CAPÍTULO 4

Prevención de Lesiones Deportivas

Sports Injury Prevention

Pedro Antonio Calero Saa
Institución Universitaria Escuela Nacional del Deporte
https://orcid.org/0000-0002-9978-7944
pcalero22@gmail.com

Álvaro Santiago Solarte R.
Consultor independiente
https://orcid.org/0000-0001-9822-0455
ssantyago06@hotmail.com

Resumen

El capítulo analiza los modelos y estrategias actuales para la prevención de lesiones deportivas, destacando la necesidad de un enfoque multidisciplinario y basado en evidencia que contribuye a reducir la incidencia y gravedad de las lesiones en deportistas de distintos niveles. Para ello, se realiza una revisión exhaustiva de modelos teóricos y prácticos, como el modelo clásico de cuatro pasos de Van Mechelen y el marco TRIPP, además de marcos conceptuales de implementación como RE-AIM. Se examinan también programas específicos para prevenir lesiones musculares frecuentes, especialmente en los isquiotibiales, considerando factores como la adherencia al programa, la evaluación del riesgo y la participación activa de equipos multidisciplinarios en su desarrollo e implementación.

Los resultados evidencian que la eficacia en la prevención depende de una correcta identificación del problema, el diseño de intervenciones específicas según el deporte y las características individuales de los deportistas, y la existencia de un sistema riguroso de registro de lesiones y de exposición para

Cita este capítulo / *Cite this chapter*

Calero Saa PA, Solarte AS. Prevención de lesiones deportivas. En: Calero Saa PA, editor. *Elementos básicos de la rehabilitación deportiva: una mirada multidisciplinaria. Tomo III: rehabilitación y readaptación deportiva*. Cali, Colombia: Editorial Universidad Santiago de Cali; 2026. p. 197-247. https://doi.org/10.35985/9786287914179.4

calcular las tasas de riesgo reales. Se encuentra que los programas con alta adherencia y el uso estricto de pautas para el retorno al deporte reducen hasta en un 84% las recaídas. Sin embargo, persiste una brecha significativa entre la evidencia científica y su aplicación práctica, atribuida principalmente a limitaciones en la implementación, recursos y compromiso institucional.

En conclusión, la prevención efectiva de lesiones deportivas requiere un enfoque científico y multidisciplinario adaptado a cada contexto deportivo. La capacitación continua, el uso de modelos validados y la evaluación constante son fundamentales para cerrar la brecha entre investigación y práctica, mejorando la salud y el rendimiento de los deportistas.

Palabras clave: Modelos Epidemiológicos, Equipo Multiprofesional, Volver al Deporte, Prevención Primaria.

Abstract

This chapter analyzes current models and strategies for sports injury prevention, highlighting the need for a multidisciplinary, evidence-based approach that contributes to reducing the incidence and severity of injuries in athletes at different levels. To this end, a comprehensive review is conducted of theoretical and practical models, such as the classic Van Mechelen four-step model and the TRIPP framework, as well as conceptual implementation frameworks such as RE-AIM. *Specific programs to prevent common muscle injuries, especially hamstring injuries, are also examined, considering factors such as program adherence, risk assessment, and the active participation of multidisciplinary teams in their development and implementation.*

The results show that effective prevention depends on correct identification of the problem, the design of specific interventions according to the sport and individual characteristics of athletes, and the existence of a rigorous injury and exposure recording system to calculate actual risk rates. It is found that programs with high adherence and the strict use of return-to-sport guidelines reduce relapses by up to 84%. However, a significant gap persists between scientific evidence and practical application, attributed primarily to limitations in implementation, resources, and institutional commitment.

In conclusion, effective sports injury prevention requires a scientific and multidisciplinary approach tailored to each sporting context. Ongoing training, the use of validated models, and ongoing evaluation are essential to closing the gap between research and practice, improving athletes' health and performance.

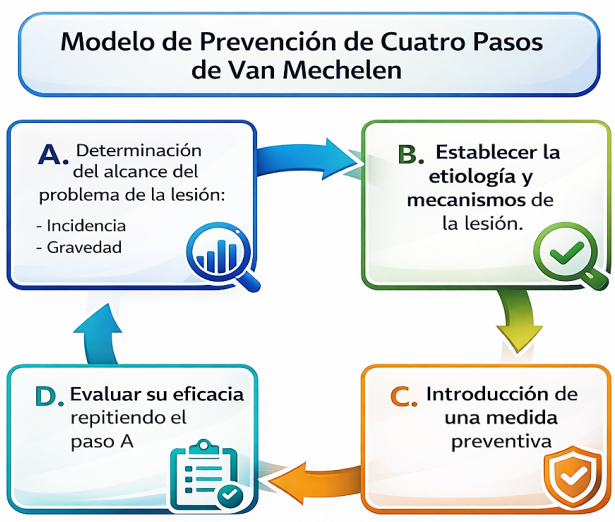
Keywords: *Epidemiological Models, Multidisciplinary Care Team, Return to Sport, Primary Prevention.*

Contesto General

> *"El pensamiento condiciona la acción, la acción determina el comportamiento, el comportamiento repetido crea hábitos, los hábitos estructuran el carácter, la manera de pensar, ser y actuar; y el carácter marca el destino"*
>
> —Aristóteles

En el ámbito deportivo, la prevención de lesiones deportivas es un tema muy importante a nivel mundial (1). La paradoja de la práctica deportiva presenta dos lados: por un lado, hay evidencia de la mejora de la salud debido a los beneficios del ejercicio frecuente que conlleva a beneficios bien descritos por la ciencia; y por el otro lado, el incremento del riesgo de lesiones deportivas y la experiencia negativa de las lesiones deportivas conlleva a la ausencia del deportista tanto del entrenamiento como de la competencia (2). Esto se debe a que las lesiones relacionadas con el deporte tienen un impacto significativo en la salud pública, lo que exige una dirección sistemática que incluya la aplicación estandarizada de estrategias de prevención con fundamentos claros (3). El riesgo de lesiones deportivas tiene clara relación con el entrenamiento y la competencia, y tiene un impacto significativo en el rendimiento del deportista y a los costos que los clubes, equipos o ligas deben enfrentar.

Figura 1. *Modelo de prevención de cuatro pasos de Van Mechelen*



Fuente: Tomada y modificada de Emery(4) Imagen mejorada digitalmente utilizando [NotebookLM].

La prevención de lesiones deportivas debe aplicarse por medio de combinaciones de enfoques primarios, secundarios y terciarios. Las lesiones deportivas son el producto de diversas interacciones entre factores subyacentes, lo que indica que la prevención en compleja. Es por esta razón que los programas de prevención de lesiones deportivas deben incluir componentes individuales para que logren llegar a ser efectivos (5).

Inicialmente, es importante contar con un sistema de registro de lesiones, de acuerdo con lo establecido en el modelo de Van Mechelen, el cual es un paso importante en el conocimiento de la incidencia y la severidad de las lesiones lo que permite la implementación de medidas preventivas con respaldo científico. Un estudio de Ekegren et al. identificaron que una gran cantidad de equipos de la liga australiana de futbol, no llevan un registro de la incidencia de lesiones durante la temporada (6). No es posible inferir que sea un problema global, sin embargo, el poder contar con estos datos se convierte en una ayuda en el planteamiento de estrategias para implementar y mantener programas efectivos de prevención de lesiones deportivas, lo que ayudaría a reducir costos a los clubes y a la protección de la salud de los deportistas.

Continuando con el modelo de Van Mechelen, el segundo paso es la comprensión de la causa o el mecanismo de lesión para así disminuir los riesgos para que ocurra. Desde el enfoque del Fisioterapeuta Deportivo, es fundamental la evaluación de los deportistas para tener información adecuada y precisa que permita una toma de decisiones desde acciones preventivas hasta decisiones del retorno al deporte. La pretemporada en cualquier club, liga o equipo se caracteriza por que se realiza una evaluación a sus deportistas luego de interrumpir su competencia por finalización de temporada o competencias y llegan de un tiempo de descanso. Esta evaluación de pretemporada tiene 3 objetivos claros:

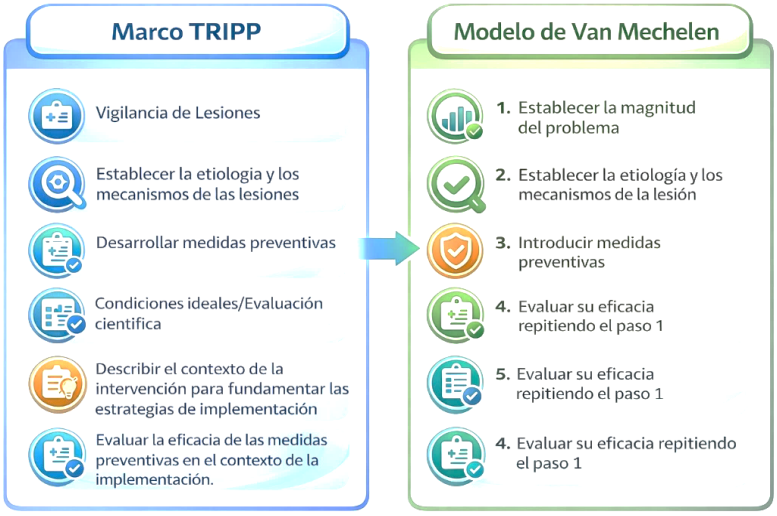
1) Identificar deportistas con mayor riesgo de lesiones relacionadas con su deporte.
2) Plantear intervenciones preventivas de acuerdo con estos hallazgos.
3) Establecer una línea de base de rendimiento que permita identificar progresiones o estancamientos deportivos.

Un estudio de Dallinga et al. sugirieron que algunas pruebas como la de equilibrio como la star excursion balance test, la relación simétrica entre los grupos musculares isquiotibiales y cuádriceps, y la disminución del rango de movimiento de aducción de cadera, podrían ser recomendadas como evidencia en la identificación de riesgo de lesiones de rodilla, isquiotibiales, ingle y tobillo (7).

El registro de la cantidad de lesiones es muy importante para los procesos de investigación en la prevención de lesiones deportivas, sin embargo, es trascendental tener información sobre los tiempos de exposición al deporte y de esta manera, entender el verdadero riesgo de lesiones. Para dar un ejemplo, se toman dos grupos de deportistas con el mismo número de lesiones. El grupo de intervención se expuso o compitió 1800 horas y el grupo control lo hizo 1100 horas, indicando que el grupo de intervención estuvo más expuesto al riesgo. Esto resalta la importancia de contar con el número de lesiones y combinar estos datos con datos de exposición y de esta manera poder calcular la tasa de lesiones, expresada comúnmente como el número de lesiones por cada 100 horas de participación. En este sentido, si los dos grupos reportan 30 lesiones, las tasas podrían ser de 6 y 12 lesiones por cada 1000 horas-deportista para ambos grupos de intervención y control respectivamente.

El marco TRIPP (Translating Research into Injury Prevention Practice) es una modificación del modelo de Van Mechelen, el cual, incorpora dos pasos adicionales para trasladar las estrategias de prevención de lesiones desde la eficacia confirmada hasta su ejecución. Estos pasos incluyen la comprensión del contexto real donde implementara la estrategia preventiva y evaluarla en ese contexto, considerando los factores como la edad, el nivel deportivo, tipo de deporte y la estructura organizativa en que se aplicó inicialmente (4).

Figura 2. *Marco TRIPP y Modelo de Van Mechelen*



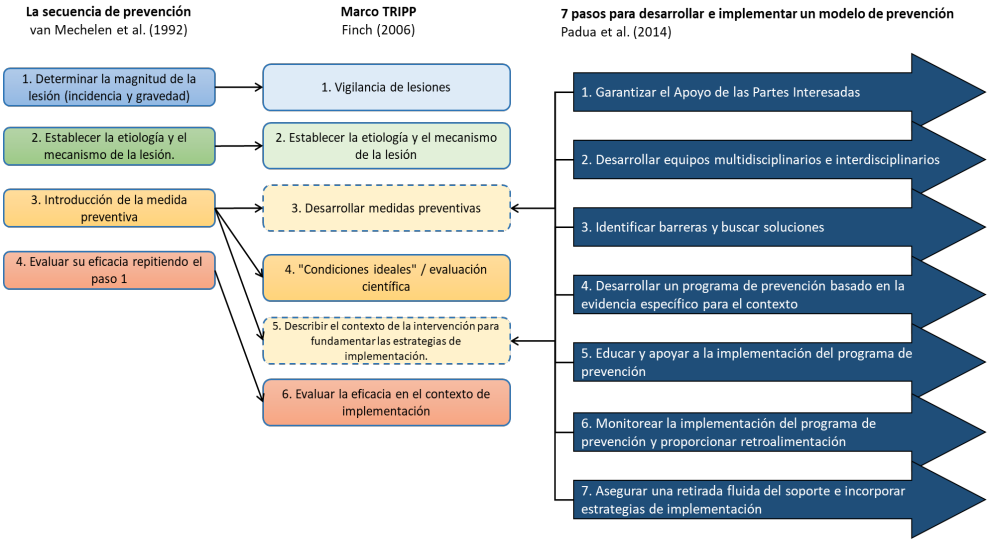
Fuente: Tomada y modificada de Emery(4) Imagen mejorada digitalmente utilizando [NotebookLM].

Se han identificado limitaciones en estos dos modelos como un carácter lineal, reduccionista o genérico, la falta de pasos operativos claros y la escasa consideración de cargas de trabajo de los deportistas. Es por esto por lo que los profesionales requieren modelos prácticos, simples, adaptados al contexto específico y que consideren desafíos reales de implementación y la naturaleza cíclica de la prevención.

El modelo TRIPP reconoce que por medio de la investigación adoptada por un grupo multidisciplinario relacionados con el deporte, existirá un impacto real en la prevención de lesiones. Aunque se ha realizado identificaciones claras de intervenciones eficaces, la difusión, implementación y adherencia suelen fracasar. Es por esta razón que existe la recomendación de determinar la factibilidad y el potencial de adopción antes de realizar ensayos, y así, evitar invertir en estrategias e intervenciones que no serán bien recibidas o acogidas por el grupo multidisciplinario (8).

Padua et al. (9), manifestaron que el marco TRIPP no proporciona una guía específica sobre las fases necesarias para desarrollar (Fase 3 del TRIPP) e implementar programas de prevención de lesiones (Fase 5 del TRIPP) que hayan demostrado ser efectivos. Por esta razón, propusieron siete pasos adicionales que enfatizan la inclusión de partes interesadas y la formación de equipos interdisciplinarios. Este proceso permite identificar barreras y proponer soluciones contextuales basadas en evidencia, incrementando la adopción, cumplimiento y mantenimiento del programa (9).

Figura 3. *Adaptación del modelo de siete pasos para el diseño e implementación efectivos de programas de prevención de lesiones*

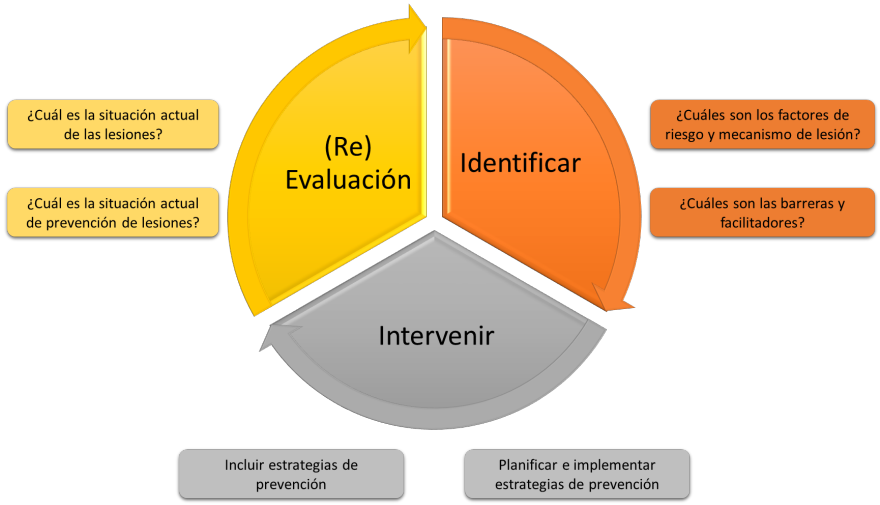


Fuente: Tomado y Modificado de Van Mechelen et al. (10), Finch (8) & Padua et al. (9)

Para el año 2018 se propuso y desarrolló un nuevo modelo denominado "Ciclo de Prevención de Lesiones en Deportes de Equipo (TIP) (11)", el cual fue diseñado por profesionales de la ciencia del deporte. Este modelo propone un ciclo continuo de tres pasos:

1) (Re) evaluar
2) Identificar
3) Intervenir

Figura 4. *Modelo de Ciclo de Prevención de Lesiones en Deportes de Equipo*



Fuente: Tomada y modificada de O'Brien (11)

Modelo de Ciclo de Prevención de Lesiones en Deportes de Equipo

Fase 1: (Re) Evaluación

Esta fase analiza la situación de las lesiones en un equipo, considerando el tipo, la frecuencia y la gravedad, además analiza las estrategias preventivas aplicadas o ausentes. En esta fase se evalúa los métodos basados en evidencia, con ejercicios específicos y la gestión de la carga de trabajo, recuperación y rotación de jugadores. Es clave conocer las percepciones del equipo sobre riesgos y prevención para orientar acciones en el futuro. La aplicación de las estrategias tiene en cuenta la frecuencia, dosis, intensidad y calidad. En la práctica, se registran datos y se emplean en cuestas para valorar impresiones o percepciones (11).

Fase 2: Identificar

Esta fase se enfoca en identificar factores de riesgo y los mecanismos de lesión, por medio de datos propios del equipo y evidencia científica. En esta fase se reconoce la complejidad multifactorial de las lesiones y la importancia de evaluar individualmente el riesgo de cada jugador y la modificación de dichos factores. En esta fase se identificar barreras y facilitadores que intervienen en la implementación de estrategias preventivas. Esta fase se pone en marcha

mediante discusiones grupales y encuestas que permiten identificar obstáculos y apoyos. Algunos obstáculos o barreras pueden ser la falta de tiempo para la implementación de estrategias preventivas y la resistencia de los entrenadores a cambios de filosofía de entrenamiento (11).

Fase 3: Intervenir

Esta fase planifica el contenido y la implementación de las estrategias preventivas, teniendo en cuenta la situación del equipo, factores de riesgo, barreras y facilitadores, además de la evidencia científica y experiencia previa. En esta fase se recomienda utilizar diferentes métodos como la dosificación de la carga, la recuperación y ejercicios específicos, con el objetivo de reflejar la naturaleza multifactorial de las lesiones. Aquí es importante integrar todos los miembros del grupo multidisciplinario (11).

Los programas de prevención de lesiones deportivas buscan reducir tanto la cantidad como la gravedad de las lesiones. La gravedad de las lesiones es un aspecto que permite evaluar las estrategias preventivas. Los aspectos fundamentales de la gravedad de la lesión son la naturaleza de la lesión, el tiempo de recuperación, la intervención médica requerida, la interrupción de la participación deportiva, las secuelas permanentes y los costos de intervención. Aunque el tiempo en días de baja deportiva son métricas comunes de gravedad, no necesariamente todas las lesiones resultan en interrupción de la práctica deportiva, por lo que se considera importante identificar otras medidas (2).

Con respecto a lo anterior, la ciencia ha proporcionado suficiente videncia acerca de los programas de prevención de lesiones por medio de ejercicios para disminuir la frecuencia y la gravedad de las lesiones, además de reducir la ausencia de los deportistas en entrenamientos y competencias. Sin embargo, estos estudios se centran especialmente en deportistas sub-elite, con falta de evidencia en deportistas adultos. Adicionalmente, al mencionar lesiones específicas como distensiones de isquiotibiales y tendinopatía rotuliana, las tasas de incidencia y prevalencia siguen siendo elevadas e incluso con aumento en los últimos años, a pesar de la aplicación de esfuerzos en su prevención (5).

El marco RE-AIM (Alcance, Efectividad, Adopción, Implementación y Mantenimiento) fue creado para evaluar de manera integral intervenciones considerando niveles como el individual, el ambiental y el político, además, también determinar la efectividad practica de la evidencia (12).

En las lesiones deportivas, el marco RE-AIM se convierta en una herramienta útil para estimar el impacto, destacando que la efectividad depende de una

implementación de alta calidad. La identificación de las limitaciones en la implementación y planificación de estrategias adecuadas, potencia los resultados de las intervenciones (13).

Tabla 1. *Descripción general del plan de transferencia de conocimientos* (KTS)

Pasos	Descripción
Paso 1: planteamiento del problema	Describa el problema tal como se presenta en la práctica en términos de: • Magnitud del problema • Gravedad del problema • Carga social • Contexto del problema
Paso 2: síntesis y descripción de la evidencia	Para toda la evidencia disponible, describa: • El beneficio para el individuo • El beneficio para la sociedad • El contexto de la evidencia • Las perspectivas y prácticas contemporáneas de la práctica y los profesionales
Paso 3: Grupo de transferencia de conocimiento	Establecer un Grupo de Trabajo de Investigación (GTI) compuesto por representantes de las principales partes interesadas, profesionales e investigadores con experiencia en la lesión o la evidencia disponible. Dentro del GTI, se debe analizar: • El planteamiento del problema (paso 1 del GTI) • La descripción de la evidencia (paso 2 del GTI) • La integridad del grupo • En caso de que el grupo identifique que faltan algunas partes interesadas o expertos clave, se pueden agregar al GTI.
Paso 4: Desarrollo del producto	Para el desarrol|o del producto KTS, describa: • Objetivo del producto • Grupo (s) objetivo (s) • Contexto del producto
Paso 5: evaluación	Evaluar el producto KTS dentro del marco RE-AIM (Glasgow et al., 1999): • Alcance • Efectividad • Adopción • Implementación • Mantenimiento

RE-AIM, Alcance, Efectividad, Adopción, Implementación y Mantenimiento; KTG, grupo de transferencia de conocimiento.

Fuente: Tomada y modificada de Corey (13)

La efectividad en la adopción de cualquier estrategia de prevención de lesiones deportivas mejora al existir un respaldo y fortalecimiento en la implementación de políticas específicas. Para lo cual, es fundamental el compromiso activo de cada profesional y persona involucrada. Adicionalmente, de recursos accesibles y simplificados para la prevención y manejo de lesiones (13).

De la Evidencia Científica a la Práctica: Desafíos para la Implementación de los Programas de Prevención de Lesiones Deportivas

Aunque los programas de prevención de lesiones han demostrado ser efectivos en estudios controlados, la aplicación en la práctica es limitada, lo que establece una necesidad de seguir progresando en las investigaciones acerca de la implementación que consideren el contexto particular y las bases teóricas consolidadas para entender cómo y por qué funcionan estos programas y cómo impactan en el comportamiento de los deportistas y grupo multidisciplinario (14). Es por esto por lo que existe una brecha entre la investigación y el comportamiento real de los deportistas, principalmente por la poca participación de expertos en contexto y procesos, lo que impide abordar factores interrelacionados necesarios para garantizar la efectividad en entornos reales. Adicionalmente, la validez interna no garantiza la validez externa, y la principal dificultad radica en pasar de la fase de desarrollo científico a la amplia adopción (15).

A pesar de lo anterior, algunos programas de prevención de lesiones no dan crédito a los resultados de las investigaciones y estos no se integran a dichos programas. A raíz de la evidencia que trae consigo los programas de prevención de lesiones, existe una falta de implementación, aceptación o desconocimiento, lo que implica una falta de continuidad a los programas (16). Gokeler et al. por medio de una revisión sobre el uso de principios de aprendizaje motor para mejorar los programas de prevención en lesiones de Ligamento Cruzado anterior (LCA), manifiestan que la falta de inclusión de estos principios se debe a la negativa a la adherencia (entrenadores y deportistas), restricciones de tiempo, el escepticismo a los programas y la falta de diversidad dinámica de los programas (16). Verhagen et al. establecen que la actitud ante esta falta de inclusión es un comportamiento que se convierte de por sí en riesgo de lesión deportiva, el cual, no es solo el entrenador, sino que también influye en el deportista, el equipo médico y el club (17).

El cumplimiento del programa en cuanto a la correcta aplicación por parte del deportista es fundamental para determinar su eficacia; no obstante,

influyen la motivación individual y la intervención de otros profesionales, por lo que el diseño debe ajustarse al entorno particular del deportista. Un mayor cumplimiento del programa tiene asociación directa con reducciones significativas en la tasa de lesiones (18,19,20). Sin embargo, la adherencia requiere cambios conductuales moldeados por factores ambientales, sociales y personales, y los largos periodos de seguimiento pueden causar pérdidas de participantes (21,22). Inclusive en los clubes de alto nivel, la adherencia es insuficiente, lo que demanda una mayor responsabilidad y gobernanza, especialmente en deportistas jóvenes (14).

Epidemiología de Lesiones Deportivas

A nivel mundial, las lesiones deportivas se reconocen como un problema de salud pública global y requieren acciones pertinentes que permitan ayudar a atenuar su impacto, problema que afecta a millones de deportistas y genera costos significativos para los sistemas de salud en diferentes países. Según la Enciclopedia Internacional de Salud Pública en su 2da edición, 5.2 millones de deportistas con un costo en la salud pública de 2.000 millones de dólares se registran en Australia; en Europa se identifica el 20% de las lesiones no mortales con un costo de 2.400 millones de dólares australianos. En Estados Unidos, los gastos de salud pública por lesiones deportivas son superiores a los 1.580 millones de dólares. Aun con el aumento de la incidencia y la identificación de las consecuencias de estas lesiones, la mayor cantidad de datos reportados tienen su origen de países del primer mundo y con un contexto elite deportivo, evidenciando una muy poca información de lesiones en entornos deportivos comunitarios (13).

Existe evidencia de que solo el 30% de las lesiones deportivas son registradas, lo que no le da valor a la carga real de estas lesiones (23). La importancia del registro de lesiones deportivas por los sistemas de salud permite una descripción oportuna de la tasa y los patrones de las lesiones deportivas. A esto se le suma una falta de consenso o definiciones claras sobre lo que representa una lesión deportiva, lo que complica de manera significativa la recopilación de los datos.

Las definiciones de lesión deportiva se han dado a partir de puntos de vista de los médicos, los deportistas y diferentes instituciones dedicadas al deporte, lo que ha conllevado a una incoherencia o una falta de definición estandarizada de lo que es una lesión deportiva, incluyendo variables como la pérdida de tiempo hasta la atención médica y cualquier queja física. Algunos estudios de lesiones deportivas la definen como “cualquier queja física (causada por una transferencia de energía

que excede la capacidad del cuerpo para mantener su integridad estructural y / o funcional) sostenida por un atleta durante una competencia o entrenamiento directamente relacionado con el deporte o la actividad de ejercicio investigada" (24), o la definición dada por Bahr et al. "La lesión es el daño tisular u otro trastorno de la función física normal debido a la participación en deportes, como resultado de la transferencia rápida o repetitiva de energía cinética" (25). Al no tener una definición consensuada de lo que es la lesión deportiva, que cada estudio incluye variables no observadas anteriormente y cada deporte tiene sus particularidades, se han desarrollado definiciones de lesión específicas para deportes concretos como en el criquet, la cual la definen como cualquier lesión u otra afección médica que: (a) impida que un jugador esté completamente disponible para la selección en un partido importante o (b) durante un partido importante, le impida batear, lanzar o mantener el wicket cuando así lo exijan las reglas o el capitán del equipo (26); y el futbol, la cual la definen como cualquier queja física sufrida por un jugador que resulta de un partido o entrenamiento de fútbol, independientemente de la necesidad de atención médica o el tiempo de ausencia de las actividades futbolísticas (27).

Otro factor que afecta es la variabilidad en la manera de estandarizar las tasas (por cada 1000 participantes, por cada 1000 horas, tiempo perdido de participación), datos que varían ampliamente y a menudo los datos poblacionales no se reportan anualmente, lo que dificulta la comprensión del impacto de las lesiones deportivas o monitorear las tendencias a lo largo del tiempo (13).

Características Fisiológicas, Biomecánicas y Epidemiologia

Para poder contextualizar la epidemiologia de las lesiones deportivas, es importante entender las necesidades tanto fisiológicas como biomecánicas de cada disciplina. En este apartado se relacionarán de algunas disciplinas deportivas sus características y posteriormente, con base en esa información, se relacionará su epidemiologia.

- **Baloncesto:** este deporte fue creado en 1891 en Estados Unidos. Es un deporte olímpico que presenta dos equipos de cinco jugadores cada uno en una cancha de 28x15mts. De acuerdo con la federación Internacional de Baloncesto (FIBA), la intención de este deporte es anotar la mayor cantidad de puntos lanzando un balón a un aro que se encuentra a 3,05mts de altura. Cada juego se da en cuatro o dos periodos (dependiendo de la región) de 10 o 12 minutos cada periodo. Las demandas fisiológicas y biomecánicas son significativas, con alrededor de 1000 movimientos en cada partido, donde

cada 2-3 segundos el jugador realiza cambios de dirección, recorren un promedio de 5 a 6 km, realizan 45 saltos por partido, y reciben alrededor de 8 impactos que superan los 5G por minuto, se convierten en variables que aumentan el riesgo de lesiones. Los análisis investigativos señalan que los deportistas que practican baloncesto tienen un VO_2max de entre 45 y 50 ml/min/kg y una frecuencia cardiaca promediando el 90% durante el juego, dándole importancia a la intensidad del juego (28).

Un estudio observacional descriptivo llevado a cabo durante cuatro temporadas (2020-2024) en un equipo de la liga ACB de España, donde participaron 33 jugadores en competencias ACB y Liga de Campeones FIBA. Se obtuvo un registro de 102 lesiones, con un promedio de 25,5 por temporada y una Tasa de Incidencia (TI) de 5,63 lesiones por cada 1000 horas. La TI fue mayor durante partidos de competencia (122,28/1000horas) en comparación con los entrenamientos (3,05/1000horas). Las lesiones sin contacto fueron las más comunes, siendo las leves (1-7 días de perdida) el 68,6% del total. NO obstante, las lesiones graves (>28 días de perdida), aunque con menos frecuencia (16,7%), provocaron una pérdida acumulada de 891 días de actividad. Las lesiones musculares fueron del 42% del total de lesiones, con afectaciones principalmente en isquiotibiales y el tendón de Aquiles, seguidas de lesiones articulares con un 14,7% y las ligamentosas en un 10,7%. La pierna inferior fue la zona más afectada, con una carga de lesiones de 18,61dias/1000horas. Los jugadores con edades entre los 23 y 28 años experimentaron la mayor cantidad de lesiones con un 58,82%. En cuanto al impacto económico, el costo total fue de 843.000€ (29).

- **Ciclismo**: es un deporte de alta exigencia física. Las competencias llegan a durar incluso 7 horas, generando un gasto energético que puede llegar a las 7500kcal al día. Dentro de las características físico-atléticas, la práctica del ciclismo requiere de fuerza, equilibrio y coordinación. Un ajuste adecuado de la bicicleta logra permitir un rango de movimiento articular optimo en cadera de 28° a 90°, la rodilla de 37° a 111° y en el tobillo de 53° a 103° de flexión plantar. En el ciclo de pedaleo se dan dos momentos o fases: la fase de potencia (0° a 180°) donde predominan los músculos glúteo mayor y cuádriceps y, la fase de recuperación (180° a 360°) donde intervienen el psoas iliaco y el recto femoral. Durante el pedaleo, los isquiotibiales también se activan, y los músculos gastrocnemio y sóleo tienen una importante participación, siendo el gastrocnemio el que tiene el período de contracción más prolongado. Las lesiones de este deporte se dividen en traumáticas y por sobreuso, de acuerdo al mecanismo de lesión.

Se ha demostrado que entre el 40% y el 54% de las lesiones en el ciclismo son traumáticas, donde las abrasiones y las laceraciones cutáneas son las más comunes con datos de 59% a 67%. Las fracturas representan del 21% al 27% de las lesiones, las clavículas de 17% a un 27%, las muñecas de un 6% a un 12% y las costillas de un 3% a un 8% (30). En las lesiones por sobreuso, la tendinopatía de rodilla es la más reportada con un 17%-29% en la rodilla y un 8%-15% en el tendón de Aquiles. En un estudio de 109 ciclistas profesionales, la lumbalgia (58%) y el dolor anterior de rodilla (36%) fueron las lesiones más prevalentes (31). Las lesiones por sobreuso son más comunes en ciclistas profesionales, incluyendo molestias musculoesqueléticas, perineales y genitales.

La tendinopatía es la más reportada, con un 17%-29% en la rodilla, un 8%-25% en el tendón de Aquiles (32). La tasa de lesiones traumáticas en ciclistas se ha duplicado desde los años 80 hasta 2003-2009 (32).

- **Formula 1:** es la competencia más prestigiosa de monoplazas a nivel mundial, la cual es organizada por la Federación Internacional del Automóvil (FIA). El campeonato de fórmula 1 se caracteriza porque los ingenieros desarrollan un vehículo de alto rendimiento, donde incorporan tecnologías avanzadas en mecánica, electrónica y aerodinámica, permitiendo así mejorar también la seguridad y el rendimiento de los monoplazas y en la industria automotriz. En esta competencia se juega el rendimiento tanto de los ingenieros como del piloto. Los pilotos deben tener habilidades excepcionales, un control motor preciso, una atención aguda y tiempos de reacción muy cortos. Durante la competencia, los pilotos se enfrentan a riesgos importantes que incluyen colisiones y lesiones derivadas del sobreuso en el sistema musculoesquelético.

  Este campeonato se desarrolla en diversas carreras en varios continentes, con un calendario que puede cambiar cada año según los acuerdos de la FIA. La participación es de equipos o marcas internacionales y cada equipo compite con dos monoplazas cada uno con su respectivo piloto. Cada temporada la FIA ajusta las regulaciones técnicas, las cuales los equipos desarrollan el monoplaza de acuerdo a esas regulaciones que repercuten en la configuración del auto. Cada carrera tiene una duración aproximada de 2 horas, donde cubren una distancia de 305 kilómetros, recorrido que se adecua a la longitud de la pista en el número de vueltas.

  Los pilotos de Formula 1 se enfrentan exigencias fisiológicas y biomecánicas importantes que ponen a prueba sus capacidades en cada carrera. Los

pilotos aceleran el monoplaza a velocidades que superan los 300km/h, manteniendo un alto nivel de control y concentración.

Las fuerzas generadas por el agarre de los neumáticos y la carga aerodinámica, los pilotos experimentan fuerzas que se pueden multiplicar por tres o seis veces más la gravedad (G). Este entorno tan dinámico exige que los pilotos mantengan una postura adecuada y realicen contracciones musculares sostenidas para controlar su cuerpo frente a estas fuerzas. La cabina del monoplaza experimenta vibraciones intensas, temperaturas extremas y una comunicación constante con el equipo, incrementando la carga cognitiva y la atención necesaria para maniobrar el auto. A esto hay que sumarle que los desplazamientos continentales llevan consigo los efectos del jet lag y las variaciones en la nutrición, así como las condiciones climáticas de cada país que acoge el gran premio (33).

La FIA implemento la Base de Datos Mundial de Accidentes (WADB por sus siglas en inglés) para recopilar información crítica sobre accidentes graves, incluyendo variables como la velocidad, aceleración y consecuencias médicas. En 2004 un estudio de la British Journal of Sports Medicine, reporto una tasa de incidencia de lesiones de 1,2 por 1000 competidores por carreras en monoplazas. Las lesiones más comunes son hematomas con un 58% y esguinces de cuello con un 34%, mientras que las abrasiones y conmociones cerebrales fueron menos frecuentes con un 2% respectivamente. El cuello fue la región más afectada, seguida de las extremidades inferiores y superiores (34).

- **Voleibol**: Practicado por un aproximado de 200 millones de personas, se inventó en 1895 por William G. Morgan en la Asociación Cristiana de Jóvenes (YMCA por sus siglas en ingles) de Holyoke, Massachusetts, como un deporte de interior para evitar el rigor del baloncesto. Originalmente fue nombrado como “mintonette”, pero fue rebautizado como “voleibol” por un profesor de Sprinfield College. Las primeras reglas se dictaron en 1897. Este juego tomo fuerza en EE. UU. y se introdujo rápidamente en otros países, siendo regulado por la YMCA y la Asociación Nacional de Atletismo Universitario (NCAA) en 1916. La Federación Internacional de Volley Ball (FIVB) se fundó en 1947 y las competencias internacionales iniciaron en 1913. Este deporte se incluyó como deporte olímpico en 1964 en los juegos de Tokio. El Voleibol se juega sobre una cancha de 9mts de ancho por 18mts de largo, dividida por una línea central que crea dos áreas de juego iguales. Los jugadores no pueden cruzar esta línea mientras el balón esté en juego. A 3 m de la línea central, hay otra línea que marca el límite a partir del cual

los jugadores de la zona trasera no pueden rematar el balón sobre la red. La red, situada en el centro, tiene una altura de 2,4 m para hombres y 2,2 m para mujeres. Cada lado de la red presenta una antena vertical de 1 m para ayudar a los árbitros a determinar si el balón está en juego. Cada equipo consta de seis jugadores: tres en ataque y tres en defensa (35).

En la biomecánica aplicada en el voleibol se enfatiza la relevancia de las articulaciones, con especial atención en tobillos, rodillas y hombros, en respuesta a las exigencias del deporte. Se debe comprender las habilidades biomecánicas no solo para la mejora del rendimiento, sino que también para reducir el riesgo de lesiones. El salto es esencial para acciones como el gesto del saque, remate y bloqueo (36). La función muscular es clave. La fuerza o tensión muscular se transmite al hueso por medio del tendón y esta, se transmite al suelo y este proceso se condiciona por las propiedades musculares y la superficie de salto, que puede optimizarse con entrenamiento específico (35). La técnica de salto incluye elementos como el contramovimiento y el balanceo de brazos, lo cual impacta de manera significativa en la altura del salto. Un contramovimiento aumenta la altura en un 7%, mientras que el balanceo de brazos puede incrementar entre un 19% a 23% al elevar el centro de masa y optimizar la generación de la fuerza, donde el tipo de superficie influye: los saltos realizados en arena son u n14% más bajos que en superficies rígidas, debido a la absorción de energía por la arena, lo que puede aumentar el estrés en las articulaciones en superficies duras (35).

En cuanto a la epidemiologia, las lesiones deportivas tienen efectos negativos tanto para los deportistas como para los clubes, lo que implica la importancia de entender la frecuencia y ubicación de las lesiones (37). La prevalencia de lesiones musculoesqueléticas en el voleibol es de 10,7 por cada 1000 horas jugadas, afectando principalmente a las articulaciones como el tobillo, la rodilla y el hombro, donde las lesiones agudas son comunes en el tobillo y las lesiones por sobre uso en hombro y rodilla (38,39). Un análisis del Sistema de vigilancia de Lesiones FIVB reporto 440 lesiones de un total de 2640 informes analizados (38). De estas lesiones, el 62,5% ocurrió en competencia y el 37,5% en entrenamientos, aunque la mayoría de las lesiones fueron leves, se anticipó que 10 llevaran a ausencias de más de 4 semanas, la mayoría sucedieron en competencia. Las lesiones más comunes afectaron al tobillo en un 25,9%, la rodilla un 15,2% y dedos con un 10,7%. Los esguinces articulares (32,5%) fueron más frecuentes, seguidos de distensiones musculares (14,1%) (40). A pesar de

que esta disciplina deportiva tiene menos lesiones en comparación con otros deportes, es importante la implementación de herramientas para cuantificar y desarrollar estrategias que reduzcan estas incidencias, las cuales, deberán incluir medidas preventivas y un entendimiento claro de la incidencia y etiología de las lesiones, lo que es esencial para aplicar acciones orientadas al grupo especifico de los deportistas (41).

- **Tenis de Campo:** Este deporte surgió en el siglo XIX de la mano de Harry Gem y Augurio Perera. Es una fusión de conceptos de un juego de raqueta y la pelota vasco-hispana. Actualmente es un deporte que ha alcanzado el estatus de olímpico, el cual, captura la atención de millones de deportistas y seguidores en todo el mundo. Los juegos se desarrollan tanto a nivel individual como en parejas (dobles) y pueden desarrollarse en múltiples tipos de superficies, incluyendo hierba, tierra batida y canchas duras de hormigón. Una característica notable del tenis es la falta de un tiempo de duración establecido en los juegos, los cuales, pueden alargarse durante varias horas y se estructuran en sets. Para los juegos de hombres, se compite donde el ganador es aquel que logre tres de cinco sets en torneos de Grand Slam, mientras que para los juegos femeninos, se cambia a dos de tres sets. Los cuatro torneos de Grand Slam son el Autralian Open (canchas duras), el French Open (canchas de arcilla), Wimbledon (canchas de hierba) y el US Open (canchas duras) (42).

  La técnica y la biomecánica en el tenis son esenciales para ejecución de los gestos. El saque como movimiento complejo involucra al cuerpo entero y se realiza mediante una cadena cinética que desarrolla y coordina la fuerza de manera secuencial y específica para la tarea. Una Cadena Cinética es una interacción compleja especifica de la tarea de diferentes segmentos corporales o enlaces activados secuencialmente para producir un patrón de movimiento funcional y su eficiencia permite la transferencia de energía secuencial apropiada desde los segmentos corporales proximales (tronco y miembros inferiores) a los distales (hombro, codo) con un mínimo consumo de energía, cargas articulares reducidas, velocidad optima y producción de fuerza optima durante el movimiento (43). La cadena cinética comprometida en el tenis se compone de tres elementos clave: anatomía optimizada, fisiología optimizada (que incluye flexibilidad, fuerza y activación muscular), y mecánica optimizada (con fuerzas distribuidas de manera secuencial). Esta cadena cinética implica ocho posiciones importantes como el posicionamiento adecuado de los pies, flexión de rodilla mayor a 15°, contrarotación de la cadera, lordosis

controlada, retracción escapular, un movimiento escapulohumeral armonioso, y adecuada rotación y pronación del hombro (42).

El saque es considerado el golpe más potente en el tenis y el tronco juega un papel crucial en la transferencia de energía , actuando como un vínculo mecánico entre las extremidades inferiores y superiores (44).

Dados que los juegos en el tenis no tienen un tiempo límite y pueden extenderse por horas, su epidemiologia se torna compleja. En este deporte, la exigencia aeróbica como anaeróbica es alta. Se involucra toda la cadena cinética, llevando a un alto índice de lesiones, que pueden ser crónicas debido al sobreuso o traumáticas. Las lesiones por sobreuso correspondientes al 61,4% son más comunes, afectando principalmente los miembros superiores en un 45,9%, e incluyen afectaciones como tendinopatías y epicondilitis. Las lesiones agudas por su parte afectan mayormente los miembros inferiores, incluyendo esguinces y tendinopatías (45).

A nivel histórico, los estudios de lesiones en tenis son limitados por la ausencia de consenso en la notificación de datos, consenso desarrollado en 2009, en donde se recomendó reportar lesiones cada 1000 horas de juego (46). En un estudio de Gescheit et al. se investigó la incidencia de las lesiones, la región y el costo del tratamiento incurrido por los tenistas en el US Open 2011-2016. Para este estudio, la incidencia de determino como la lesión que requirió una consulta médica durante el torneo. Durante estas temporadas se registraron un total de 773 lesiones (387 en hombres y 386 en mujeres). En comparación con los hombres, las mujeres presentaron una mayor tasa de lesiones por cada 10,000 horas de juego. Las áreas más afectadas incluían el hombro (106,8 por cada 10,000 horas de juego, con un 12,4%), la muñeca (84 con un 9,8%), el pie (80,9 con un 9,3%) y la rodilla (79,9 con un 9,3%). Para los hombres, las lesiones más comunes fueron en la rodilla (69,7 con un 12,7%), el pie (50,9 con un 9,3%), el tobillo (48,1 con un 8,8%) y el hombro (44,2 con un 8%). Las lesiones en el cuello (16), tobillo (12) y tronco/abdominal (11) tuvieron los costos de tratamiento más altos para las mujeres, mientras que para los hombres, las lesiones de columna torácica (15 en promedio por lesión), columna lumbar (13) y cuello (11) mostraron costos elevados (47). Las lesiones en el codo se concentran en epicondilitis lateral y medial, siendo la incidencia de epicondilitis lateral (codo de tenista) elevada en jugadores recreativos, estimada entre el 37% y el 57%, principalmente por la sobrecarga en golpes de fondo revés. Por otro lado, los jugadores de élite tienden a presentar más casos de epicondilitis medial debido a la carga derivada de los golpes de saque y derecha.

Además, el tenis se juega en diversas superficies, cada una con diferentes coeficientes de fricción y capacidades de absorción, lo que influye en el tipo y la frecuencia de lesiones. Las canchas duras presentan la menor absorción e implican cargas más altas debido a un menor deslizamiento, además de generar velocidades de pelota más altas, contribuyendo al riesgo de lesiones en las extremidades superiores. Según datos de la Copa Davis, el 75% de las lesiones se produjeron en canchas duras. En contraste, las canchas de tierra batida ofrecen mejor absorción y menor fricción, lo que reduce la velocidad de la pelota, aunque su menor coeficiente de fricción puede ocasionar más deslizamientos y elevar el riesgo de lesiones (42).

- **Atletismo:** Como Atletismo Olímpico incluye diferentes modalidades como los sprints que implican correr a máxima velocidad distancias de 400mts. Los esfuerzos de los atletas de esta disciplina generan esfuerzos que pueden causar lesiones musculoesqueléticas que impactan los músculos, tendones, huesos y otros tejidos, de forma aguda o por sobreuso. Estas afecciones musculoesqueléticas afectan el rendimiento deportivo como la vida cotidiana de los deportistas, lo que es importante realizar una gestión adecuada con estrategias de prevención primaria y secundaria. Los Sprints, a nivel histórico, se iniciaron en los Juegos Olímpicos Antiguos con la carrera "Stade" de 192mts, progresando después a distancias de 100yardas y, desde 1896, los 100mts oficiales. En todas las pruebas, los deportistas o corredores en carriles individuales. Los tiempos se miden desde el disparo de salida hasta el cruce de meta, y una reacción menor a 0,1s se evalúa como salida falsa que conlleva descalificación del infractor (48).

  Las exigencias tanto fisiológicas como biomecánicas en los sprints son importantes para mejorar el rendimiento y prevenir lesiones. Los sprints se dividen en cuatro fases: 1) salida desde los tacos, 2) aceleración, 3) velocidad constante y desaceleración. La salida exige integración neuromotora rápida y alcanza cerca del 30% de la velocidad máxima en menos de 0,4s. en la aceleración, la fuerza horizontal, especialmente de los extensores de cadera, es fundamental para el rendimiento (49). Durante la velocidad constante, la eficiencia en propulsión mejora gracias a eventos antes y durante el frenado, mientras que en la desaceleración el objetivo es mantener la fuerza para limitar la pérdida de velocidad. La energía proviene principalmente de sistemas anaeróbicos aláctico y láctico, sin embargo, el rendimiento depende especialmente de factores mecánicos como la fuerza, la potencia, la rigidez y la integración de fibras musculares (48).

Prevención Primaria y Secundaria

En las últimas tres décadas, se ha acumulado evidencia sobre la efectividad de las medidas preventivas para lesiones deportivas y recidivas (*definidas como una lesión del mismo tipo y en el mismo sitio que una lesión índice en el año precedente*). Sin embargo, pese a la disponibilidad de intervenciones efectivas basadas en ejercicio que reducen significativamente las lesiones (más del 40% en jóvenes atletas), la adherencia y adopción siguen siendo limitadas (50,15). Para abordar esta problemática, es esencial implementar estrategias integrales que incluyan vigilancia de lesiones, coordinación con el personal técnico, evaluaciones periódicas y programas preventivos, garantizando una participación segura y efectiva en la actividad física para maximizar beneficios de salud y rendimiento, y reducir el impacto social y económico de las lesiones (14).

Factores de Riesgo Predisponentes y Mecanismos de Lesión

Los factores que predisponen a un deportista a lesionarse incluyen aspectos anatómicos, biomecánicos, neuromusculares, ambientales, hormonales y genéticos, clasificándose en intrínsecos (propios del cuerpo) y extrínsecos (externos), y también en modificables y no modificables. Estos factores interactúan, aumentando la susceptibilidad a lesiones (51, 52). Entre los intrínsecos destacan antecedentes de lesión, edad, sexo, fuerza y control neuromuscular alterados, y características estructurales; mientras que los extrínsecos comprenden condiciones ambientales, tipo de superficie, volumen y calidad de entrenamiento, posición en el juego y uso del equipo. Sin embargo, estos no causan lesiones directamente, sino que incrementan el riesgo antes de que ocurra un evento desencadenante que junta múltiples factores como la situación de juego y la interacción con oponentes (53).

En cuanto a la prevención de lesiones deportivas, inicialmente se emplearon modelos lineales que relacionaban un factor de riesgo con la lesión, pero luego se reconoció que las lesiones resultan de una interacción compleja de múltiples factores, dando paso a modelos multifactoriales (54, 55).

Actualmente, la relación entre la carga de entrenamiento y la lesión, especialmente mediante la razón carga aguda-crónica (*carga de una semana en relación a las cuatro semanas previas*), ha ganado relevancia como factor de riesgo principal (37). Esta razón debe usarse para guiar decisiones sobre el riesgo de lesión, evitando picos de carga que pueden aumentar la fatiga y el riesgo, mientras un entrenamiento constante puede favorecer la resiliencia y protección contra lesiones (37, 56, 57, 58).

Además, esta consideración se aplica tanto a nivel individual como a la planificación del equipo, con guías específicas disponibles para monitorear la carga en diferentes deportes (59, 60, 61).

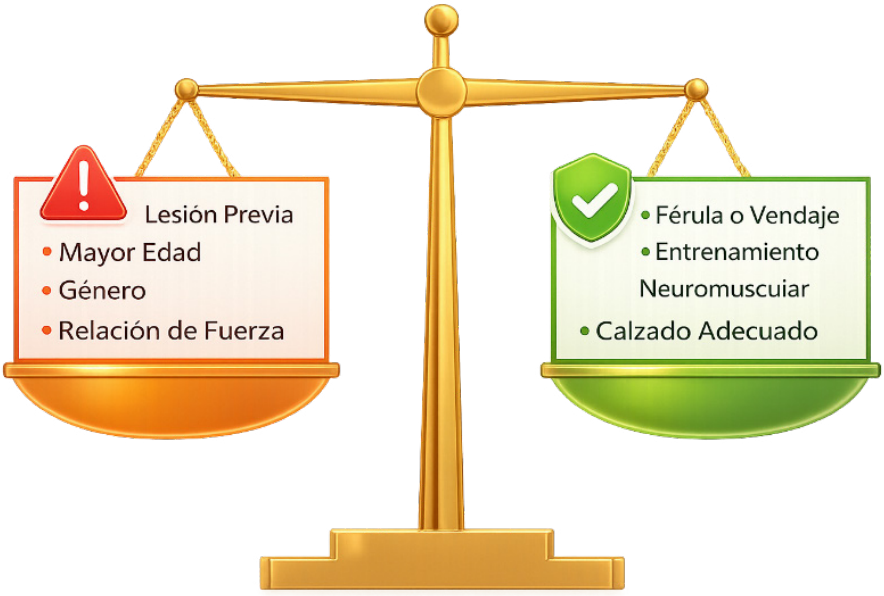
La prevención de lesiones deportivas requiere de la medición de la incidencia y gravedad de estas de manera precisa para determinar riesgos mediante matrices que involucran probabilidad y severidad, favoreciendo una gestión eficaz en el deporte. A pesar de que el deporte tiene múltiples beneficios, también trae riesgos de lesión que pueden provocar el ausentismo laboral, académico o deportivo y con ello la deserción, lo que implica una afectación de la salud sustancialmente. Por ello, el desarrollo de programas con evidencia científica, adaptados a las diferentes comunidades, que se centren en la adherencia, que consideren la relación compleja de los factores de riesgo internos y externos (14), permitirán reducir de manera importante la ocurrencia de lesiones deportivas.

Situaciones que desencadenan una lesión como una superficie con déficit en el coeficiente de fricción que afecta el agarre, un terreno blando o resbaladizo o incluso el contacto con un compañero, adversario u objetos, son el último eslabón en la cadena de la causalidad (62), donde su análisis donde se incluya las características del deportista y el entorno deportivo es fundamental para la implementación de medidas preventivas (53).

Etiología

La etiología o causa de las lesiones deportivas es compleja y está influida por múltiples factores tanto perjudiciales como protectores. Aunque los factores de riesgo intrínsecos y extrínsecos contribuyen, no explican en su totalidad su origen. Un modelo desarrollado por Meeuwisse et al. (63) y mejorado por Bahr y Krosshaug (53), plantea que un deportista con predisposición intrínseca, al exponerse a factores extrínsecos durante la práctica deportiva, incrementa su vulnerabilidad a una lesión, la cual ocurre por un mecanismo especifico en el modelo del daño (53).

Figura 5. *Factores nocivos y protectores observados en diferentes tipos de lesiones deportivas*

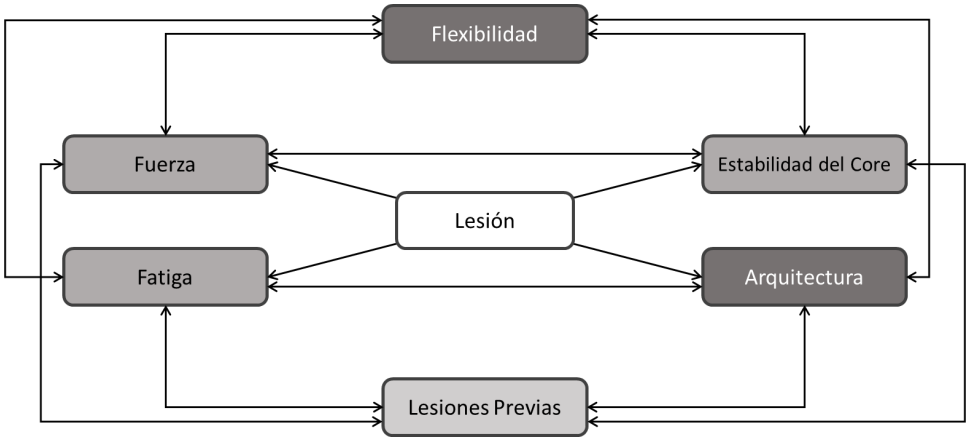


Fuente: Tomada y modificada de Sundemo et al. (64)

Este mecanismo no solo involucra movimientos biomecánicos, sino también habilidades específicas, interacciones entre jugadores y posiciones en el campo (53, 65). Por tanto, la comprensión solo de los factores de riesgo es insuficiente, siendo fundamental analizar también los mecanismos de lesión. Los mecanismos de lesión suelen ser difíciles de analizar debido a que guardar gran dependencia de las experiencias y manifestaciones subjetivas y emocionales del deportista, por lo que se sugiere la aplicación de análisis de video para una evaluación más objetiva.

Ante la diversidad de factores involucrados, la etiología de las lesiones se comprende mejor a través de modelos multifactoriales con relaciones no lineales, donde varios factores interactúan para determinar el riesgo final de lesión, sin que un único factor cause directamente la lesión (66).

Figura 6. *Enfoque multifactorial no lineal para la evaluación del riesgo de lesiones en los músculos isquiotibiales*



Fuente: Tomada y modificada de Sundemo et al. (64)

Prevención Primaria

La prevención primaria de lesiones deportivas ha evolucionado considerablemente desde el primer ensayo controlado aleatorizado realizado en 1983 a 180 jugadores de futbol, en el que se evidencio una disminución del 75% en la tasa de lesiones gracias a un programa específico (14).

Los programas multimodales actualmente incluyen ejercicios de fortalecimiento muscular, acondicionamiento, pliometría, control motor y movilidad especifica, diseñados para mejorar la salud general, prevenir lesiones y optimizar el rendimiento, adaptándose al sexo, deporte o posición, y suelen reemplazar el calentamiento tradicional para facilitar su cumplimiento (67,68).

Estos programas basados en ejercicios han demostrado disminuir la incidencia y severidad de lesiones en miembros superiores e inferiores en las diferentes disciplinas deportivas, mejorando características neuromusculares como el equilibrio, la estabilidad, la fuerza y la velocidad (69). La combinación adecuada de elementos de entrenamiento en los programas multimodales aún no se ha definido con claridad. Es por ello por lo que los programas de prevención de lesiones como el FIFA11+, PEP, IPEP y el Programa de prevención de Lesiones de hombro (OSTRC por sus siglas en ingles), pueden ser mejorados

de forma abierta, incorporando uno o más ejercicios o componentes basados en evidencia científica. Para dar un ejemplo a lo anterior, Harøy et al. propusieron añadir el Programa de Fortalecimiento de Aductores al programa multimodal FIFA11+ para respetar el principio de especificidad del ejercicio, dado que este enfoque mejora la fuerza excéntrica de los aductores y disminuye en un 41% la probabilidad de presentar problemas en la ingle entre futbolistas, gracias al ejercicio Copenhagen Adduction (70).

Programa de Entrenamiento Neuromuscular FIFA 11+

El Programa de Entrenamiento Neuromuscular FIFA 11+, el cual fue desarrollado por el Centro de Evaluación e Investigación Médica de la FIFA en colaboración con el OSTRC y la Fundación de Medicina Deportiva de Santa Mónica (SMSMF por sus siglas en ingles), se caracteriza por incluir 15 ejercicios estructurados que incluyen estabilización del Core, entrenamiento excéntrico de los músculos del muslo, entrenamiento propioceptivo, estabilización dinámica y ejercicios pliométricos, los cuales se realizan con énfasis en la alineación postural. El FIFA 11+ ha demostrado una reducción del 39% de las lesiones de futbol en jugadores de ambos sexos, adolescentes y adultos (71).

Programa de Prevención de Lesiones y Mejora del Rendimiento (PEP)

Hacia el año 2000, la SMSMF implemento el Programa de Prevención de Lesiones y Mejora del Rendimiento (PEP), el cual se enfoca en mejorar las técnicas adecuadas de aterrizaje, corte y desaceleración. Este programa tiene una duración de 20 minutos y puede reemplazar el calentamiento convencional. Se ha demostrado reducciones del 88% en las lesiones de LCA en jugadoras juveniles de futbol americano competitivo; así mismo, disminución del 50% en las lesiones agudas de rodilla o tobillo, con una reducción mayor en lesiones graves, en grupos de balonmano femenino (14). Las intervenciones anteriores se basaron en un programa estructurado de calentamiento diseñado para optimizar la técnica de carrera, cortes y aterrizajes, además de mejorar el control neuromuscular, el equilibrio y la fuerza (14).

Programa de Ejercicios para la prevención de Lesiones de Rodilla (IPEP)

En Suecia, el Programa de Ejercicios para la prevención de Lesiones de Rodilla (IPEP), fue creado por la Asociación sueca de Futbol hacia el año 2008, junto con la compañía de Seguros Folksam, con la intención de reducir la frecuencia

de lesiones graves de rodilla. Este programa incluye seis ejercicios principales enfocados en el control neuromuscular, técnicas de aterrizaje y corte, fortalecimiento del Core y de las extremidades inferiores así como la correcta alineación de los miembros inferiores. Cada ejercicio dispone de cuatro niveles de progresión y el programa completo se realiza en aproximadamente 15 minutos (14). Un Ensayo Clínico Aleatorizado de gran escala, el cual, fue el mayor ensayo realizado en prevención de lesiones deportivas, analizo a 230 clubes y a sus 4564 jugadores. Los resultados mostraron una reducción del 64% en la incidencia de lesiones del LCA en el grupo que siguió la intervención, además de una disminución del 82% en lesiones graves de rodilla y un descenso del 47% en cualquier tipo de lesión aguda en la rodilla. La adherencia al programa fue un factor importante para obtener estos resultados (72).

Como ejemplo de prevención de lesiones deportivas, a continuación, relacionamos evidencia sobre la prevención de lesiones musculares. Se toma de base el modelo clásico de cuatro pasos como base de la investigación en prevención de lesiones deportivas dentro de un marco lineal.

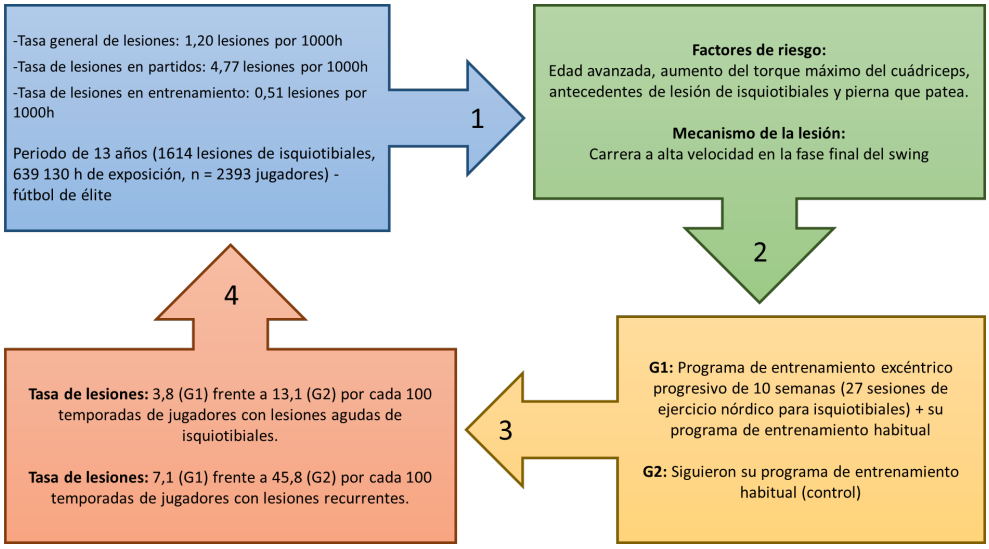
Las lesiones musculares representan más del 30% de las lesiones que generan pérdida de tiempo y de participación en el futbol profesional en Europa, siendo los isquiotibiales los más afectados con un 12% del total de los reportes (73). En un equipo de 25 juradores, se esperan aproximadamente de 5 a 6 lesiones de isquiotibiales por temporada, con una carga de lesión media de casi 20 días por cada 1000 horas de exposición (73, 74), lo que genera un alto impacto económico, alrededor de 500,000 € por mes lesionado de un jugador que es titular (75). Desde el año 2001, la incidencia y carga de estas lesiones ha ido en aumento (74), y las recaídas son más frecuentes en el bíceps femoral (76).

Existe evidencia que vincula la edad avanzada, un mayor pico de torque en el cuádriceps, antecedentes de lesiones previas en los isquiotibiales y la pierna utilizada para golpear con un aumento del riesgo de sufrir distensiones en los isquiotibiales durante la práctica deportiva (77), al igual que un trauma inicial mayor, lesiones grado 1 y reconstrucción previa de LCA (14). Las lesiones musculares directas causadas por un traumatismo externo no son prevenibles, mientras que las indirectas, especialmente las ocurridas en fases de alta velocidad al correr, pueden clasificarse en funcionales o estructurales y tienen mecanismos característicos como el tipo de sprint o estiramiento (78, 79).

Aunque el ejercicio nórdico reduce el riesgo de lesiones en isquiotibiales en un 59% y presenta muy buena adherencia en el fútbol amateur, su uso en fútbol profesional aún es limitado y no actúa directamente sobre el principal

mecanismo de lesión que es la carrera de alta velocidad (80, 81). Ante esto, es recomendable complementar esta prevención con ejercicios para mejorar la estabilidad del Core y la pelvis, que ayudan a reducir la rigidez de los isquiotibiales y a mantener la estabilidad pélvica, dado que la rigidez en los flexores de cadera provoca una inhibición recíproca del glúteo mayor y un predominio sinérgico de los isquiotibiales. Asimismo, al trabajar con jugadores que realizan un volumen elevado de carreras a alta velocidad es esencial garantizar un adecuado balance entre la carga aguda y crónica de trabajo, controlar la fatiga, que suele deberse a una recuperación insuficiente, y evitar picos bruscos en la carga para prevenir estas lesiones (82, 83).

Figura 7. *Modelo de prevención de lesiones en cuatro etapas aplicado a las lesiones de isquiotibiales*



Nota. (1) establecer el alcance del problema de la lesión deportiva; (2) establecer la etiología y el mecanismo de la lesión; (3) introducir medidas preventivas; (4) evaluar su eficacia repitiendo el paso 1.

Fuente: Tomada y modificada de Pereira et al. (14)

Prevención Secundaria

Este tipo de prevención es fundamental ante las situaciones donde los deportistas rehabilitados y recuperados, presentan un riesgo alto de una nueva lesión en comparación con los deportistas no lesionados. Los deportistas jóvenes que regresan al deporte posterior a una Reconstrucción de LCA, presentan entre 30

y 40 veces más probabilidades de sufrir una nueva lesión de LCA (84), la cual suele ser más grave (85).

El manejo basado en la evidencia durante un proceso de rehabilitación, el retorno al deporte y la prevención secundaria deben ser prioritarios para optimizar la salud, el rendimiento y aspectos económicos. La rehabilitación debe ser progresiva y basada en criterios válidos como los aspectos cronobiológicos, funcionales y psicosociales, que aseguren el regreso a la actividad; no cumplir con estos criterios cuadriplica el riesgo de relesión (86). Es esencial considerar distintos factores como la cicatrización del tejido, control del dolor, restauración cinemática y cinética, y acondicionamiento especifico (87). Adicionalmente, factores externos como la carga de entrenamiento y la congestión de partidos pueden incrementar el riesgo de recaída. Por esa razón, la vigilancia continua de riesgos y déficits es clave para evitar nuevas lesiones (14).

Factores como autoconfianza, bajo rendimiento en pruebas funcionales, alteraciones neuromusculares y déficits de estabilidad postural pueden demandar rehabilitación extendida para minimizar riesgos (88). En este contexto, la integración de la neurociencia con técnicas avanzadas como la realimentación visual, la realidad virtual y optimización verbal, ha demostrado potencial para mejorar el control motor y reducir déficits persistentes incluso después de dos años postoperatorios (89, 90, 16).

Por último, el seguir las reglas simples de la toma de decisiones para el retorno al deporte ha demostrado reducir un riesgo de recaída hasta en un 84% (87), aunque siempre existirá la cuestión de cuál es la adecuada implementación de las buenas prácticas.

Programas de Prevención de Lesiones

La fisioterapia deportiva tiene diferentes objetivos desde su misión profesional, uno de los principales horizontes está direccionado a reducir el riesgo de presencia de lesiones, lo cual se logra mediante la aplicación de programas de prevención que fortalezcan los componentes neuromusculares y motores esenciales para el rendimiento óptimo del deportista (91).

El deporte de alto rendimiento tiene un conjunto de habilidades y capacidades físicas propias de cada disciplina y supone la exposición de los deportistas a continuos requerimientos y exigencias físicas, técnicas, tácticas, psicológicas y fisiológicas (92), lo que exige que el programa de prevención de lesiones tenga su punto de partida en comprender a fondo los requerimientos del deporte y la condición física de cada deportista (93).

Figura 8. *Base del programa*



Del Entrenamiento Especifico a la Prevención de Lesiones

Más allá de la preparación física general, se ha demostrado que el **entrenamiento específico de las habilidades motoras** desempeña un papel crucial en este aspecto. Este tipo de entrenamiento induce **adaptaciones a nivel mecánico y neuromuscular**, lo que no solo incrementa el **estado físico** del jugador, sino que también lo protege de **lesiones musculares (91).**

Fuerza

Cuando se habla de entrenamiento de fuerza, no es sinónimo de levantar pesas o entrenar para tener músculos hipertrofiados, se trata de entrenar para desarrollar un escudo que proteja el cuerpo del deportista. En las diferentes disciplinas deportivas el trabajo de fuerza mejora la función física y neuromuscular, se genera una mayor resistencia a la fatiga y mejora la técnica junto con la toma de decisiones del deporte a practicar (94). Teniendo en cuenta que los músculos son estabilizadores dinámicos de una articulación, el trabajo de fortalecimiento ayudará a que se produzca una distribución uniforme de fuerzas, lo cual será punto clave en el aumento de la estabilidad articular (95), en este mismo sentido muchas lesiones deportivas tienen su origen en un desequilibrio muscular, es por esto que el trabajo de fortalecimiento actúa directamente a que la relación agonista – antagonista sea equilibrada y así reducir la incidencia de problemas musculoesqueléticos (96).

Figura 9. *Fuerza y Prevención*



Fuente: Imagen generada por IA a partir de ejemplo del autor utilizando [Copilot].

Movilidad Articular y Flexibilidad

Es frecuente ver que, en muchos casos, se subestiman dos componentes que son cruciales en la prevención de lesiones. La movilidad articular en el ámbito deportivo se refiere a la capacidad que tiene el deportista para ejecutar movimientos a través de su rango de movimiento completo de forma estable y coordinada haciendo énfasis en el control de movimiento (97). Dentro del entrenamiento deportivo se debería incorporar diariamente la rutina de movilidad articular ya que se ha demostrado que es beneficiosos en la prevención de lesiones deportivas (98). También se ha demostrado que a mayor flexibilidad menor riesgo de lesiones debido a que genera adaptaciones a nivel muscular, lo cual permite que se desarrolle una adecuada relación entre la capacidad de elongación del músculo en acciones de cargas máximas (91).

Propiocepción

El entrenamiento propioceptivo es absolutamente esencial y no puede pasarse por alto en el desarrollo del deportista. Su importancia radica en que mejora y **potencia las capacidades motrices (99),** esto se debe a la activación de los propioceptores mediante la repetición de patrones de movimiento del gesto deportivo. Con el tiempo, este entrenamiento genera **adaptaciones en el sistema neuromuscular**, lo que permite que los movimientos se den de una manera automática. Esto es de vital importancia para mantener una **postura corporal estable** en las diferentes situaciones de riesgo que enfrenta el

deportista. En conclusión, una fuerte capacidad de estabilización se convierte en la mejor defensa contra las lesiones deportivas (100).

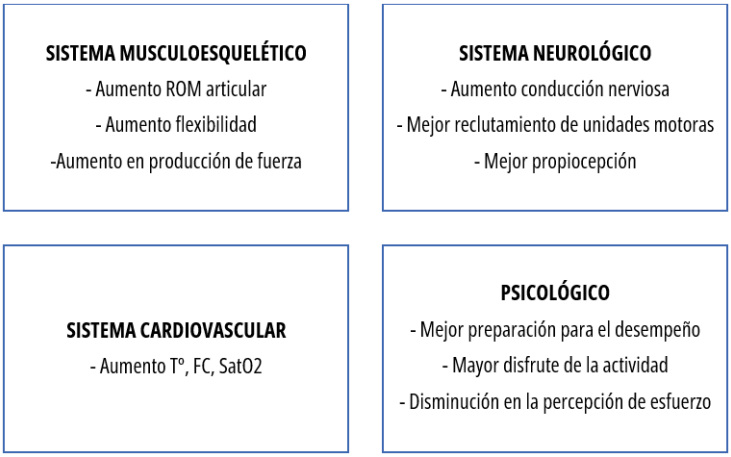
Pliometría

Dentro de las estrategias de prevención de lesiones encontramos el entrenamiento pliométrico, donde su característica principal es emplear el ciclo estiramiento-acortamiento del músculo (101). Con este entrenamiento se busca generar movimientos rápidos y dirigidos impactando considerablemente en las funciones neuronales del sistema nervioso, donde las adaptaciones y las respuestas neuronales, están influenciadas por la capacidad del sistema nervioso para activar adecuadamente los músculos, y así influir positivamente en la prevención de lesiones (102).

El Poder del Calentamiento en la Prevención de Lesiones

Un **calentamiento** efectivo implica realizar movimientos articulares activos que son específicos para el deporte que se va a practicar. Para lograr un enfoque integral en el calentamiento, se debe combinar ejercicios que involucren el mejorar rango de movimiento activo, que brinden una activación muscular completa, que se trabaje fortalecimiento funcional junto con la agilidad y el componente pliométrico, sin dejar a un lado estabilidad del tronco y el control del equilibrio (103,104). Se ha comprobado que el calentamiento dinámico ofrece beneficios fisiológicos significativos en varios sistemas del cuerpo, incluyendo el musculoesquelético, neurológico, cardiovascular y psicológico, los cuales se han relacionado positivamente en la prevención de lesiones deportivas.

Figura 10. *Beneficios Fisiológicos*



Un calentamiento eficaz se divide en 4 aspectos fundamentales descritas en la siguiente tabla:

Tabla 2. *Componentes clave de una rutina de calentamiento dinámico eficaz*

Actividad	Descripción
Activación cardiovascular	Actividades como trotar, saltar o levantar las rodillas aumentan la frecuencia cardíaca y la circulación, preparando el sistema cardiovascular para el ejercicio
Estiramiento dinámico	Movimientos como balanceos de piernas, círculos con los brazos y estocadas caminando promueven la flexibilidad y la movilidad de las articulaciones sin las sujeciones estáticas prolongadas que pueden reducir la potencia muscular.
Movimientos específicos del deporte	La incorporación de movimientos específicos de la actividad o deporte ayuda a los atletas a prepararse mental y físicamente para las exigencias que enfrentarán.
Intensidad progresiva	Aumentar gradualmente la intensidad de los movimientos durante el calentamiento prepara el cuerpo para mayores niveles de esfuerzo, reduciendo el riesgo de tensión repentina.

Fuente: Sople (105)

Regreso al Deporte

La decisión para el retorno a la competencia es desafiante porque depende de varios factores y participantes involucrados, como los médicos deportivos, los fisioterapeutas, los deportistas, los entrenadores y los familiares (106). La adecuada comunicación e integración de todas las perspectivas de los participantes, unidas con la autoeficacia del deportista, son fundamentales para un resultado exitoso, aunque esto puede ser difícil y generar desacuerdos.

Los profesionales de salud con formación especializada en deporte deben basar su quehacer en aspectos como el historial y tipo de lesión, rehabilitación, estado psicológico y nivel competitivo del deportista.

El retorno a la competencia puede ser complejo debido a las diversas circunstancias involucradas. Es por eso por lo que es importante considerar las expectativas del deportista al reintegrarse al entrenamiento y a la competencia, las cuales incluyen (107):

a) Ausencia de dolor

b) Recuperación del rango de movimiento normal

c) Recuperación de los movimientos específicos del deporte

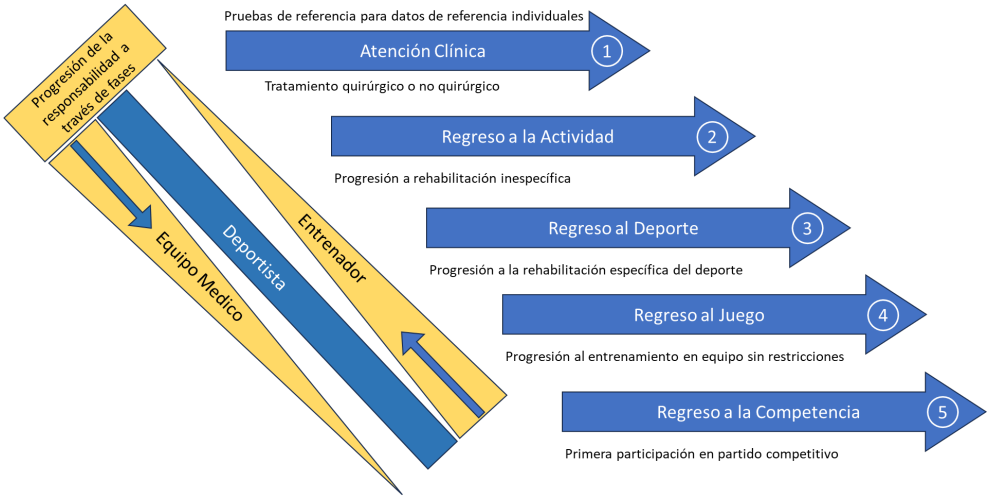
d) Restauración de la fuerza y potencia a niveles cercanos previo a la lesión

e) Resistencia metabólica y neuromuscular frente a la fatiga durante actividades de alta intensidad

f) Autoconfianza y competitividad en la ejecución técnica de las habilidades deportivas

Es claro que no existe un proceso o protocolo único para el retorno a la competencia que se aplique a todo tipo de lesión; no obstante, existen cinco hitos que son clave para que los deportistas experimenten durante un proceso ideal de rehabilitación. Estos hitos representan transiciones entre fases, basadas en mejoras significativas en rendimiento y habilidades específicas, sustentadas en criterios objetivos (107). Estos hitos permitirán a los profesionales realizar un proceso de supervisión y ajuste de manera segura en la rehabilitación, dando prioridad a factores según el tipo y gravedad de la lesión, mediante un ejercicio coordinado que respete las competencias profesionales de cada integrante del equipo médico (108).

Figura 11. *Hitos del proceso de Retorno a la Competencia y la recopilación de responsabilidades del Equipo Médico y el Deportista*



Fuente: Tomada y modificada de Rebelo-Marques et al. (107)

Retorno a la Actividad

Este es el paso hacia la rehabilitación no especifica, lo que incluye una transición desde la atención clínica hacia el entrenamiento general, lo que representa el primer hito. El medico Deportivo debe evaluar al deportista para determinar si está listo para iniciar esta fase, que se enfoca en el control de los síntomas, recuperar la movilidad sin dolor, estabilidad y el control normal del movimiento. En esta fase, es importante conocer y respetar los tiempos biológicos de curación para no forzar un avance prematuro en el proceso (107).

Retorno al Deporte

Representa una fase importante donde el deportista inicia la rehabilitación especifica de la disciplina deportiva y el entrenamiento competitivo personalizado, una vez alcanzado previamente los requisitos clínicos y funcionales básicos (107). Para cada tipo de lesión, se debe identificar y respetar los siguientes puntos (109):

a) Identificación de una serie de pruebas clínicas específicas para el tipo de lesión.

b) Identificación de un conjunto de pruebas de laboratorio específicas para el déficit funcional que puede causar el tipo de lesión.

c) Identificación de un conjunto de pruebas de campo específicas para el déficit funcional que pueda causar el tipo de lesión. Los primeros puntos deben analizarse mediante un juicio cuidadoso basado en la evaluación clínica y el análisis de imágenes diagnósticas.

Retorno al Juego

Implica avanzar desde un entrenamiento individualizado y limitado hacia una participación completa y sin restricciones en las sesiones de equipo y precompetencia. Esta fase es delicada, debido a que el deportista busca regresar rápido, mientras que el equipo médico prioriza evitar nuevas lesiones. Posterior a evaluar mediante diversas pruebas, una decisión colectiva multidisciplinaria debe tomar lugar, siendo el médico del equipo quien finalmente autoriza la participación total en el entrenamiento competitivo (107). El proceso de toma de decisiones para el retorno al juego se centra más en evaluar la funcionalidad y capacidad de rendimiento del deportista, en lugar de solo su idoneidad clínico-funcional (109).

Retorno a la Competencia

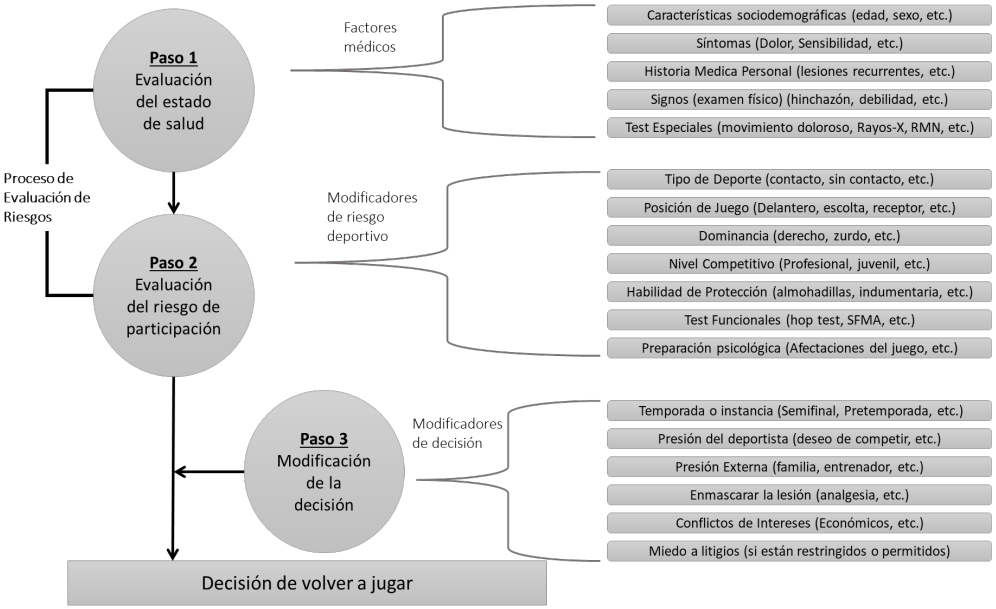
Representa la primera participación del deportista en un evento competitivo, siendo el objetivo final del proceso de rehabilitación. Como las anteriores fases, este proceso de reintegración requiere consenso entre el equipo médico

multidisciplinario y el deportista para garantizar una incorporación segura. Sin embargo, el tiempo entre el Visto Bueno del equipo médico y la primera convocatoria y a su vez su participación competitiva, dependerá exclusivamente del director técnico o entrenador principal (109).

Marco de Evaluación Estratégica del Riesgo y Tolerancia al Riesgo (StARRT

El marco de Evaluación Estratégica del Riesgo y Tolerancia al Riesgo (StARRT por sus siglas en ingles), desarrollado inicialmente en 2010 y mejorado en 2015 por Shrier et al (110), es un modelo teórico de tres pasos diseñado para apoyar las decisiones del Retorno al Juego (RTP por sus siglas en inglés) o Retorno al Deporte (RTS por sus siglas en ingles) en deportistas (107).

Figura 12. *Modelo RTP basado en decisiones*



Nota. Este modelo clasifica los factores que influyen en el retorno al juego (RTP) según el origen sociológico de la información, como la cultura médica, la cultura deportiva y los modificadores personales en la toma de decisiones. Los dos primeros pasos se enfocan en evaluar el riesgo, mientras que la decisión de RTP se fundamenta en cómo este riesgo interactúa con otros elementos que impactan el bienestar global del paciente, denominados modificadores de decisión.

Fuente: *Tomada y modificada de Shrier* (110)

Este modelo aborda las limitaciones de versiones anteriores al organizar la información disponible en factores clave que determinan el riesgo de participación y la tolerancia al riesgo para una toma de decisiones más consistente y contextualizada (111).

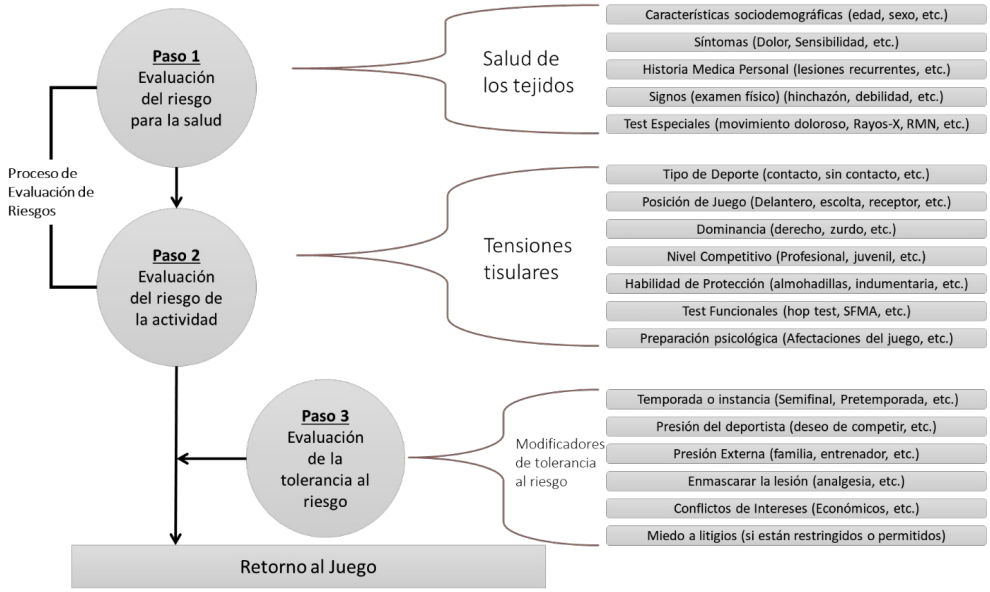
El **Paso 1 (Salud del Tejido).** Consiste en evaluar la capacidad del tejido para absorber estrés sin sufrir daño, es decir, su salud funcional. Esta evaluación generalmente se realiza mediante la presencia o ausencia de síntomas como dolor o inflamación. Cuando no se dispone de indicadores claros de la salud del tejido, se recurre al conocimiento basado en ciencias básicas sobre el proceso de curación, que, aunque no sea la evidencia más sólida, representa la mejor guía disponible para el equipo médico (112, 110, 107, 109).

El **Paso 2 (Estrés del Tejido).** Un tejido lesionado sometido a estrés mínimo continuará su recuperación, pero si el estrés supera la capacidad de absorción del tejido, se producirá una nueva lesión o relesión. Este estrés está relacionado a la actividad planeada y puede aplicarse mediante el principio FITT (Frecuencia, Intensidad, Tiempo y Tipo), considerando aspectos específicos del deporte, posición y estilo, ya que estos influyen en la carga biomecánica que se impone al tejido. Por ejemplo, las posiciones de juego en un deporte determinan un rol y este rol exigen más habilidades como los sprints y desaceleraciones que otros roles. La modificación de la actividad o del estrés, puede disminuir el riesgo de lesión. Adicionalmente, la preparación psicológica y la capacidad funcional afectan cómo el deportista enfrenta la actividad, influyendo en las cargas aplicadas al cuerpo. Este paso es importante para un retorno seguro y efectivo, al considerar no solo la lesión sino también el tipo y nivel de actividad deportiva específica a la que se integra el deportista (112, 110, 107, 109).

El **Paso 3 (Modificadores de Tolerancia al Riesgo).** Su propósito es establecer el umbral que el profesional considera aceptable para dicho riesgo, identificar los factores que influyen en este umbral y entender por qué dos deportistas con igual evaluación de riesgo pueden recibir decisiones de Retorno al Juego diferentes. El riesgo de una nueva lesión o relesión es solo uno de los múltiples aspectos que afectan la salud y el bienestar general del deportista. Por ejemplo, la tolerancia al riesgo será diferente para un adolescente de 15 años que practica atletismo escolar en comparación con un deportista que se prepara para una competencia olímpica. Este paso es importante para garantizar la transparencia en el proceso de Regreso al Deporte, debido a que ante el mismo riesgo absoluto, distintos profesionales o deportistas pueden mostrar diferente tolerancia, lo que conduce a decisiones diversas. El modelo Biopsicosocial reconoce que factores más allá del riesgo físico como los psicológicos y contextuales, influyen en la decisión.

Realmente, factores como el deseo de competir, el impacto psicológico de la inactividad, la pérdida de posición competitiva, posibles pérdidas financieras, el momento de la temporada, el nivel competitivo y el temor a litigios han sido considerados decisivos por profesionales del equipo médico y no clínicos en diversas investigaciones, y ambos grupos han valorado estos aspectos de forma similar. El modelo StARRT busca organizar la información recopilada en los dos primeros pasos para llegar a una decisión basada en si la evaluación del riesgo supera la tolerancia establecida. Adicionalmente, busca crear consciencia sobre los factores que modifican dicha tolerancia, reflejando valores individuales y sociales relacionados con el bienestar del deportista (112, 110, 107, 109).

Figura 13. *Marco StARRT*



Nota. El modelo de Evaluación Estratégica del Riesgo y Tolerancia al Riesgo (StARRT) para las decisiones de retorno al juego (RTP) establece que los pacientes deberían ser autorizados a regresar al juego cuando la evaluación del riesgo (pasos 1 y 2) se encuentra por debajo del nivel de tolerancia al riesgo aceptable (paso 3), mientras que no deberían regresar si dicha evaluación supera ese umbral. A diferencia del modelo de tres pasos que clasifica los factores según su origen sociológico, el marco StARRT organiza los factores conforme a sus relaciones causales con los dos elementos que constituyen la evaluación del riesgo (la salud del tejido y las tensiones aplicadas al mismo) y con la tolerancia al riesgo. En ciertas situaciones, un mismo factor puede incidir en más de un aspecto y por ello aparece en diferentes categorías. Por ejemplo, la participación en playoff

incrementa la intensidad competitiva, lo que eleva las tensiones sobre el tejido y, por ende, el riesgo. Al mismo tiempo, esta circunstancia puede influir en la motivación del atleta (estado de ánimo, posible riesgo de depresión) y también impactar sus beneficios económicos, factores que aumentarían la tolerancia al riesgo. Dentro de este esquema, cada posible resultado de RTP es evaluado y la decisión final se basa en la actividad que implique la restricción más severa entre todos los resultados considerados. *Fuente: Tomada y modificada de Shrier* (110)

Conclusiones

La prevención de lesiones deportivas es un desafío multifacético que requiere la implementación de modelos específicos y adaptados a las particularidades de cada disciplina deportiva y contexto competitivo. Contar con un modelo integral de prevención permite no solo identificar y mitigar factores de riesgo, sino también comprender en profundidad los mecanismos que generan las lesiones deportivas, lo cual es fundamental para diseñar intervenciones efectivas y personalizadas que contribuyan a la salud y el rendimiento óptimo del deportista.

Es fundamental que el equipo médico multidisciplinario encargado de la prevención y tratamiento de lesiones esté conformado por profesionales con conocimientos amplios y especializados en las diversas áreas relacionadas con el deporte. La coordinación entre fisioterapeutas deportivos, médicos especialistas, preparadores físicos, psicólogos y otros profesionales afines facilita una atención integral y adecuada a las necesidades específicas de cada atleta.

Asimismo, la formación posgradual y la actualización constante en avances científicos y buenas prácticas son elementos clave para fortalecer la capacidad del equipo multidisciplinario. La aplicación de intervenciones basadas en evidencia y la adopción de protocolos validados aumentan la eficacia de los programas de prevención y mejoran la calidad del retorno al deporte, minimizando el riesgo de recaídas.

En síntesis, un enfoque multidisciplinario sustentado en el conocimiento riguroso, la formación continua y la aplicación de modelos prácticos y adaptados representa la base para la prevención efectiva de lesiones deportivas. Este enfoque favorece no solo la protección de la salud de los deportistas, sino también su desarrollo sostenido y desempeño competitivo.

Referencias

1. Li L, Wei Y, Xiang S. Infrared thermal image monitoring based on artificial intelligence application in the prevention of sports injuries in aerobics: Computational thermal modeling. Thermal Science and Engineering Progress. 2025; Vol. 57: doi: 10.1016/j.tsep.2024.103126
2. Delfino Barboza S, Rössler R, Verhagen E. Considerations and Interpretation of Sports Injury Prevention Studies. Clin Sports Med. 2018 Jul;37 (3):413-425. doi: 10.1016/j.csm.2018.03.006
3. Mendonça LD, Ley C, Schuermans J, Wezenbeek E, Ifspt, Witvrouw E. How injury prevention programs are being structured and implemented worldwide: An international survey of sports physical therapists. Phys Ther Sport. 2022 Jan;53:143-150. doi: 10.1016/j.ptsp.2021.06.002
4. Emery. C, Pasanen. K. Current trends in sport injury prevention. Best Practice & Research Clinical Rheumatology Vol. 33 (1); 2019 , pág. 3-15
5. Mendonça LM, Schuermans J, Denolf S, Napier C, Bittencourt NFN, Romanuk A, Tak I, Thorborg K, Bizzini M, Ramponi C, Paterson C, Hägglund M, Malisoux L, Al Attar WSA, Samukawa M, Esteve E, Bakare U, Constantinou M, Schneiders A, Cavallieri Gomes A, Florentz D, Ozer Kaya D, Indra Lesmana S, Harøy J, Kuparinen V, Philips N, Jenkins W, Wezenbeek E, Witvrouw E. Sports injury prevention programmes from the sports physical therapist's perspective: An international expert Delphi approach. Phys Ther Sport. 2022 May;55:146-154. doi: 10.1016/j.ptsp.2022.04.002
6. Ekegren CL, Donaldson A, Gabbe BJ, Finch CF. Implementing injury surveillance systems alongside injury prevention programs: evaluation of an online surveillance system in a community setting. Inj Epidemiol. 2014;1 (1):19. doi: 10.1186/s40621-014-0019-y
7. Dallinga JM, Benjaminse A, Lemmink KA. Which screening tools can predict injury to the lower extremities in team sports?: a systematic review. Sports Med. 2012 Sep 1;42 (9):791-815. doi: 10.1007/BF03262295
8. Finch C. A new framework for research leading to sports injury prevention. J Sci Med Sport. 2006 May;9 (1-2):3-9; discussion 10. doi: 10.1016/j.jsams.2006.02.009

9. Padua DA, Frank B, Donaldson A, de la Motte S, Cameron KL, Beutler AI, DiStefano LJ, Marshall SW. Seven steps for developing and implementing a preventive training program: lessons learned from JUMP-ACL and beyond. Clin Sports Med. 2014 Oct;33 (4):615-32. doi: 10.1016/j.csm.2014.06.012

10. van Mechelen W, Hlobil H, Kemper HC. Incidence, severity, aetiology and prevention of sports injuries. A review of concepts. Sports Med. 1992 Aug;14 (2):82-99. doi: 10.2165/00007256-199214020-00002

11. O´Brien J, Finch C, Pruna R, McCall A. A new model for injury prevention in team sports: the Team-sport Injury Prevention (TIP) cycle. Science and Medicine in Football, 3 (1), 77–80. https://doi.org/10.1080/24733938.2018.1512752

12. Glasgow RE, Vogt TM, Boles SM. Evaluating the public health impact of health promotion interventions: the RE-AIM framework. Am J Public Health. 1999 Sep;89 (9):1322-7. doi: 10.2105/ajph.89.9.1322

13. Corey J, Finch C. Sports Injuries. En: Quah S, Cockerham W. The International Encyclopedia of Public Health. 2nd Edition. Edit. Elsevier. 2017 pag. 79-86

14. Pereira R, Andrade R, Rebelo-Marques A, Espregueira-Mendes J. Sport Injury Primary and Secondary Prevention. En: Piedade S, Imhoff A, Clatworthy M, Cohen M, Espregueira-Mendes J. The Sports Medicine Physician. Edit. Springer. 2019. pag. 121-147

15. Hanson DW, Finch CF, Allegrante JP, Sleet D. Closing the gap between injury prevention research and community safety promotion practice: revisiting the public health model. Public Health Rep. 2012 Mar-Apr;127 (2):147-55. doi: 10.1177/003335491212700203

16. Gokeler A, Benjaminse A, Seil R, Kerkhoffs G, Verhagen E. Using principles of motor learning to enhance ACL injury prevention programs. Sports Orthopaed Traumatol. 2018;34:23–30. doi: https://doi.org/10.1016/j.orthtr.2017.12.006

17. Verhagen E, Van Stralen M, Van Mechelen W. Behaviour, the Key Factor for Sports Injury Prevention. Sports Med. 2010; Vol. 40 (11) 899 – 906

18. Breitenstein SM, Gross D, Garvey CA, Hill C, Fogg L, Resnick B. Implementation fidelity in community-based interventions. Res Nurs Health. 2010 Apr;33 (2):164-73. doi: 10.1002/nur.20373

19. Verhagen EA, Hupperets MD, Finch CF, van Mechelen W. The impact of adherence on sports injury prevention effect estimates in randomised controlled trials: looking beyond the CONSORT statement. J Sci Med Sport. 2011 Jul;14 (4):287-92. doi: 10.1016/j.jsams.2011.02.007

20. McKay CD, Verhagen E. 'Compliance' versus 'adherence' in sport injury prevention: why definition matters. Br J Sports Med. 2016 Apr;50 (7):382-3. doi: 10.1136/bjsports-2015-095192

21. Lutfey KE, Wishner WJ. Beyond "compliance" is "adherence". Improving the prospect of diabetes care. Diabetes Care. 1999 Apr;22 (4):635-9. doi: 10.2337/diacare.22.4.635

22. Vrijens B, De Geest S, Hughes DA, Przemyslaw K, Demonceau J, Ruppar T, Dobbels F, Fargher E, Morrison V, Lewek P, Matyjaszczyk M, Mshelia C, Clyne W, Aronson JK, Urquhart J; ABC Project Team. A new taxonomy for describing and defining adherence to medications. Br J Clin Pharmacol. 2012 May;73 (5):691-705. doi: 10.1111/j.1365-2125.2012.04167.x

23. Mitchell R, Finch C, Boufous S. Counting organised sport injury cases: evidence of incomplete capture from routine hospital collections. J Sci Med Sport. 2010 May;13 (3):304-8. doi: 10.1016/j.jsams.2009.04.003

24. Pujals C, Rubio. V, Márquez. O, Sánchez . I, Ruiz-Barquin. R. Comparative sport injury epidemiological study on a Spanish sample of 25 different sports. Revista de Psicología del Deporte 2016. Vol. 25, núm. 2, pp. 271-279

25. Bahr R, Clarsen B, Derman W, Dvorak J, Emery C, Finch C Hagglund M, Junge A, Kemp S, Et al. International Olympic Committee consensus statement: methods for recording and reporting of epidemiological data on injury and illness in sport 2020 (including STROBE Extension for Sport Injury and Illness Surveillance (STROBE- SIIS). Br J Sports Med 2020;54:372–389.

26. Orchard J, Newman D, Stretch R, Frost W, Mansingh A, Leipus A. Methods for injury surveillance in international cricket. J Sci Med Sport. 2005 Mar;8 (1):1-14. doi: 10.1016/s1440-2440 (05)80019-2

27. Fuller CW, Ekstrand J, Junge A, Andersen TE, Bahr R, Dvorak J, Hägglund M, McCrory P, Meeuwisse WH. Consensus statement on injury definitions and data collection procedures in studies of football (soccer) injuries. Br J Sports Med. 2006 Mar;40 (3):193-201. doi: 10.1136/bjsm.2005.025270

28. François T, Mozzone D, Mariane G, Edouard P, Thoreux P. Basketball. En: Canata G, Jones H. Epidemiology of Injuries in Sports. Edit. Springer. 2022 pag. 37-44

29. Rubio-Jiménez A, Peña J, Sabata A, Caparrós T, Casals M. Impact and costs of injuries in professional basketball: Insights from a four-season analysis. Apunts Sports Medicine. 2025; Vol.60 (226): 100482. https://doi.org/10.1016/j.apunsm.2025.100482

30. Barrios C, Bernardo ND, Vera P, Laíz C, Hadala M. Changes in sports injuries incidence over time in world-class road cyclists. Int J Sports Med. 2015 Mar;36 (3):241-8. doi: 10.1055/s-0034-1389983

31. Goto K, Menetrey J. Cycling. En: Canata G, Jones H. Epidemiology of Injuries in Sports. Edit. Springer. 2022 pag. 45-47

32. Clarsen B, Krosshaug T, Bahr R. Overuse injuries in professional road cyclists. Am J Sports Med. 2010 Dec;38 (12):2494-501. doi: 10.1177/0363546510376816

33. Fernando F, Biffi A, Borra F, De Carli F, Monetti G, Sirico F. Formula 1 World Championship. En: Canata G, Jones H. Epidemiology of Injuries in Sports. Edit. Springer. 2022 pag. 95-106

34. Minoyama O, Tsuchida H. Injuries in professional motor car racing drivers at a racing circuit between 1996 and 2000. Br J Sports Med. 2004 Oct;38 (5):613-6. doi: 10.1136/bjsm.2003.007674

35. Cerciello S, Corona K, Fiquet C, Neyret P. Volleyball. En: Canata G, Jones H. Epidemiology of Injuries in Sports. Edit. Springer. 2022. Pag. 143-147

36. Sattler T, Hadžić V, Dervišević E, Markovic G. Vertical jump performance of professional male and female volleyball players: effects of playing position and competition level. J Strength Cond Res. 2015 Jun;29 (6):1486-93. doi: 10.1519/JSC.0000000000000781

37. Gabbett TJ. The training-injury prevention paradox: should athletes be training smarter and harder? Br J Sports Med. 2016 Mar;50 (5):273-80. doi: 10.1136/bjsports-2015-095788

38. Bere T, Kruczynski J, Veintimilla N, Hamu Y, Bahr R. Injury risk is low among world-class volleyball players: 4-year data from the FIVB Injury Surveillance System. Br J Sports Med. 2015 Sep;49 (17):1132-7. doi: 10.1136/bjsports-2015-094959

39. Kilic O, Maas M, Verhagen E, Zwerver J, Gouttebarge V. Incidence, aetiology and prevention of musculoskeletal injuries in volleyball: A systematic review of the literature. Eur J Sport Sci. 2017 Jul;17 (6):765-793. doi: 10.1080/17461391.2017.1306114

40. Hung-Yu Huang, Tso-Liang Teng, Cho-Chung Liang. Volleyball Injuries: A Survey of Injuries Among Male Players of the Chinese Taipei National Volleyball Team. American Journal of Sports Science. Vol. 3, No. 6, 2015, pp. 109-114. doi: 10.11648/j.ajss.20150306.12

41. de Azevedo Sodré Silva A, Sassi LB, Martins TB, de Menezes FS, Migliorini F, Maffulli N, Okubo R. Epidemiology of injuries in young volleyball athletes: a systematic review. J Orthop Surg Res. 2023 Oct 4;18 (1):748. doi: 10.1186/s13018-023-04224-3

42. López-Vidriero R, Najfeld M, López-Vidriero E. Tennis. En: Canata G, Jones H. Epidemiology of Injuries in Sports. Edit. Springer. 2022. pag. 137-142

43. Lluch-Girbés E, Requejo-Salinas N, Fernández-Matías R, Revert E, Vila Mejías M, Rezende Camargo P, Jaggi A, Sciascia A, Horsley I, Pontillo M, Gibson J, Richardson E, Johansson F, Maenhout A, Oliver GD, Turgut E, Jayaraman C, Düzgün I, Borms D, Ellenbecker T, Cools A. Kinetic chain revisited: consensus expert opinion on terminology, clinical reasoning, examination, and treatment in people with shoulder pain. J Shoulder Elbow Surg. 2023 Aug;32 (8):e415-e428. doi: 10.1016/j.jse.2023.01.018

44. Martin C, Bideau B, Bideau N, Nicolas G, Delamarche P, Kulpa R. Energy flow analysis during the tennis serve: comparison between injured and noninjured tennis players. Am J Sports Med. 2014 Nov;42 (11):2751-60. doi: 10.1177/0363546514547173

45. Fu MC, Ellenbecker TS, Renstrom PA, Windler GS, Dines DM. Epidemiology of injuries in tennis players. Curr Rev Musculoskelet Med. 2018 Mar;11 (1):1-5. doi: 10.1007/s12178-018-9452-9

46. Pluim BM, Fuller CW, Batt ME, Chase L, Hainline B, Miller S, Montalvan B, Renström P, Stroia KA, Weber K, Wood TO. Consensus statement on epidemiological studies of medical conditions in tennis, April 2009. Br J Sports Med. 2009 Dec;43 (12):893-7. doi: 10.1136/bjsm.2009.064915

47. Gescheit DT, Cormack SJ, Duffield R, Kovalchik S, Wood TO, Omizzolo M, Reid M. Injury epidemiology of tennis players at the 2011-2016 Australian

Open Grand Slam. Br J Sports Med. 2017 Sep;51 (17):1289-1294. doi: 10.1136/bjsports-2016-097283

48. Edouard P. Athletics: Sprinting. En: Canata G, Jones H. Epidemiology of Injuries in Sports. Edit. Springer. 2022. pag. 21-27

49. Morin JB, Gimenez P, Edouard P, Arnal P, Jiménez-Reyes P, Samozino P, Brughelli M, Mendiguchia J. Sprint Acceleration Mechanics: The Major Role of Hamstrings in Horizontal Force Production. Front Physiol. 2015 Dec 24;6:404. doi: 10.3389/fphys.2015.00404

50. Olsen OE, Myklebust G, Engebretsen L, Holme I, Bahr R. Exercises to prevent lower limb injuries in youth sports: cluster randomised controlled trial. BMJ. 2005 Feb 26;330 (7489):449. doi: 10.1136/bmj.38330.632801.8F

51. Andrade R, Vasta S, Sevivas N, Pereira R, Leal A, Papalia R, Pereira H, Espregueira-Mendes J. Notch morphology is a risk factor for ACL injury: a systematic review and meta-analysis. J ISAKOS. 2016;1:70–81.

52. Bahr R, Holme I. Risk factors for sports injuries--a methodological approach. Br J Sports Med. 2003;37 (5):384-92. doi: 10.1136/bjsm.37.5.384

53. Bahr R, Krosshaug T. Understanding injury mechanisms: a key component of preventing injuries in sport. Br J Sports Med. 2005 Jun;39 (6):324-9. doi: 10.1136/bjsm.2005.018341

54. Bittencourt NFN, Meeuwisse WH, Mendonça LD, Nettel-Aguirre A, Ocarino JM, Fonseca ST. Complex systems approach for sports injuries: moving from risk factor identification to injury pattern recognition-narrative review and new concept. Br J Sports Med. 2016 Nov;50 (21):1309-1314. doi: 10.1136/bjsports-2015-095850

55. Hulme A, Finch CF. From monocausality to systems thinking: a complementary and alternative conceptual approach for better understanding the development and prevention of sports injury. Inj Epidemiol. 2015;2 (1):31. doi: 10.1186/s40621-015-0064-1

56. Windt J, Zumbo BD, Sporer B, MacDonald K, Gabbett TJ. Why do workload spikes cause injuries, and which athletes are at higher risk? Mediators and moderators in workload-injury investigations. Br J Sports Med. 2017 Jul;51 (13):993-994. doi: 10.1136/bjsports-2016-097255

57. Gabbett TJ, Hulin BT, Blanch P, Whiteley R. High training workloads alone do not cause sports injuries: how you get there is the real issue. Br J Sports Med. 2016 Apr;50 (8):444-5. doi: 10.1136/bjsports-2015-095567

58. Hulin BT, Gabbett TJ, Blanch P, Chapman P, Bailey D, Orchard JW. Spikes in acute workload are associated with increased injury risk in elite cricket fast bowlers. Br J Sports Med. 2014 Apr;48 (8):708-12. doi: 10.1136/bjsports-2013-092524

59. Hulin BT, Gabbett TJ. Indeed association does not equal prediction: the never-ending search for the perfect acute:chronic workload ratio. Br J Sports Med. 2019 Feb;53 (3):144-145. doi: 10.1136/bjsports-2018-099448

60. Gabbett TJ, Nassis GP, Oetter E, Pretorius J, Johnston N, Medina D, Rodas G, Myslinski T, Howells D, Beard A, Ryan A. The athlete monitoring cycle: a practical guide to interpreting and applying training monitoring data. Br J Sports Med. 2017 Oct;51 (20):1451-1452. doi: 10.1136/bjsports-2016-097298

61. Malone S, Roe M, Doran DA, Gabbett TJ, Collins K. High chronic training loads and exposure to bouts of maximal velocity running reduce injury risk in elite Gaelic football. J Sci Med Sport. 2017 Mar;20 (3):250-254. doi: 10.1016/j.jsams.2016.08.005

62. Meeuwisse W. Assessing Causation in Sport Injury: A Multifactorial Model. Clinical Journal of Sport Medicine. 1994; Vol. 4: pág. 166-170

63. Meeuwisse W. Athletic Injury Etiology: Distinguishing Between Interaction and Confounding. Clinical Journal of Sport Medicine. 1994; 4 (3):p 171-175. Disponibleen:https://journals.lww.com/cjsportsmed/abstract/1994/07000/athletic_injury_etiology__distinguishing_between.5.aspx

64. Sundemo D, Alentorn-Geli E, Samuelsson K. How to Predict Injury Risk. En: Musahl V, Karlsson J, Krutsch W, Mandelbaum B, Espregueira-Mendes J, d´Hooghe P. Return to Play in Football. An Evidence-based Approach. Edit. Springer. 2018. pag. 35-46

65. Andersen T, Larsen O, Tenga A, Engebretsen L. Football incident analysis: a new video based method to describe injury mechanisms in professional football. Br J Sports Med 2003;37:226–232. Disponible en: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC1724642/pdf/v037p00226.pdf

66. Mendiguchia J, Alentorn-Geli E, Brughelli M. Hamstring strain injuries: are we heading in the right direction? Br J Sports Med. 2012 Feb;46 (2):81-5. doi: 10.1136/bjsm.2010.081695

67. Silvers-Granelli HJ, Bizzini M, Arundale A, Mandelbaum BR, Snyder-Mackler L. Higher compliance to a neuromuscular injury prevention program improves overall injury rate in male football players. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2018 Jul;26 (7):1975-1983. doi: 10.1007/s00167-018-4895-5

68. Taylor JB, Waxman JP, Richter SJ, Shultz SJ. Evaluation of the effectiveness of anterior cruciate ligament injury prevention programme training components: a systematic review and meta-analysis. Br J Sports Med. 2015 Jan;49 (2):79-87. doi: 10.1136/bjsports-2013-092358

69. Rössler R, Donath L, Verhagen E, Junge A, Schweizer T, Faude O. Exercise-based injury prevention in child and adolescent sport: a systematic review and meta-analysis. Sports Med. 2014 Dec;44 (12):1733-48. doi: 10.1007/s40279-014-0234-2

70. Harøy J, Clarsen B, Wiger EG, Øyen MG, Serner A, Thorborg K, Hölmich P, Andersen TE, Bahr R. The Adductor Strengthening Programme prevents groin problems among male football players: a cluster-randomised controlled trial. Br J Sports Med. 2019 Feb;53 (3):150-157. doi: 10.1136/bjsports-2017-098937

71. Thorborg K, Krommes KK, Esteve E, Clausen MB, Bartels EM, Rathleff MS. Effect of specific exercise-based football injury prevention programmes on the overall injury rate in football: a systematic review and meta-analysis of the FIFA 11 and 11+ programmes. Br J Sports Med. 2017 Apr;51 (7):562-571. doi: 10.1136/bjsports-2016-097066

72. Waldén M, Atroshi I, Magnusson H, Wagner P, Hägglund M. Prevention of acute knee injuries in adolescent female football players: cluster randomised controlled trial. BMJ. 2012 May 3;344:e3042. doi: 10.1136/bmj.e3042

73. Ekstrand J, Hägglund M, Waldén M. Epidemiology of muscle injuries in professional football (soccer). Am J Sports Med. 2011 Jun;39 (6):1226-32. doi: 10.1177/0363546510395879

74. Ekstrand J, Waldén M, Hägglund M. Hamstring injuries have increased by 4% annually in men's professional football, since 2001: a 13-year longitudinal analysis of the UEFA Elite Club injury study. Br J Sports Med. 2016 Jun;50 (12):731-7. doi: 10.1136/bjsports-2015-095359

75. Ekstrand, J. Keeping your top players on the pitch: The key to football medicine at a professional level. Br J Sports Med 2013;47:723–724. doi: https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092771

76. Hallén A, Ekstrand J. Return to play following muscle injuries in professional footballers. J Sports Sci. 2014;32 (13):1229-36. doi: 10.1080/02640414.2014.905695

77. Freckleton G, Pizzari T. Risk factors for hamstring muscle strain injury in sport: a systematic review and meta-analysis. Br J Sports Med. 2013 Apr;47 (6):351-8. doi: 10.1136/bjsports-2011-090664

78. Mueller-Wohlfahrt HW, Haensel L, Mithoefer K, Ekstrand J, English B, McNally S, Orchard J, van Dijk CN, Kerkhoffs GM, Schamasch P, Blottner D, Swaerd L, Goedhart E, Ueblacker P. Terminology and classification of muscle injuries in sport: the Munich consensus statement. Br J Sports Med. 2013 Apr;47 (6):342-50. Doi: 10.1136/bjsports-2012-091448

79. Askling CM, Tengvar M, Saartok T, Thorstensson A. Proximal hamstring strains of stretching type in different sports: injury situations, clinical and magnetic resonance imaging characteristics, and return to sport. Am J Sports Med. 2008 Sep;36 (9):1799-804. doi: 10.1177/0363546508315892

80. Petersen J, Thorborg K, Nielsen MB, Budtz-Jørgensen E, Hölmich P. Preventive effect of eccentric training on acute hamstring injuries in men's soccer: a cluster-randomized controlled trial. Am J Sports Med. 2011 Nov;39 (11):2296-303. doi: 10.1177/0363546511419277

81. Arnason A, Andersen TE, Holme I, Engebretsen L, Bahr R. Prevention of hamstring strains in elite soccer: an intervention study. Scand J Med Sci Sports. 2008 Feb;18 (1):40-8. doi: 10.1111/j.1600-0838.2006.00634.x

82. Mills M, Frank B, Goto S, Blackburn T, Cates S, Clark M, Aguilar A, Fava N, Padua D. Effect of restricted hip flexor muscle length on hip extensor muscle activity and lower extremity biomechanics in college-aged female soccer players. Int J Sports Phys Ther. 2015 Dec;10 (7):946-54. Disponible en: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4675195/pdf/ijspt-10-946.pdf

83. Bowen L, Gross AS, Gimpel M, Li FX. Accumulated workloads and the acute:chronic workload ratio relate to injury risk in elite youth football players. Br J Sports Med. 2017 Mar;51 (5):452-459. doi: 10.1136/bjsports-2015-095820

84. Wiggins AJ, Grandhi RK, Schneider DK, Stanfield D, Webster KE, Myer GD. Risk of Secondary Injury in Younger Athletes After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review and Meta-analysis. Am J Sports Med. 2016 Jul;44 (7):1861-76. doi: 10.1177/0363546515621554

85. Wangensteen A, Tol JL, Witvrouw E, Van Linschoten R, Almusa E, Hamilton B, Bahr R. Hamstring Reinjuries Occur at the Same Location and Early After Return to Sport: A Descriptive Study of MRI-Confirmed Reinjuries. Am J Sports Med. 2016 Aug;44 (8):2112-21. doi: 10.1177/0363546516646086

86. Kyritsis P, Bahr R, Landreau P, Miladi R, Witvrouw E. Likelihood of ACL graft rupture: not meeting six clinical discharge criteria before return to sport is associated with a four times greater risk of rupture. Br J Sports Med. 2016 Aug;50 (15):946-51. doi: 10.1136/bjsports-2015-095908

87. Grindem H, Snyder-Mackler L, Moksnes H, Engebretsen L, Risberg MA. Simple decision rules can reduce reinjury risk by 84% after ACL reconstruction: the Delaware-Oslo ACL cohort study. Br J Sports Med. 2016 Jul;50 (13):804-8. doi: 10.1136/bjsports-2016-096031

88. Paterno MV, Huang B, Thomas S, Hewett TE, Schmitt LC. Clinical Factors That Predict a Second ACL Injury After ACL Reconstruction and Return to Sport: Preliminary Development of a Clinical Decision Algorithm. Orthop J Sports Med. 2017 Dec 19;5 (12):2325967117745279. doi: 10.1177/2325967117745279

89. Benjaminse A, Welling W, Otten B, Gokeler A. Novel methods of instruction in ACL injury prevention programs, a systematic review. Phys Ther Sport. 2015 May;16 (2):176-86. doi: 10.1016/j.ptsp.2014.06.003

90. Benjaminse A, Gokeler A, Dowling AV, Faigenbaum A, Ford KR, Hewett TE, Onate JA, Otten B, Myer GD. Optimization of the anterior cruciate ligament injury prevention paradigm: novel feedback techniques to enhance motor learning and reduce injury risk. J Orthop Sports Phys Ther. 2015 Mar;45 (3):170-82. doi: 10.2519/jospt.2015.4986

91. Mantilla A. Propuesta de un protocolo de prevención de lesiones deportivas en futbolistas profesionales basado en una revisión sistemática de la literatura. VIREF Rev Educ Fis. 2019;7 (4):18-36. Disponible en: https://revistas.udea.edu.co/index.php/viref/article/view/336838

92. Quiceno C, Alfonso Mantilla JI, Samudio MA, Del Castillo D. Efecto de un programa de prevención de lesiones en la fuerza muscular de jugadoras de fútbol profesional colombiano. Rev iberoam cienc act fís deporte [Internet]. 2021;10 (2):1–17. Disponible en: http://dx.doi.org/10.24310/riccafd.2021.v10i2.11323

93. Bruder AM, Donaldson A, Mosler AB, Patterson BE, Haberfield M, Mentiplay BF, et al. Creating Prep to Play PRO for women playing elite Australian football: A how-to guide for developing injury-prevention programs. J Sport Health Sci [Internet]. 2023;12 (1):130–8. doi: 10.1016/j.jshs.2021.09.003

94. Weerasinghe K. Is strength training an effective physiotherapy-related strategy for injury prevention and performance enhancement in team sports? A scoping review of high-quality randomized controlled trials [Internet]. Research Square. 2025. doi: 10.21203/rs.3.rs-5753318/v1

95. Buehler C. Quantifying muscle forces and joint loading during hip exercises performed with and without an elastic resistance band. Front Sports Act Living [Internet]. 2021;3:695383. doi: 10.3389/fspor.2021.695383

96. Zouita S, Zouita ABM, Kebsi W, Dupont G, Ben Abderrahman A, Ben Salah FZ, et al. Strength training reduces injury rate in elite young soccer players during one season. J Strength Cond Res [Internet]. 2016;30 (5):1295–307. doi: 10.1519/JSC.0000000000000920

97. Skopal LK, Drinkwater EJ, Behm DG. Application of mobility training methods in sporting populations: A systematic review of performance adaptations. J Sports Sci [Internet]. 2024;42 (1):46–60. doi: 10.1080/02640414.2024.2321006

98. Villaquiran A, Molano NJ, Portilla E, Tello A. Flexibilidad, equilibrio dinámico y estabilidad del core para la prevención de lesiones en deportistas universitarios. Univ Salud [Internet]. 2020;22 (2):148–56. doi: 10.22267/rus.202202.186

99. Najarro D, Gutiérrez Ó. Prevención de esguince y entrenamiento propioceptivo del tobillo en deportistas. Rev Digit Act Fis Deport [Internet]. 2021;7 (2). Disponible en: http://dx.doi.org/10.31910/rdafd.v7.n2.2021.1939

100. González-Fernández FT, Falces-Prieto M, Baena-Morales S, Romance-García AR, Adalid-Leiva JJ, Morente-Oria H. (2020). Propuesta de un programa de entrenamiento propioceptivo en fútbol para prevenir lesiones deportivas. Trances, 12 (1):19-30.

101. Al Attar WSA, Bakhsh JM, Khaledi EH, Ghulam H, Sanders RH. Injury prevention programs that include plyometric exercises reduce the incidence of anterior cruciate ligament injury: a systematic review of

cluster randomised trials. J Physiother [Internet]. 2022;68 (4):255–61. doi: 10.1016/j.jphys.2022.09.001

102. Guachamìn Herrera MA, Hidalgo Parra RL. Ejercicios pliométricos para la prevención de lesiones del tren inferior en jóvenes del gimnasio profit GYM. InnDev [Internet]. 2024;3 (1):26–39. Disponible en: http://dx.doi.org/10.69583/inndev.v3n1.2024.110

103. Behm DG, Blazevich AJ, Kay AD, McHugh M. Acute effects of muscle stretching on physical performance, range of motion, and injury incidence in healthy active individuals: a systematic review. Appl Physiol Nutr Metab [Internet]. 2016;41 (1):1–11. doi: 10.1139/apnm-2015-0235

104. Li FY, Guo CG, Li HS, Xu HR, Sun P. A systematic review and net meta-analysis of the effects of different warm-up methods on the acute effects of lower limb explosive strength. BMC Sports Sci Med Rehabil [Internet]. 2023;15 (1):106. doi: 10.1186/s13102-023-00703-6

105. VSople D, Wilcox RB 3rd. Dynamic warm-ups play pivotal role in athletic performance and injury prevention. Arthrosc Sports Med Rehabil [Internet]. 2025;7 (2):101023. doi: 10.1016/j.asmr.2024.101023

106. Ardern CL, Glasgow P, Schneiders A, Witvrouw E, Clarsen B, Cools A, Gojanovic B, Griffin S, Khan KM, Moksnes H, Mutch SA, Phillips N, Reurink G, Sadler R, Silbernagel KG, Thorborg K, Wangensteen A, Wilk KE, Bizzini M. 2016 Consensus statement on return to sport from the First World Congress in Sports Physical Therapy, Bern. Br J Sports Med. 2016 Jul;50 (14):853-64. doi: https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096278

107. Rebelo-Marques A, Andrade R, Pereira R, Espregueira-Mendes J. Return to Play (RTP). En: En: Piedade S, Imhoff A, Clatworthy M, Cohen M, Espregueira-Mendes J. The Sports Medicine Physician. Edit. Springer. 2019. pag. 149-169

108. Ardern CL. Anterior Cruciate Ligament Reconstruction-Not Exactly a One-Way Ticket Back to the Preinjury Level: A Review of Contextual Factors Affecting Return to Sport After Surgery. Sports Health. 2015 May;7 (3):224-30. doi: 10.1177/1941738115578131

109. Bisciotti G, Corsini A, Volpi P. General Principles for Return to Training and Return to Play. En: Return-to-Play after Lower Limb Muscle Injury in Football: The Italian Consensus Conference Guidelines. Edit. Springer. 2022 pag. 5-13

110. Shrier I. Strategic Assessment of Risk and Risk Tolerance (StARRT) framework for return-to-play decision-making. Br J Sports Med. 2015 Oct;49 (20):1311-5. doi: 10.1136/bjsports-2014-094569

111. Shrier I. Return to Sport Decision-Based Models. En: Noyes F, Barber-Westin S. Return to Sport after ACL Reconstruction and Other Knee Operations. Limiting the Risk of Reinjury and Maximizing Athletic Performance. Edit. Springer. 2019. pag. 53-65

112. Kim C, Kaar S. Commonly Encountered Fractures in Sports Medicine. En:Miller M, Thompson S. Delee, Drez, & Miller´s Orthopaedic Sports Medicine. Principles and Practice. 5th Edition. Edit. ElSevier. 2020. pag. 131-142