de actuación clave es la **mejora táctica** para reducir el riesgo de lesiones tanto en los partidos como durante los entrenamientos. Se debería valorar la relevancia de ciertas maniobras aún permitidas y reconsiderar lo imprescindible que resultan en el desarrollo del juego.

La falta de evidencia en la **población femenina** dificulta la aplicación de estrategias en las jugadoras. Por ello, sería fundamental realizar estudios en los que se incluyan a las jugadoras teniendo en cuenta sus características fisiológicas y anatómicas.

## 6. CONCLUSIONES

1. La medicina ha sido fundamental en la **disminución de la incidencia** de lesiones cervicales a partir de la implantación de estrategias preventivas.
2. Los programas educativos (**RugbySmart, BokSmart y HUF**) ampliaron la concienciación respecto a la gravedad de las lesiones y la formación de los deportistas y del equipo técnico.
3. En el rugby la implantación del método ***crouch, bind, set*** fue clave en la disminución de la incidencia de las lesiones cervicales durante la melé.
4. En el fútbol americano la prohibición del ***spear tackle*** en 1976 redujo progresivamente las lesiones cervicales, percibiéndose esta reducción al año siguiente.
5. Los **intereses económicos** y la **cultura arraigada** de ambas disciplinas continúan siendo una limitación en vista de implementar cambios para reducir las lesiones cervicales.
6. Existen diferencias en el número de lesiones según la edad y el sexo, siendo los varones adultos los que presentan mayor riesgo de lesiones cervicales graves.
7. La implicación **multidisciplinar** de todo el equipo técnico y la aplicación de medidas en diferentes ámbitos del deporte son fundamentales para lograr resultados óptimos en la eficacia de las estrategias.
8. Es necesario continuar investigando, principalmente de forma más específica en la población femenina y en grupos de edad menos amplios, para obtener resultados más precisos.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

1. Wolff CS, Cantu RC, Kucera KL. Catastrophic neurologic injuries in sport. *Handb Clin Neurol*. 2018;158:25-37.
2. Patricios JS. Rugby Contact and Collisions - Clinical Challenges of a Global Game. *CURRENT SPORTS MEDICINE REPORTS*. octubre de 2014;13(5):326-33.
3. Worldrugby.org. World Rugby [Internet]. [citado 18 de mayo de 2025]. Disponible en: <https://www.world.rugby/>
4. NFL.com | Official Site of the National Football League [Internet]. [citado 19 de mayo de 2025]. Disponible en: <https://www.nfl.com/mundo/>
5. Trewartha G, Preatoni E, England ME, Stokes KA. Injury and biomechanical perspectives on the rugby scrum: a review of the literature. *Br J Sports Med*. abril de 2015;49(7):425-33.
6. Freitag A, Kirkwood G, Scharer S, Ofori-Asenso R, Pollock AM. Systematic review of rugby injuries in children and adolescents under 21 years. *Br J Sports Med*. abril de 2015;49(8):511-9.
7. Swain MS, Lystad RP, Pollard H, Bonello R. Incidence and severity of neck injury in Rugby Union: a systematic review. *J Sci Med Sport*. septiembre de 2011;14(5):383-9.
8. McIntosh AS, McCrory P, Finch CF, Wolfe R. Head, face and neck injury in youth rugby: incidence and risk factors. *Br J Sports Med*. febrero de 2010;44(3):188-93.
9. COUNCIL ON SPORTS MEDICINE AND FITNESS. Tackling in Youth Football. *Pediatrics*. noviembre de 2015;136(5):e1419-1430.
10. Concannon LG, Harrast MA, Herring SA. Radiating upper limb pain in the contact sport athlete: an update on transient quadriparesis and stingers. *Curr Sports Med Rep*. 2012;11(1):28-34.
11. Hutton MJ, McGuire RA, Dunn R, Williams R, Robertson P, Twaddle B, et al. Catastrophic Cervical Spine Injuries in Contact Sports. *Global Spine J* [Internet]. noviembre de 2016 [citado 16 de febrero de 2025];6(7):721-34. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5077713/>
12. Swartz EE. Cervical spine trauma: prevention strategies. *Handb Clin Neurol*. 2018;158:363-9.
13. Kuster D, Gibson A, Abboud R, Drew T. Mechanisms of cervical spine injury in rugby union: a systematic review of the literature. *Br J Sports Med*. junio de 2012;46(8):550-4.
14. International Standards for Neurological Classification of SCI (ISNCSCI) Worksheet [Internet]. [citado 21 de mayo de 2025]. Disponible en: <https://asia-spinalinjury.org/international-standards-neurological-classification-sci-isncsci-worksheet/>
15. Galeiras Vázquez R, Ferreiro Velasco ME, Mourelo Fariña M, Montoto Marqués A, Salvador de la Barrera S. Actualización en lesión medular aguda postraumática. Parte 1. *Med Intensiva* [Internet]. 1 de mayo de 2017 [citado 21 de mayo de 2025];41(4):237-47. Disponible en: <http://www.medintensiva.org/es-actualizacion-lesion-medular-aguda-postraumatica--articulo-S021056911630239X>

16. Mourelo Fariña M, Salvador de la Barrera S, Montoto Marqués A, Ferreiro Velasco ME, Galeiras Vázquez R. Actualización en lesión medular aguda postraumática. Parte 2. Med Intensiva [Internet]. 1 de junio de 2017 [citado 21 de mayo de 2025];41(5):306-15. Disponible en: <http://www.medintensiva.org/es-actualizacion-lesion-medular-aguda-postraumatica--articulo-S0210569116302595?xhy=Dr56DrLjUdaMjzAgze452SzSInMN&rfr=truhgiz&y=kEzTXsahn8atJufRpNPuIGh67s1>
17. Attwood MJ, Hudd LJW, Roberts SP, Irwin G, Stokes KA. Eight Weeks of Self-Resisted Neck Strength Training Improves Neck Strength in Age-Grade Rugby Union Players: A Pilot Randomized Controlled Trial. Sports Health. 2022;14(4):500-7.
18. West SW, Shill IJ, Bailey S, Strydiuk RA, Hayden KA, Palmer D, et al. Injury Rates, Mechanisms, Risk Factors and Prevention Strategies in Youth Rugby Union: What's All the Ruck-Us About? A Systematic Review and Meta-analysis. Sports Med. julio de 2023;53(7):1375-93.
19. Benson BW, McIntosh AS, Maddocks D, Herring SA, Raftery M, Dvorák J. What are the most effective risk-reduction strategies in sport concussion? Br J Sports Med. abril de 2013;47(5):321-6.
20. worldrugby.org. World Rugby confirma enmienda a la ley del scrum | World Rugby [Internet]. [citado 22 de mayo de 2025]. Disponible en: <https://www.world.rugby/news/435760?lang=es>
21. World Rugby Passport - 9 Juego sucio [Internet]. [citado 22 de mayo de 2025]. Disponible en: <https://passport.world.rugby/es/leyes-del-juego/leyes-por-numero/9-juego-sucio/>
22. New Zealand 11-12 South Africa: Springboks win record fourth Rugby World Cup in dramatic final. BBC Sport [Internet]. 28 de octubre de 2023 [citado 22 de mayo de 2025]; Disponible en: <https://www.bbc.com/sport/rugby-union/67252413>
23. World Rugby Passport - Aplicación de las Leyes [Internet]. [citado 22 de mayo de 2025]. Disponible en: <https://passport.world.rugby/es/arbitraje/programa-de-zona-tecnica/aplicacion-de-las-leyes/>
24. Emery CA, Black AM, Kolstad A, Martinez G, Nettel-Aguirre A, Engebretsen L, et al. What strategies can be used to effectively reduce the risk of concussion in sport? A systematic review. Br J Sports Med. junio de 2017;51(12):978-84.
25. USA Football | heads Up Football: The new standard in football [Internet]. Indianapolis: USA Football; 2015 [citado 22 de mayo de 2025]. Disponible en: <https://www.usafootball.com/>
26. RugbySmart [Internet]. [citado 22 de mayo de 2025]. Disponible en: <https://www.rugbytoolbox.co.nz/online-modules/rugbysmart>
27. BokSmart | SA Rugby [Internet]. [citado 22 de mayo de 2025]. Disponible en: <https://www.springboks.rugby/pages/BokSmart>