



## TRABAJO INTEGRADOR FINAL

**Relación entre el índice de carga aguda:crónica (ACWR) y lesiones sin contacto en futbolistas sub-17: un estudio basado en el análisis del GPS en la ciudad de Mar del Plata**

**Autor:** Matias Kelly

**Tutor:** Lic. Auciello

**Integrantes de la cátedra:**

Lic. Prof. Iglesias, Agustina

Lic. Prof. Tonin, María Gisela

Lic.. Rocío Pilar García

Lic. Bianca Argento

Lic. María de los Ángeles Gaggini

Lic. Salagoity Agustina

**Área de investigación:**

Deportología

**Tema:**

Índice de carga aguda:crónica (ACWR) y su relación con las lesiones en el fútbol juvenil

Facultad de Ciencias Medicas  
Licenciatura en Kinesiología y Fisiatría

Año: 2025

# Agradecimientos

---

En especial a mi mamá y a mi papá, por estar siempre a disposición, apoyando, acompañando y pendientes a cualquier cosa que necesitara, reconozco mucho todo su esfuerzo para lograr este objetivo.

A mis hermanos, pilares fundamentales en mi vida.

A mis amigos de siempre y los que conocí una vez empezado el camino universitario. En conjunto lograron motivarme, desde el principio, a siempre seguir adelante.

A todos los docentes de la Universidad Fasta. En especial a la cátedra de TIF, que con su paciencia y dedicación durante esta última etapa, logrando en conjunto guiarme para culminar mi trabajo integrador final.

A mi tutor, Lic. Alejandro Auciello.

Y a todas las personas que fueron parte de este proceso, gracias por estar, apoyarme y preocuparse siempre.

Sin ustedes nunca podría haberlo logrado, gracias.

# Resumen

---

Las lesiones sin contacto constituyen un problema multidimensional en el fútbol, lo que hace fundamental el estudio de sus principales factores de riesgo. El índice de carga aguda:crónica emerge como una herramienta clave que trasciende la simple acumulación de cargas, ofreciendo una perspectiva relacional entre la capacidad de adaptación de un jugador y la demanda física reciente a la que ha sido expuesto.

**Objetivo:** Analizar la relación entre las lesiones sin contacto y el índice de carga aguda:crónica (ACWR) en jugadores de las categorías inferiores sub 17 de fútbol de un club de la ciudad de Mar del Plata durante la temporada comprendida entre los meses de abril y noviembre de 2024.

**Material y método:** el presente trabajo de investigación final es una tesina de tipo cuantitativa, con un alcance correlacional y no experimental, observándose el fenómeno tal como se da en su contexto natural para su posterior análisis. Asimismo, corresponde a un diseño longitudinal, dado que los datos serán recolectados en múltiples momentos durante la etapa competitiva de la temporada. Específicamente, constituye un estudio de cohorte prospectivo, debido a que se seguirá a una sola categoría definida, registrando la exposición a ciertos factores y observando la aparición del efecto a lo largo del tiempo.

**Resultados:** los resultados arrojados durante el periodo de estudio resaltan, por un lado, un alto porcentaje de lesiones sin contacto, específicamente el 44,8% de las mismas. Por otro, la métrica con mayor relación a las mismas fue el "Sprint >24km/h" donde el 61,5% de estos presentaron un índice ACWR mayor a 1.30, seguido de "Distancia>16km/h" y "Distancia>19 km/h", con el 23,1% en ambos casos, y por último la "Distancia Total y "Player Load" que no se documentaron casos en zona de riesgo.

**Conclusión:** La mayor relación encontrada se centra fundamentalmente en la variabilidad de los picos de intensidad y no en los volúmenes total de trabajo, especialmente en los sprints mayores a 24 kilómetros por hora, datos que son de suma utilidad para los profesionales. Sin embargo cuenta con ciertas limitaciones como el tamaño muestral, el tiempo de estudio y no contemplar otras variables.

# Indice

---

<b>Agradecimientos</b>	I
<b>Resumen</b>	II
<b>Indice</b>	III
<b>Justificación</b>	1
<b>Introducción</b>	4
<b>Marco Teorico</b>	
<u>Primer capítulo: las lesiones sin contacto en el fútbol juvenil</u>	7
<u>Segundo capítulo: el monitoreo de las cargas externas y su relación con las lesiones.</u>	17
<b>Diseño metodológico</b>	28
<b>Análisis de datos</b>	34
<b>Conclusión</b>	51
<b>Referencias bibliográficas</b>	55



# JUSTIFICACIÓN



---

Facultad de Ciencias Medicas  
Licenciatura en Kinesiología y Fisiatría

Año: 2025

Los distintos avances de las tecnologías en el contexto del deporte han otorgado, y de una forma precisa, datos asociados al seguimiento deportivo influyendo positivamente en el rendimiento. Además de producir una evolución en la medicina deportiva generando nuevas estrategias para la predicción de lesiones, programas preventivos y otra importante herramienta para la recuperación deportiva (Rebelo et al., 2023)<sup>1</sup>.

Los sistemas de posicionamiento global (GPS) han adquirido una relevancia fundamental en el último tiempo, proporcionando datos objetivos sobre las distancias recorridas, las intensidades de las mismas y los patrones de movimiento (Chambers et al., 2015)<sup>2</sup>.

En este contexto de innovación, el índice de carga aguda:crónica (ACWR) ha surgido como un modelo prometedor para predecir y prevenir lesiones en el deporte. Éste compara la carga reciente con la carga acumulada en el tiempo, dando una perspectiva sobre la influencia que pueden tener las variaciones de las intensidades en el riesgo de padecer una lesión, representado así un avance significativo en la gestión de la salud de los atletas (Gabbett, 2016)<sup>3</sup>.

La aplicación del ACRW, mediante los datos aportados por el GPS, se presenta como una herramienta sumamente valiosa en el fútbol juvenil. Este grupo es especialmente vulnerable a lesiones debido a la demandas físicas del deporte combinadas con los procesos de crecimiento y desarrollo (Read et al., 2016)<sup>4</sup>.

A pesar de la creciente investigación en los últimos años, existe una escasez de estudios centrados en la población juvenil, especialmente en la región sudamericana. Por este motivo, a partir del análisis de la relación entre las lesiones sin contacto y el ACWR, enfocado en futbolistas juveniles de la ciudad de Mar del Plata con la utilización de tecnologías y modelos analíticos innovadores, se busca proporcionar datos para la prevención de lesiones en el contexto específico del fútbol argentino infantil. Los resultados no solo beneficiarán a los deportistas y a los clubes, sino que también contribuirán al conocimiento general sobre la gestión de salud en el fútbol juvenil.

---

<sup>1</sup> Revisión de alcance sobre cómo las tecnologías portátiles y las evaluaciones biomecánicas informan las estrategias de prevención de lesiones en el deporte. Su estudio proporciona una visión general de cómo los datos recopilados pueden traducirse en acciones prácticas para mejorar la seguridad de los atletas.

<sup>2</sup>Examinaron el uso de microsensores portátiles para cuantificar movimientos específicos en el deporte. Su estudio se centró en cómo estas tecnologías pueden proporcionar información detallada sobre el rendimiento y la carga de trabajo de los atletas en diversos deportes.

<sup>3</sup>Propuso el concepto de la paradoja de prevención de lesiones por entrenamiento, sugiriendo que los atletas deberían entrenar de manera más inteligente y dura. Su investigación exploró cómo el equilibrio entre la carga de entrenamiento y la recuperación puede influir en el riesgo de lesiones.

<sup>4</sup> Los autores investigaron los fundamentos científicos y los riesgos de lesiones asociados con la especialización temprana en el fútbol. Su estudio examinó los efectos potencialmente negativos de la especialización deportiva prematura en jóvenes atletas.

En base a lo descrito, se plantea el siguiente problema de investigación.

¿Cuál es la relación entre las lesiones sin contacto y el índice de carga aguda:crónica (ACWR) en jugadores de las categorías inferiores sub-17 de fútbol de un club de la ciudad de Mar del Plata durante la temporada comprendida entre los meses de abril y noviembre de 2024?

El objetivo general de esta tesina es el siguiente.

Analizar la relación entre las lesiones sin contacto y el índice de carga aguda:crónica (ACWR) en jugadores de las categorías inferiores sub 17 de fútbol de un club de la ciudad de Mar del Plata durante la temporada comprendida entre los meses de abril y noviembre de 2024.

Los objetivos específicos son:

- Identificar la incidencia de las lesiones sin contacto sufridas durante el periodo de estudio.
- Analizar el índice de ACWR según las diferentes variables de cargas externas mediante los datos del GPS.
- Indagar la correlación entre los valores de ACWR y la ocurrencia de las lesiones sin contacto.
- Reconocer los umbrales de ACWR asociados con mayor riesgo de lesión.



# INTRODUCCIÓN



---

Facultad de Ciencias Medicas  
Licenciatura en Kinesiología y Fisiatría

Año: 2025

El fútbol se ha consolidado como el deporte más popular y practicado a nivel mundial, con una participación masiva que abarca desde categorías juveniles hasta el ámbito profesional. Según el último censo poblacional realizado por la Fédération Internationale de Football Association (FIFA), más de 270 millones de personas practican fútbol regularmente, lo que representa aproximadamente el 4% de la población mundial de aquel momento, y las tendencias observadas desde entonces sugieren que la participación global ha seguido creciendo. Esta popularidad sin precedentes, especialmente entre los jóvenes, ha convertido al fútbol en un fenómeno social y cultural de gran impacto. Sin embargo, la amplia participación también conlleva un aumento proporcional en el número de consecuencias no deseadas relacionadas con su práctica, convirtiéndose en el deporte con mayor incidencia lesional (FIFA, 2007)<sup>5</sup>.

En el contexto del fútbol juvenil, estas adquieren una relevancia particular debido a que los jugadores se encuentran en pleno desarrollo físico y técnico. Las categorías inferiores, como la sub-17, representan un periodo crítico en la formación de futuros profesionales, donde el equilibrio entre el desarrollo de habilidades y la prevención de lesiones se vuelve fundamental. Entre los diversos tipos de daños que afectan a los jóvenes futbolistas, los que se producen sin un mecanismo de trauma han ganado especial atención en los últimos años, ya que no son resultado directo de una colisión o impacto, sino que se relacionan con factores intrínsecos del atleta y su preparación física (Raya-González et al., 2019)<sup>6</sup>.

La evolución del fútbol en las últimas décadas no solo se ha reflejado en su popularidad, sino también en la incorporación de tecnologías avanzadas para el monitoreo y análisis del rendimiento de los jugadores. Entre estas innovaciones, el uso de sistemas de posicionamiento global se ha vuelto fundamental para cuantificar la carga de trabajo de los atletas con una alta precisión. La relación que existe entre una carga aplicada al deportista y su respuesta desde el punto de vista fisiológico, metabólico y físico es un tema de gran interés. Un adecuado balance entre el estímulo aplicado al deportista y el descanso puede asegurar no solamente un mejor rendimiento, sino que además permite prevenir la aparición de fatiga inductora de lesiones o de disminución del estado de forma. (Rossi et al., 2018)<sup>7</sup>.

---

<sup>5</sup> Estudio global realizado por la Fédération Internationale de Football Association con el objetivo principal de cuantificar la participación mundial en el fútbol. La FIFA recopiló datos de sus 207 asociaciones miembro mediante cuestionarios estandarizados, representando el esfuerzo más exhaustivo hasta la fecha para cuantificar la base global de participantes en el fútbol.

<sup>6</sup> Llevaron a cabo un estudio prospectivo sobre el perfil de lesiones de jóvenes jugadores de fútbol de élite masculino en un club profesional español durante 4 temporadas consecutivas. Su investigación proporciona datos valiosos sobre la epidemiología de lesiones en el fútbol juvenil de alto nivel.

<sup>7</sup> Innovadora investigación donde exploraron la aplicación de técnicas de aprendizaje automático para predecir lesiones en el fútbol utilizando datos de GPS. El estudio analizó datos de 26 jugadores profesionales durante una temporada completa.

Un indicador que ha ganado terreno en la gestión de la carga de entrenamiento es el índice de carga aguda:crónica, o ACWR por sus siglas en inglés. Este índice compara la carga de trabajo reciente, con la carga acumulada durante un periodo más largo, proporcionando información de la preparación del atleta y su riesgo potencial de lesión (Gabbett, 2016).



# MARCO TEÓRICO



## Primer capítulo: las lesiones sin contacto en el fútbol juvenil

Facultad de Ciencias Medicas  
Licenciatura en Kinesiología y Fisiatría

Año: 2025

Las lesiones sin contacto representan un desafío significativo y creciente en el fútbol juvenil, constituyendo una preocupación central para jugadores, entrenadores y profesionales de la salud deportiva, siendo uno de los fenómenos que mayor impacto tiene no solo para el deportista, sino también a nivel colectivo y económico. Bahr et al. (2018)<sup>8</sup> describen a este tipo como aquellas que ocurren sin un contacto físico directo con otro jugador u objeto externo. En el contexto del fútbol, estas suelen producirse durante las acciones como cambios de dirección, aceleraciones, desaceleraciones o aterrizajes, después de un salto, las cuales son el resultado de fuerzas internas generadas por el propio cuerpo del atleta durante el movimientos específicos del deporte. A diferencia con las producidas por algún contacto, caracterizadas por ser el resultado de colisiones o choques con otros jugadores o elementos del campo de juego, siendo fundamental reconocerlas para poder entender la etiología de las mismas con el fin de poder desarrollar estrategias de prevención específica y efectivas.

Estudiar este campo es de gran importancia debido a su alta incidencia y prevalencia en el ámbito deportivo y al impacto potencial significativo que pueden tener en el desarrollo integral a largo plazo de los jóvenes deportistas. Su epidemiología revela un panorama complejo y multifacético que trasciende los aspectos puramente físicos, abarcando también dimensiones psicológicas, sociales y de desarrollo deportivo, razón por la cual han sido objeto de numerosos estudios científicos en los últimos años, generando un cuerpo de conocimiento cada vez más robusto y específico. Bult et al. (2018)<sup>9</sup> realizaron un estudio exhaustivo que abarcó múltiples categorías, los investigadores analizaron datos de más de 1000 jugadores jóvenes durante tres temporadas consecutivas, utilizando un sistema estandarizado para su registro. Sus hallazgos revelaron una elevada incidencia, específicamente de 8.34 lesiones por cada 1000 horas de exposición a la actividad en jugadores de entre 12 y 19 años, donde las que se produjeron sin contacto representaron alrededor del 50% de las mismas. Además, no sólo proporcionó dicha visión en general, sino que se desglosó datos sobre categorías de edad y tipo de actividad. Estos resultados mostraron que el impacto es significativamente mayor durante los partidos que en los entrenamientos, con tasas que llegaron a triplicarse pudiendo explicarse por la mayor intensidad, el componente emocional y la presión competitiva de los partidos oficiales. Aparte se encontró un pico de lesiones causadas por el mencionado mecanismo en la categoría que abarca las edades de 15 y 16 años.

---

<sup>8</sup> Argumentaron a favor de enfocarse en la carga de lesiones y enfermedades en lugar de solo en su incidencia. Su artículo destaca la importancia de considerar la gravedad y la duración de las lesiones al evaluar su impacto general en los atletas y equipos.

<sup>9</sup>Estudiaron la relación entre el riesgo de lesiones, la carga de lesiones, los grupos de edad y el pico de velocidad de crecimiento en jugadores jóvenes de fútbol. Su investigación proporciona información sobre cómo los factores de desarrollo influyen en las lesiones en el fútbol juvenil.

El reparto de estas por edad, cuando se examina en detalle, otorga patrones interesantes. Pfirrrman et al. (2016)<sup>10</sup> observaron un aumento significativo durante el periodo de crecimiento acelerado, especialmente en jóvenes entre 13 y 15 años. Sumado a esto, encontraron una diferencia significativa en los patrones de lesiones de jugadores prepúberes, púberes, y los que ya habían superado esta etapa madurativa, evidenciando cómo el proceso de desarrollo biológico modula no solo la incidencia, sino también la tipología predominante en cada fase. Por un lado, los primeros tienden a sufrir los daños ocasionados por el uso excesivo que afectan principalmente a estructuras ósea en crecimiento, como apófisis y fracturas por estrés, debido a la mayor vulnerabilidad del sistema musculoesquelético inmaduro a las cargas repetitivas mientras que los jóvenes en las otras etapas experimentan un mayor número de esguinces y distensiones musculares agudas relacionadas con fenómenos como el desequilibrio entre el desarrollo de la fuerza muscular y la flexibilidad, la alteración transitoria de la propiocepción durante el crecimiento rápido, y la mayor potencia y velocidad que estos deportistas más maduros pueden generar durante las acciones deportivas explosivas.

La distribución de los jugadores por posición también es otra de las características que genera una gran variabilidad, tanto en la cantidad como en los tipos. Estudios han confirmado que los mediocampistas son los más vulnerables a sufrir lesiones sin contacto, especialmente musculares, localizadas en la región de los isquiotibiales y cuádriceps, seguido por los defensores laterales, experimentando mayor cantidad de esguinces de tobillo, aunque sin una gran diferencia en la incidencia, presentando entre 4,5 y 4,2 cada 1000 horas de exposición, respectivamente. En comparación, los delanteros y defensores centrales mostraron tasas significativamente más bajas. Esta diferencia se atribuye a las demandas físicas específicas de estas posiciones, las cuales implican frecuentes cambios de dirección, aceleraciones y desaceleraciones rápidas (Raya-González et al., 2019).

La transición del fútbol juvenil al profesional trae consigo grandes cambios en la epidemiología. Los hallazgos de Ekstrand et al. (2021)<sup>11</sup>, mediante un estudio longitudinal sin precedentes que abarcó 18 temporadas en equipos de élite europeo, revelaron una incidencia global levemente menor que los resultados descritos en el fútbol juvenil, lo que podría atribuirse a varios factores. En primer lugar, los jugadores de élite generalmente tienen una mejor preparación física y técnica, lo que puede reducir el riesgo de ciertas lesiones. Por añadidura, los equipos de élite suelen contar con programas de prevención

---

<sup>10</sup> Realizaron una revisión sistemática analizando la incidencia de lesiones en jugadores de fútbol profesionales adultos y de élite juvenil. Su estudio ofrece una comparación exhaustiva de los patrones de lesiones entre diferentes grupos de edad en el fútbol.

<sup>11</sup> Realizaron un estudio de cohorte prospectivo de 18 años que reveló una disminución en las tasas de lesiones en el fútbol profesional masculino. Su investigación abarcó casi 12,000 lesiones sostenidas durante 1.8 millones de horas de juego, ofreciendo una visión a largo plazo de las tendencias de lesiones en el fútbol de élite.

más avanzados y un monitoreo más estrecho de la carga de trabajo de los jugadores. Sin embargo, el estudio también reveló diferentes tendencias en relación a las características lesionales. A pesar de la ligera disminución en la incidencia general, la gravedad de estas en el fútbol profesional tiende a ser mayor, experimentando períodos de ausencia más prolongados después de sufrir lesiones no traumáticas en comparación con sus contrapartes juveniles, lo cual está relacionado con la mayor intensidad y las mayores demandas físicas. Otro de los aspectos a destacar es las tendencias a lo largo del tiempo, en la cual los investigadores observaron una disminución gradual a lo largo de las 18 temporadas, con una reducción del 10% en la tasa entre la primera y la última temporada. Esta tendencia positiva se atribuye a la mejora en las estrategias de prevención, el avance de las técnicas de entrenamiento y una mayor conciencia sobre la importancia de la gestión de carga de trabajo.

En el ámbito Argentino la epidemiología presenta algunas similitudes y diferencias en comparación con otras regiones, reflejando desigualdad en los métodos de entrenamiento y los factores socioeconómicos. Por un lado, las intensidades de los entrenamientos registraron un aumento, con sesiones más largas, aumentando el riesgo a sufrir afecciones por uso excesivo. Otro de los factores contribuyentes con el ligero aumento de la incidencia es la calidad variable de los campos de entrenamiento y de juego, relacionado especialmente con daños en la localización de las rodillas y tobillos. La variabilidad de éstas en relación a la posición de juego posee una tendencia similar a los estudios europeos, pero la magnitud de la diferencia entre posiciones es más pronunciada en el contexto sudamericano. Con respecto a la incidencia de las mismas en el fútbol profesional argentino es considerablemente alta, superando el promedio global. Por otro lado, teniendo en cuenta la prevalencia, se estima que alrededor del 40% de los jugadores profesionales en Argentina sufren al menos una lesión significativa por temporada, siendo aproximadamente el 60% de las mismas causadas por las fuerzas intrínsecas y no por una colisión aparente, un porcentaje notablemente superior al observado en otras ligas importantes del mundo. Entre los tipos de las mismas, las más comunes que destacaron los autores en el fútbol argentino son las musculares, particularmente en los isquiotibiales y los cuádriceps, seguidas por esguinces de tobillo y de los ligamentos de rodilla, similar a los estudios epidemiológicos realizados en la región europea (Baldjian et al., 2020)<sup>12</sup>.

Especialmente en el fútbol juvenil de este mismo país, caracterizado por ser un semillero de talentos reconocido mundialmente, con una intensa competitividad y un alto nivel de exigencia física desde edades tempranas, generando un contexto donde no solo se fomenta el desarrollo de habilidades excepcionales, sino también conlleva un riesgo

---

<sup>12</sup> Estudio observacional, descriptivo, retrospectivo y longitudinal de un equipo profesional del fútbol argentino, durante dos temporadas consecutivas. Describe la prevalencia, incidencia, gravedad y el correspondiente impacto lesional.

significativo. En primer lugar, el calendario competitivo intenso, caracterizado por múltiples torneos y partidos frecuentes, además de no poseer una continuidad año a año, aumenta la carga física sobre los jóvenes jugadores, elevando el riesgo de lesiones por fatiga y uso excesivo. Además, la presión significativa sobre estos para destacar y asegurar contratos profesionales a una edad temprana puede llevar a prácticas excesivas y a jugar con ciertas molestias o lesiones, sumado al factor psicológico, incrementando aún más los riesgos (Brandt, 2017)<sup>13</sup>.

Un estudio longitudinal realizado por Grosso y Lassen (2018)<sup>14</sup> en las divisiones juveniles de un club de la primera división dio a conocer detalladamente la incidencia lesional de esta población. Este reveló una tasa lesional de 6.55 lesiones cada 1000 horas de exposición, la cual incrementa a medida que la edad de los jugadores aumenta. Las lesiones musculares representaron el 32% de estas, siendo casi en su totalidad ocasionadas por un mecanismo indirecto, donde más de la mitad ocurrieron en la zona de los isquiotibiales, datos que se asemejan con la literatura mundial. Las tendinopatías, afecciones ligamentosas y articulares también presentaron en su mayoría el mismo mecanismo causal. Estos hallazgos reflejan la elevada frecuencia de lesiones sin un evento traumático en el fútbol juvenil en las divisiones inferiores, representando alrededor del 50% de todas las consultas médicas que se producen durante una temporada.

Actualmente, el fútbol es el deporte colectivo con mayor incidencia lesional, por lo que conocer las causas o factores relativos responsables en dicho deporte es de suma importancia para el accionar de los profesionales, siendo el primer paso en su búsqueda constante de reducirlas mediante programas preventivos. Estos factores se pueden ser divididos en intrínsecos, los cuales tienen relación con las características propias del futbolista, pudiendo ser no modificables, como la edad, el sexo, la genética y la altura, incapaces de ser alterados pero si se deben considerar a la hora de realizar una planificación preventiva. En cuanto a los que podemos tener influencia modificandolos encontramos el peso corporal e índice de masa corporal, el porcentaje de grasa, un mal calentamiento precompetitivo, lesión o lesiones previas o una inadecuada rehabilitación, fatiga muscular, baja resistencia aeróbica, la utilización preferentemente de un segmento corporal, bajos niveles de fuerza muscular o desequilibrio de la misma, la flexibilidad de los tejidos y la variación en la estabilidad postural. (Raya-Gonzalez y Estévez-Rodríguez, 2016)<sup>15</sup>.

---

<sup>13</sup> Estudio observacional retrospectivo sobre lesiones en futbolistas de las categorías juveniles de un club durante una temporada completa, identificando la frecuencia y tipo de las lesiones más comunes. A partir de sus resultados destacan la necesidad de implementar programas de prevención específicos para reducir la tasa de lesiones en este grupo.

<sup>14</sup> Estudio observacional, descriptivo, longitudinal, tomando como fuente de datos las consultas de los futbolistas de las categorías 4ta a 12va división de un club profesional argentino.

<sup>15</sup> Revisión del análisis de los factores de riesgo asociados a lesiones en el fútbol, abordando tanto factores intrínsecos como extrínsecos. Los autores destacan la importancia de implementar

Uno de los factores intrínsecos más relevantes que explica la variabilidad de las lesiones, tanto en la incidencia como en el tipo en los jóvenes, es la diferencia de edad cronológica de los jugadores. Esta abarca diferentes etapas de desarrollo, transitando grandes modificaciones en cada una de ellas. Durante este periodo de sus vidas, los atletas experimentan cambios rápidos en aspectos psicológicos, fisiológicos, cognitivos y conductuales, acompañados de un aumento de peso, altura, masa muscular y modificaciones en la composición corporal. Este crecimiento antropométrico, junto con los cambios hormonales y de control motor, puede generar diferentes predisposiciones a las lesiones. Este proceso se conoce como el pico acelerado de crecimiento o PHV, momento en el que se produce la tasa máxima de crecimiento y es un indicador de madurez (Mandorino et al., 2023a)<sup>16</sup>.

Por otro lado, los factores de riesgo extrínsecos se definen como los factores externos al deportista, estrechamente asociado con la práctica y que posean alguna influencia en la producción de lesiones. Estos son la superficie de juego, el calzado deportivo, exponer a los jugadores juveniles a altos volúmenes e intensidad de los entrenamientos, sumado a su vulnerabilidad por los cambios continuos que presentan en sus diferentes tejidos y a una recuperación deficiente puede favorecer a la aparición de riesgos. Esto no quiere decir que no se deba exigir, sino que es necesario realizar un adecuado control de las cargas para poder realizar un entrenamiento óptimo con el fin de generar una tolerancia física y resistencia a las lesiones. (Mandorino et al., 2023b)<sup>17</sup>.

Un aspecto crucial en la caracterización de los daños ya descritos es su exploración biomecánica. Gracias al avance de las tecnologías de vídeo análisis en el deporte es posible tener una lectura del mecanismo que se producen de una forma más profunda, observando con claridad, y en los diferentes planos sagitales y frontales, el momento exacto en el cual estas se producen. Della Villa et al. (2020)<sup>18</sup> describen los procesos biomecánicos que sufren los deportistas y su impacto en las afecciones ligamentarias, proporcionando una evaluación detallada de los mecanismos desde una perspectiva cinética y cinemática. Destacan los cambios bruscos de dirección con el pie fijo firmemente al suelo están estrechamente relacionados con las lesiones en tobillo y rodilla, debido a las fuerzas de

---

estrategias preventivas basadas en la evidencia científica para reducir la incidencia de las lesiones de los futbolistas.

<sup>16</sup> Estudio sistemático examina la incidencia de lesiones y factores de riesgo en jugadores jóvenes de fútbol. La investigación se centra en el análisis epidemiológico, proporcionando una visión general de la frecuencia y tipos de lesiones más comunes en este grupo demográfico.

<sup>17</sup> Este estudio se enfoca específicamente en los factores de riesgo intrínsecos y extrínsecos para lesiones en futbolistas jóvenes. Los autores presentan un análisis detallado de cómo estos factores influyen en la probabilidad de lesiones.

<sup>18</sup> Innovador estudio que utiliza el análisis sistemático de video para examinar 134 casos de lesiones de ligamento cruzado común anterior (LCA) en futbolistas profesionales masculinos. Los investigadores identifican mecanismos de lesión, patrones situacionales y aspectos biomecánicos, proporcionando información crucial para la prevención de lesiones de LCA en el fútbol.

cizallamiento y rotacionales que ocurren en simultáneo en dichas estructuras anatómicas, superando los umbrales de resistencia fisiológica de los tejidos, especialmente en condiciones de fatiga acumulada o desequilibrios neuromusculares preexistentes. Esta situación es particularmente crítica durante maniobras evasivas a alta velocidad, donde el pie permanece anclado a la superficie mientras el centro de masa del atleta continúa su trayectoria, generando momentos de fuerzas que pueden alcanzar magnitudes de hasta 5 o 7 veces el peso corporal en milisegundos. Además, los autores identificaron que ciertos patrones biomecánicos de aterrizaje tras saltos son considerados factores de alto riesgo para las afecciones ligamentarias de la rodilla, especialmente del ligamento cruzado anterior, como el valgo dinámico excesivo durante la fase de amortiguación, la limitada flexión de rodilla durante la recepción del impacto, o los patrones asimétricos de distribución de cargas entre extremidades, factores que multiplican exponencialmente las fuerzas transmitidas a través de las estructuras pasivas de la articulación, predisponiendo a lesiones por sobrecarga o sobreuso. Por añadidura, el estudio documenta cómo estos mecanismos adversos, cuando se combinan con factores anatómicos individuales como la anteversión femoral, el ángulo Q de la cadera aumentado o la hiperlaxitud ligamentaria, crean escenarios de vulnerabilidad específica para determinados deportistas, explicando en parte las diferencias entre individuos expuestos a similares demandas deportivas.

Estos patrones biomecánicos no solo se limitan exclusivamente al sistema articular, sino que también son causantes de numerosos daños que ocurren en las estructuras musculares, creando una compleja red de interrelaciones entre los diferentes sistemas tisulares del aparato locomotor. Su combinación con las aceleraciones explosivas característica del deporte, produce una alta demanda de contracciones musculares concéntricas de alta potencia seguidas inmediatamente por contracciones excéntricas de elevada intensidad, estando estrechamente asociadas a distensiones o desgarros, especialmente en los grupos musculares de los muslos que soportan la mayor parte de las cargas propulsoras durante el gesto deportivo. Con respecto a las desaceleraciones bruscas, momento en el cual los isquiotibiales experimentan fuerzas excesivas de tipo excéntricas favoreciendo de manera significativa la aparición de distensiones y roturas fibrilares en la zona, en especial en la unión miotendinosa proximal durante la fase final del balanceo en la carrera o en los cambios de dirección con componente de frenado. Es importante entender que estos mecanismos no suceden de forma aislada, sino que interactúan tanto entre sí como en combinación sinérgica con las múltiples situaciones de riesgo a los cuales se ven afectados los deportistas (Kalkhoven et al., 2020)<sup>19</sup>.

---

<sup>19</sup> Propuesta de un modelo conceptual y un marco detallado para entender las lesiones deportivas relacionadas con el estrés, la tensión y el sobre uso. Este enfoque integral ofrece una nueva perspectiva para comprender y prevenir las lesiones en el deporte.

A partir de los complejos factores identificados por la comunidad científica, se han desarrollado numerosos modelos predictivos con el objetivo fundamental de minimizar su incidencia en el deporte, transitando desde enfoques reactivos hacia estrategias preventivas basadas en evidencia. Entre los modelos más reconocidos se destaca el protocolo FIFA 11+, creado por la FIFA con su Centro de Evaluación e Integración Médica, desarrollado específicamente para futbolistas como un programa de calentamiento estandarizado que busca reducir significativamente las lesiones, integrando ejercicios neuromusculares progresivos que abordan múltiples dimensiones como el control postural, estabilización del core, patrones de movimiento, equilibrio muscular y coordinación. Este se estructura en tres niveles de complejidad creciente, comenzando con movimientos de control y estabilización básicos y progresando hacia desplazamientos más dinámicos que emulan gestos deportivos específicos, incorporando componentes como el control propioceptivo, fortalecimiento excéntrico de cadenas musculares, patrones de salto y aterrizaje con corrección biomecánica y ejercicios de equilibrio y estabilización central. La investigación científica ha demostrado que su implementación sistemática puede reducir hasta un 30-50% las lesiones en futbolistas, especialmente aquellas que se producen en las regiones musculotendinosas, convirtiendo al FIFA + en un referente mundial de prevención que ha inspirado el desarrollo de protocolos similares en diversas disciplinas deportivas, subrayando la importancia de un enfoque proactivo y multidimensional en la gestión del riesgo de lesiones (Bizzini, M., & Dvorak, J. 2015)<sup>20</sup>.

Estás, en el fútbol juvenil, no solo tienen consecuencias inmediatas como en términos de dolor y tiempo de inactividad, sino que también pueden tener un impacto significativo y duradero en el desarrollo a largo plazo de los jugadores jóvenes, manifestándose en diversos aspectos incluyendo el desarrollo físico, técnico-táctico, psicológico y la trayectoria profesional de los atletas. Desde el punto de vista físico, estas pueden interrumpir el proceso natural atlético durante periodos críticos de crecimiento. Gomez-Piqueras et al. (2017)<sup>21</sup> destacaron que las lesiones graves, como las rupturas del ligamento cruzado anterior, pueden resultar en cambios biomecánicos compensatorios que persisten incluso después de la rehabilitación, afectando potencialmente el rendimiento a futuro y aumentando el riesgo de nuevas lesiones. Además, estas lesiones pueden inferir con el desarrollo de capacidades físicas fundamentales como la fuerza, la velocidad y la resistencia, creando desequilibrios que pueden ser difíciles de corregir más adelante.

---

<sup>20</sup> Revisión sistemática y metanálisis que evaluó los programas preventivos realizados por la FIFA y su Centro de Evaluación e Investigación Médica. Su resultado principal se encuentra en el índice lesional, observándose una significativa reducción de las mismas en jugadores de fútbol que realizaron los programas FIFA de prevención de lesiones, en comparación con su grupo de control. Además, los resultados muestran que el programa FIFA+ otorga mejores resultados.

<sup>21</sup> Investigación centrada en la evaluación funcional y el riesgo de lesiones en un equipo de fútbol profesional. Los autores exploran cómo las evaluaciones funcionales pueden utilizarse para predecir y prevenir lesiones, proporcionando herramientas prácticas para los profesionales del deporte.

En cuanto al desarrollo técnico-táctico, pueden llegar a representar un gran obstáculo. Los periodos prolongados de inactividad debido a lesiones tienden a resultar en un retraso en la adquisición y perfeccionamiento de las habilidades técnicas del fútbol. Esto es particularmente problemático en las etapas formativas, donde la plasticidad neural y la capacidad de aprendizaje motor están en su punto máximo. Además, la ausencia de partidos y entrenamientos regulares puede afectar negativamente la comprensión táctica del juego y la toma de decisiones, aspectos cruciales para el desarrollo de un jugador. (Read et al., 2018)<sup>22</sup>.

Otro aspecto crucial que no debe subestimarse es el impacto psicológico que ocasionan. Fordyske et al. (2016)<sup>23</sup> encontraron que los jugadores jóvenes que padecen lesiones graves a menudo experimentan ansiedad, depresión y pérdida de confianza. Estos efectos pueden persistir incluso después de la recuperación física completa, afectando el rendimiento y el disfrute del deporte. Además, el miedo a una recurrencia de la lesión puede llevar a un estilo de juego más cauteloso, limitando potencialmente el desarrollo del jugador.

Desde la perspectiva de la trayectoria profesional suelen tener un impacto sustancial en las oportunidades futuras de los jóvenes jugadores. A pesar de la complejidad de poder realizar una acertada predicción del rendimiento a futuro de las categorías juveniles, hay ciertas características específicas que las academias de fútbol destacan de los jugadores talentosos, siendo clave para los profesionales no solo para reconocerlos sino para optimizar los programas de desarrollo de talentos. Se ha observado que los atletas seleccionados para continuar en una academia durante la siguiente temporada poseen similitudes en cuanto a un menor peso corporal, menor porcentaje de grasa y se destacan en las pruebas de agilidad y resistencia, en comparación con los no seleccionados. Todas estas características se ven afectadas negativamente si el joven atleta posee una lesión en algún momento de la temporada. Además, estudios han revelado que los jugadores juveniles jóvenes que sufrieron algún tipo de lesión grave poseen significativamente menos probabilidades de llegar al fútbol profesional en comparación con los compañeros de equipo no lesionados (Castillo et al., 2019)<sup>24</sup>.

---

<sup>22</sup> Estudio de cohorte prospectivo, haciendo un seguimiento de lesiones en seis academias diferentes de fútbol profesional inglesas. Los resultados ofrecen una visión detallada de los patrones de lesiones en jugadores jóvenes de élite, destacando áreas clave para la prevención y el manejo de lesiones en el desarrollo de talentos.

<sup>23</sup> Revisión sistemática mixta que examina los factores psicosociales asociados con los resultados de la rehabilitación de las lesiones deportivas en atletas competitivos. Los autores destacan la importancia de considerar los aspectos psicológicos y sociales en el proceso de recuperación, ofreciendo una perspectiva integral para mejorar los resultados de la rehabilitación.

<sup>24</sup> Los autores investigaron el efecto de la edad relativa en los procesos de selección y promoción en una academia de fútbol de élite española, concluyendo que estos procesos no estaban asociados con dicho efecto, lo que sugiere una evaluación equitativa del talento independientemente de la fecha de nacimiento de los jugadores.

El impacto no se limita solo al individuo, sino que también afecta a los equipos y clubes en su conjunto. La pérdida de jugadores clave debido a lesiones afecta el rendimiento del equipo y complica los objetivos planteados por los mismos. Por lo cual, estas lesiones representan un desafío multifacético que va más allá de las consecuencias inmediatas. Comprender y abordar este impacto integral es fundamental para promover el desarrollo saludable y sostenible (Raya-Gonzalez y Estévez-Rodríguez, 2016).



## MARCO TEÓRICO



### Segundo capítulo: el monitoreo de las cargas externas y su relación con las lesiones

Facultad de Ciencias Medicas  
Licenciatura en Kinesiología y Fisiatría

Año: 2025

En los últimos años, el deporte moderno, y en especial el fútbol, ha experimentado una gran revolución en la gestión de entrenamiento y la prevención de lesiones, impulsada en gran medida por la integración de avanzadas tecnologías en el monitoreo, siendo una práctica de total importancia para los profesionales del deporte como los preparadores físicos, entrenadores y el cuerpo médico, cada uno desde su área de especialización, aunque estrechamente relacionadas. La evaluación del monitoreo deportivo implica el análisis de diversas variables que proporcionan información valiosa sobre los parámetros durante los diferentes momentos en el que el deportista se encuentra, ya sea realizando una sesión de entrenamiento durante la temporada, pretemporada, antes o después de una competencia o para dar seguimiento en un proceso de recuperación, dando información objetiva sobre el progreso, adaptación y respuesta del deportista. Otro de los puntos importantes de la monitorización del deportista es poder tener la condición del mismo en diferentes puntos en el tiempo lo que permite evaluar y comparar, pudiendo realizar cambios en las intervenciones. (McGuigan, 2017)<sup>25</sup>.

Por lo tanto, es crucial comprender que las cargas de entrenamiento pueden cuantificarse de múltiples formas. Según Gabbet et al. (2014)<sup>26</sup> la carga se define como la suma total de estrés aplicado a un individuo como resultado de las sesiones de entrenamiento y competiciones en un periodo determinado.

La carga externa se refiere a factores objetivos y cuantificables como la distancia recorrida, la velocidad máxima alcanzada, la duración de la sesión, el peso levantado, el número de repeticiones y la intensidad del esfuerzo, en esencia, representa el estímulo físico al que se somete un deportista. Por otra parte, la carga interna refleja el impacto fisiológico y psicológico que experimenta el atleta durante la actividad, esta se relaciona con la adaptación a largo plazo del deportista al régimen de entrenamiento. Es importante destacar que la misma carga externa puede producir respuestas internas muy diferentes en distintos atletas. Esto revela que un estímulo determinado puede ser adecuado para algunos deportistas, mientras que otros puede resultar excesivo o insuficiente (Gabbett, 2016).

Las formas para cuantificar la carga externa de un atleta son por un lado los dispositivos de potencia de salida, velocidad y aceleración, los cuales permiten la medición continua de la tasa de trabajo, utilizado frecuentemente en deportes como el ciclismo registrando tanto en el entrenamiento y la competición, y analizando los datos para obtener información sobre una serie de parámetros como los diferentes niveles de potencia, la

---

<sup>25</sup>Guía completa sobre el monitoreo del entrenamiento y rendimiento en atletas. La obra aborda diversos métodos y tecnologías utilizadas en el ámbito deportivo, ofreciendo estrategias prácticas para entrenadores y profesionales del deporte.

<sup>26</sup> Relación entre las cargas de trabajo, el rendimiento físico, las lesiones y las enfermedades en jugadores de fútbol masculinos adolescentes. El estudio proporcionó información valiosa sobre cómo la gestión adecuada de las cargas de entrenamiento puede optimizar el rendimiento y reducir el riesgo de lesiones en jóvenes atletas.

velocidad y las aceleraciones. En los deportes de equipo las herramientas más utilizadas son las que poseen la característica de analizar el movimiento en el tiempo, que incluyen el Sistema de Posicionamiento global, o GPS, y el análisis de patrones de movimiento a través de video digital. La medición de la función neuromuscular, como las pruebas de salto en sus diferentes estilos, el rendimiento de sprint, también son utilizados regularmente en los deporte de equipos, siendo la potencia, la fuerza, la velocidad, la altura máxima de salto, el tiempo de vuelo, el tiempo de contacto y la tasa de desarrollo de fuerza las variables más comunes que pueden ser medidas. (Halsón S. L., 2014)<sup>27</sup>.

Los métodos de cuantificación más comúnmente empleados en la monitorización en la carga interna en el entrenamiento deportivo incluye la Percepción Subjetiva de Esfuerzo (RPE), la monitorización de la frecuencia cardiaca y la concentración de lactato sanguíneo. La RPE, con la utilización de escalas como la de Borg, es un método no invasivo que se basa en la noción de que un atleta puede monitorear su estrés fisiológico durante el ejercicio, así como proporcionar información retrospectiva sobre su esfuerzo percibido después del entrenamiento o competencia, teniendo una mayor confiabilidad en ejercicios en estado estable, como por ejemplo el ciclismo, que en ejercicios de alta intensidad y corta duración como lo es el fútbol. Por otro lado, el control de la frecuencia cardiaca, otro de los medios más comunes para evaluar la carga interna de los atletas, se basa en la relación entre la frecuencia cardiaca y la tasa de consumo de oxígeno durante el ejercicio en estado estable. Por último, la concentración de lactato estable es sensible a los cambios de intensidad y duración de ejercicio, sin embargo, existen varias limitaciones potenciales para el uso de un control regular de las concentraciones de lactato durante el entrenamiento y ejercicio y competición, las cuales incluyen la temperatura del ambiente, el estado de hidratación, el ejercicio previo y la cantidad de masa muscular utilizada, así como los procedimientos de muestreos (Halsón S. L., 2014).

En la actualidad ha tomado una gran importancia tener esta información a disposición, la cual proporciona datos con el fin de cuantificar el esfuerzo, estrés físico, rendimiento en competencia, evaluar la carga de trabajo en diferentes posiciones, monitorear y adaptar las demandas fisiológicas del deportista. Uno de los objetivos principales del monitoreo de las cargas debe ser ayudar e informar a los entrenadores y coordinadores a gestionar las decisiones a partir de la disponibilidad de los jugadores para el entrenamiento, basándose en datos objetivos, facilitando las discusiones productivas sobre la percepción del esfuerzo, la fatiga y la disposición para entrenar o competir, favoreciendo no solo a la adherencia al programa de entrenamiento, sino también promoviendo un enfoque colaborativo y centrado en el atleta. Otro de los puntos a destacar es su relación con la prevención de lesiones, los

---

<sup>27</sup> Destacan la importancia de monitorear la carga de entrenamiento para comprender la fatiga en los atletas. El artículo discute diversos métodos de cuantificación de la carga y sus aplicaciones prácticas, enfatizando la necesidad de un enfoque individualizado en la gestión del entrenamiento.

diferentes profesionales del deporte, ya sea entrenadores, preparadores físicos, kinesiólogos, utilizan los distintos parámetros de monitoreo de cargas internas y externas con el fin de poder establecer estímulos óptimos de entrenamiento para obtener niveles específicos de rendimiento, buscando evitar las reacciones negativas en los deportistas. (Bourdon et al., 2017)<sup>28</sup>.

Una de las herramientas más utilizadas y con mayor relevancia que se han utilizado en este contexto de evolución es el índice de carga aguda:crónica, centrada en la compresión y el manejo de la carga en los entrenamientos de los deportistas. Gabbett (2016) introdujo este concepto, argumentando que el ACWR ofrece una visión más completa de la preparación del atleta en comparación con las medidas tradicionales de carga de entrenamiento, con el fin de optimizar el rendimiento y reducir el riesgo de lesiones. Este se define como la relación entre la carga aguda, descrita como la carga realizada típicamente en una semana representando el estado de fatiga en cualquier momento de la temporada, y la carga crónica, que generalmente abarca las últimas 3 a 6 semanas, lo que describiría el estado de preparación o aptitud física. Esta relación proporciona una perspectiva dinámica de cómo el atleta está manejando las semanas actuales del entrenamiento en relación a su preparación a largo plazo. Debido a la gran variabilidad de métodos para la cuantificación de la actividad realizada por un deportista, las métricas utilizadas para cuantificar la carga y poder realizar este cálculo, varían desde medidas subjetivas, como lo es midiendo la carga interna a través de la Percepción Subjetiva de Esfuerzo, hasta medidas objetivas derivadas de sistemas GPS cuantificando la carga externa de un jugador. Además, se pueden utilizar métricas basadas en la frecuencia cardíaca como el Training Impulse o TRIMP, o las específicas del deporte como el número de acciones técnicas realizadas. La elección del método de cálculo y los parámetros a utilizar dependerá del contexto específico, los recursos disponibles y los objetivos de monitoreo.

La conceptualización del ACWR se fundamenta en principios fisiológicos esenciales que gobiernan la adaptación del organismo al estrés físico, principalmente en la teoría de la supercompensación y la adaptación al estrés. Impellizzeri, et al. (2020)<sup>29</sup> profundizaron significativamente en estos fundamentos, explicando cómo el mismo refleja el delicado equilibrio entre los procesos de fatiga acumulada y la subsecuente adaptación positiva en el organismo del atleta. Según esta teoría cuando un estímulo de entrenamiento (carga) se aplica al organismo, inicialmente se produce una disminución en la capacidad funcional

---

<sup>28</sup> Presentan una declaración de consenso sobre el monitoreo de las cargas de entrenamiento en atletas. El documento proporciona recomendaciones basadas en evidencia para la implementación efectiva de estrategias de monitoreo en diversos contextos deportivos.

<sup>29</sup> Discuten los problemas conceptuales y las limitaciones fundamentales del ratio de carga aguda:crónica. El artículo destaca la importancia de interpretar cuidadosamente este indicador y considerar otros factores en la gestión de la carga de entrenamiento.

debido a la fatiga, seguida de una fase de recuperación que, bajo condiciones óptimas, conduce a una supercompensación donde la capacidad funcional supera el nivel inicial.

En paralelo al desarrollo de este concepto, los avances tecnológicos de la última década han generado un gran impacto en el monitoreo deportivo. Malone et al. (2017)<sup>30</sup> describieron la evolución de las tecnologías de seguimiento en el deporte, desde los primeros sistemas de análisis de video hasta los sofisticados dispositivos GPS actuales. Esta progresión ha permitido una cuantificación cada vez más precisa y detallada de las demandas físicas en el fútbol, proporcionando a los profesionales del deporte datos invaluable para la optimización del rendimiento y la prevención de lesiones.

Los sistemas de GPS han tomado una relevancia fundamental, ofreciendo una gama de aplicaciones que van desde los análisis tácticos hasta el monitoreo de la carga del entrenamiento. Cummins et al. (2013)<sup>31</sup> exploraron los principios y aplicaciones del GPS en el fútbol, destacando su capacidad para medir parámetros como la distancia recorrida, la velocidad, y los cambios de dirección con una destacada precisión. Adicionalmente, cuenta con sensores inerciales, como giroscopios, acelerómetros y magnetómetros, aportando una mayor cantidad de información específica del deporte. Estos hallazgos resaltan la importancia de adaptar la aplicación de tecnologías GPS y, por su extensión, el cálculo del ACRW, a las características específicas de la población juvenil. La utilización de los dispositivos GPS para la cuantificación de cargas y su relación con la aparición de lesiones se ve evidenciada en múltiples estudios, tanto en deportes individuales como colectivos, profesionales y en divisiones juveniles. Estos remarcan que el aumento de las intensidades no solo aumenta las capacidades físicas de los deportistas, sino también pueden llevar al atleta a un punto de vulnerabilidad si no poseen una correcta planificación.

Un estudio pionero en cuanto al monitoreo sistemático de cargas semana a semana fue realizado en el ámbito del cricket por Hulin et al. (2014), quienes examinaron meticulosamente la relación entre la carga de entrenamiento y el riesgo de lesiones específicamente en lanzadores de este deporte. Esa investigación, considerada fundamental en el desarrollo del concepto de ACWR, implementó un seguimiento longitudinal de los jugadores, monitoreando variables como el volumen de lanzamientos, la intensidad percibida y distancias recorridas. Los investigadores documentaron con precisión que estos deportistas tenían 3.3 veces mayor riesgo de sufrir lesiones cuando su carga aguda, medida durante un periodo de 7 días, excede significativamente su carga crónica, acumulada durante un periodo de 28 días, estableciendo así uno de los primeros valores cuantitativos

---

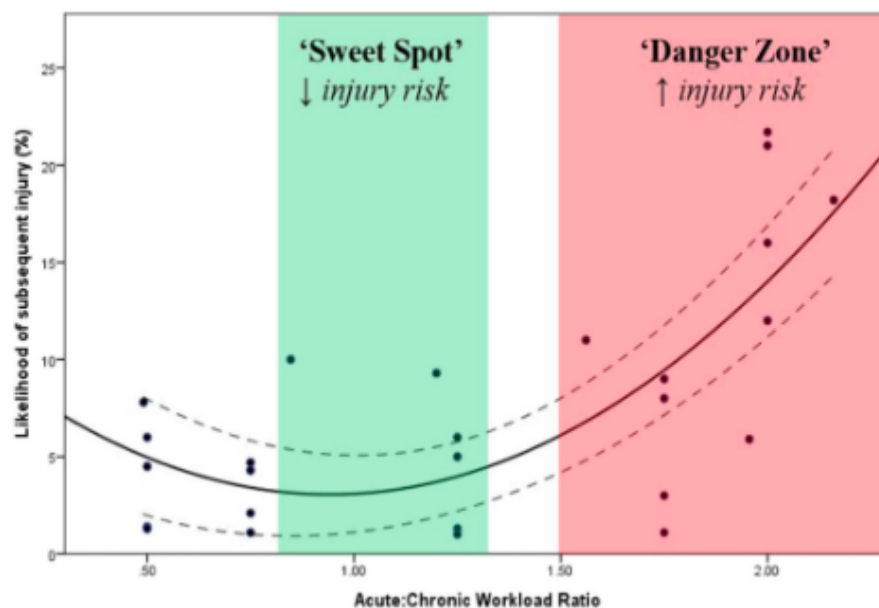
<sup>30</sup> Exploran las aplicaciones y consideraciones para el uso de dispositivos GPS en el deporte. El estudio proporciona una visión general de cómo estos dispositivos pueden ser utilizados para optimizar el rendimiento y prevenir lesiones en atletas.

<sup>31</sup> Realizaron una revisión sistemática sobre el uso de sistemas de posicionamiento global (GPS) y sensores de microtecnología en deportes de equipo. El artículo destaca las aplicaciones prácticas y las limitaciones de estas tecnologías en el monitoreo del rendimiento deportivo.

de referencia sobre el desequilibrio entre cargas agudas y crónicas. De esta manera, el mencionado estudio no solo sentó las bases conceptuales y metodológicas en diversos ámbitos deportivos, sino que proporcionó un modelo práctico para la cuantificación de dicha relación.

Utilizando la información de diferentes estudios realizados en diferentes deportes, especialmente de cricket, rugby y fútbol, Blanch y Gabbett (2016)<sup>32</sup> determinaron un rango de seguridad de la relación aguda-crónica, donde mantener a los atletas entre valores de 0.8 y 1.3 se asocia con un menor riesgo de lesiones. En contraparte, los valores que exceden este rango sobrepasarían la capacidad adaptativa del organismo, o los que no lo llegan a cumplir indicarían un estímulo insuficiente que no promueve las adaptaciones necesarias para el rendimiento óptimo, donde ambos casos tienen como resultado un aumento del riesgo a sufrir algún tipo de daño. Adicionalmente reconocen que dicha relación se puede usar con cualquier variable que se pueda monitorizar.

Imagen 1: Relación aguda-crónica y riesgo de lesiones.



Blanch y Gabbett (2016).

La implementación de este índice se ha visto detallada ampliamente en el deporte de alto rendimiento y profesional, especialmente en los que son de equipos como el fútbol, ya que la gestión eficaz de la carga de trabajo y la prevención de lesiones se han convertido en aspectos cruciales para el éxito de los equipos, impactando en todas las esferas de una

<sup>32</sup> A través de la revisión y sintetización de investigaciones previas sobre la relación entre las cargas de trabajo y las lesiones en varios deportes. Los autores proponen el índice de carga de trabajo aguda:crónica (ACWR) como herramienta para cuantificar y manejar el riesgo de lesiones.

institución. Por un lado, este permite identificar periodos de mayor riesgo y ajustar las cargas y estímulos de entrenamiento, ayudando a los deportistas a mantener una condición física óptima, bajando el riesgo de interrumpir el proceso de entrenamiento por alguna condición física, lo que tendría un impacto significativo en la disponibilidad de los jugadores y, por ende, en el rendimiento del equipo. Otra de las ventajas que ofrece su implementación se ve reflejada en la planificación y programación de los entrenamientos más efectivos y seguros, respondiendo a las necesidades cambiantes de los jugadores y el equipo. Desde una perspectiva económica, el impacto está relacionado con los costos asociados con el tratamiento y la rehabilitación, pudiendo optimizar los recursos, tanto humanos como financieros, y mantener un plantel más estable y competitivo (Bowen et al., 2020)<sup>33</sup>.

En el contexto específico del fútbol, varias investigaciones han demostrado la utilidad en la identificación de patrones asociados con un aumento de la vulnerabilidad del deportista. Las métricas de GPS comúnmente utilizadas en estos estudios incluyen la distancia recorrida total, siendo esta la distancia total que el deportista recorre en el momento del monitoreo, la distancia recorrida a alta velocidad, típicamente las distancias que superen los 20 km/h para los jugadores profesionales y 19/h para los jugadores de las divisiones juveniles, la distancia recorrida en velocidad de sprint, las cuales son las que superan los 25 km/h en el contexto profesional y 24 km/h para los juveniles, el número total de aceleraciones y desaceleraciones de alta intensidad, superando las velocidades de 3 m/s<sup>2</sup> para profesionales y 2.5 m/s<sup>2</sup> para juveniles, y el player load, que es una medida arbitraria definida como una tasa de cambio de aceleración dividida por un factor escala, y permite la cuantificación de la carga aplicada en un momento específico del entrenamiento o la carga total del entrenamiento teniendo en cuenta la duración. Es importante notar que los umbrales para estas métricas suelen ser ligeramente diferentes entre jugadores profesionales y juveniles, reflejando las diferentes capacidades físicas y demandas del juego (McGuigan, 2017).

Bowen et al. (2020) resaltan la importancia de su puesta en funcionamiento en este deporte a partir de su exhaustiva investigación realizada en un equipo de la primera división inglesa durante tres temporadas consecutivas. A partir de la cuantificación de las métricas ya mencionadas y su posterior cálculo, proporcionando así una medida dinámica de la relación entre el trabajo reciente y el trabajo acumulado a lo largo del tiempo. Los resultados que obtuvieron remarcaron un aumento dramático en el riesgo de lesiones cuando el ACWR supera ciertos umbrales, experimentando un mayor riesgo de 5 a 7 veces mayor durante los

---

<sup>33</sup> Este estudio tuvo como objetivo investigar la relación entre el índice de carga aguda:crónica (ACWR) y el riesgo de lesiones en jugadores de fútbol de la Premier League inglesa, a partir de los datos de GPS y acelerómetros. El estudio concluyó que el monitoreo del ACWR es crucial para la prevención de lesiones y la optimización del rendimiento en el fútbol profesional.

picos de intensidad. Especialmente las métricas que mayor se relacionan con un aumento del riesgo son la distancia recorrida a alta velocidad y la distancia total.

Ehrmann et al. (2016)<sup>34</sup> también investigaron la relación entre los datos de GPS y las lesiones no traumáticas en futbolistas profesionales durante una temporada completa. Los autores descubrieron que los jugadores que sufrieron traumatismos sin impacto directo habían acumulado una mayor carga de alta velocidad en la tercera y cuarta semana previa al incidente, en comparación con sus compañeros no lesionados. Este estudio destaca la importancia de monitorear no solo la carga total, sino también las intensidades específicas del entrenamiento y competición. Además, sugiere que la acumulación progresiva de cargas de alta intensidad podría ser un factor predisponente para estas dolencias, lo que refuerza la necesidad de implementar estrategias de periodización adecuadas que contemplen períodos de recuperación suficientes tras bloques de entrenamiento intenso.

El fútbol juvenil de élite también ha sido objeto de estudio con el fin de relacionar la gestión y medición de estas métricas con las lesiones. Bowen et al. (2017)<sup>35</sup> analizaron las cargas de trabajo durante dos temporadas, comparando las cargas acumuladas y las proporciones de carga ACWR a partir de los datos aportados por el GPS, siendo la distancia total, la distancia a alta velocidad, aceleraciones y carga total las métricas que tuvieron en cuenta. Los resultados que obtuvieron son relevantes, tanto ciertas cargas acumuladas como en valores extremos del índice ya mencionado estaban significativamente relacionados con las lesiones. Específicamente, al igual que en el estudio anterior, el riesgo aumentó significativamente cuando el promedio de las cargas crónicas de las velocidades de alta intensidad poseían valores más bajos en comparación con la carga realizada en la semana de la lesión. Adicionalmente, el análisis mostró que un ACWR entre 1.2 y 1.6 para la distancia total recorrida, y entre 1.1 y 1.4 para las aceleraciones, se correlacionan con el menor riesgo de lesiones.

A pesar de los avances significativos en la monitorización de la carga de trabajo en el fútbol profesional a nivel mundial, es importante señalar que en el contexto del fútbol argentino, especialmente en las divisiones juveniles, existe una brecha en la investigación relacionada con la relación de cargas agudas y las cargas acumuladas semana a semana. Sin embargo, esto no significa que no se estén realizando esfuerzos para comprender y

---

<sup>34</sup> Los investigadores examinaron el uso de la tecnología GPS en la prevención de lesiones en el fútbol profesional. El estudio destaca cómo la información derivada de estos dispositivos puede ser utilizada para optimizar las estrategias de entrenamiento y reducir el riesgo de lesiones en jugadores de fútbol.

<sup>35</sup> A partir del análisis de 32 jugadores durante 2 temporadas completas, los autores tuvieron como propósito investigar la relación entre el ACWR a partir de los datos del GPS y el riesgo de las lesiones sin contacto en jugadores de las categorías juveniles. Estos llegaron a la conclusión de que las cargas de trabajo acumuladas y agudas más altas tienen una fuerte relación, pero además, que el aumento progresivo de las mismas pueden desarrollar la tolerancia física de los jugadores a cargas agudas más intensas y la resistencia a sufrir dicha lesión.

optimizar el rendimiento de los jóvenes mediante el uso de tecnologías avanzadas. En este sentido, un estudio reciente realizado por Polo y Sganga (2024)<sup>36</sup> han puesto en manifiesto el uso de sistemas de posicionamiento global para analizar las demandas de carga externa en el fútbol formativo de élite en Argentina. A partir de este análisis, especialmente entre las edades de 13 a 18, revelaron notorias diferencias físicas entre ellas, aumentando progresivamente a medida que la edad avanza. Esta investigación representa un paso importante hacia la comprensión más profunda de las exigencias físicas a las que están sometidos los jóvenes futbolistas.

Otra de las herramientas que ha generado una evolución durante la última década en el ámbito deportivo es la utilización de la inteligencia artificial. Lo que comenzó con simples análisis estadísticos post-competición ha evolucionado hacia sistemas predictivos altamente sofisticados gracias a la implementación de algoritmos de deep learning y redes neuronales. Esta revolución tecnológica ha permitido superar las limitaciones del análisis convencional, facilitando la identificación de patrones complejos no evidentes a simple vista. En el contexto específico del fútbol, la IA ha evolucionado desde herramientas básicas de análisis táctico hacia plataformas integrales capaces de procesar simultáneamente datos biomecánicos, fisiológicos y contextuales en tiempo real. Los clubes de élite actualmente implementan sistemas que monitorizan constantemente a cada jugador mediante dispositivos wearables avanzados, creando perfiles individualizados que permiten optimizar tanto el rendimiento como la disponibilidad de los atletas a lo largo de temporadas cada vez más exigentes y congestionadas (Musat et al., 2024)<sup>37</sup>.

La integración del monitoreo de cargas externas con otras variables fisiológicas y contextuales constituye el fundamento de los modelos predictivos de lesiones más avanzados en el fútbol actual. Mediante la cuantificación sistemática y precisa de parámetros como distancias recorridas a diferentes intensidades, número y magnitud de aceleraciones/desaceleraciones, impactos y potencia mecánica desarrollada a través de dispositivos GPS y acelerómetros, los algoritmos de IA establecen umbrales con marcadores de carga interna como variabilidad cardíaca, percepción subjetiva de esfuerzo e incluso biomarcadores sanguíneos, creando modelos multifactoriales capaces de detectar desequilibrios en el ratio de carga aguda y crónica y otros indicadores críticos. La verdadera innovación de estos sistemas radica en su capacidad para identificar desviaciones

---

<sup>36</sup> Estudio sobre las demandas de carga externa en el fútbol formativo de élite en Argentina utilizando tecnología GPS. Analizaron las categorías sub-14, sub-16 y sub-18, examinando métricas como distancia total recorrida, distancia a alta intensidad y número de sprints.

<sup>37</sup> Esta revisión profundiza sobre el papel de la IA en la predicción de las lesiones deportivas mediante el examen de sus diferentes métodos, sus aplicaciones en diversos deportes y limitaciones que presenta. Ofrece una descripción detallada del Machine Learning, Deep Learning and Generative IA. Los autores concluyen que los sistemas de IA pueden identificar los riesgos de lesiones y ofrecer soluciones proactivas para mejorar el rendimiento, prevenir lesiones y facilitar la rehabilitación mediante el análisis de datos de wearables, métricas de rendimiento y evaluaciones biomecánicas.

significativas respecto a los patrones habituales de cada atleta, alertando sobre incrementos abruptos en variables específicas que preceden estadísticamente a eventos lesionales. Esta aproximación personalizada permite a los equipos interdisciplinarios implementar intervenciones preventivas altamente específicas basadas en evidencia objetiva, maximizando el rendimiento mientras se minimiza el riesgo mediante la modulación científica de cargas de trabajo (Munoz Macho, et al., 2024)<sup>38</sup>.

A pesar de que los avances tecnológicos están revolucionando los procesos de entrenamiento, prevención y gestión en el deporte, especialmente los relacionados con la monitorización de las cargas en el fútbol, existe una brecha significativa entre el conocimiento científico disponible y su aplicación práctica en contextos reales, particularmente en el ámbito formativo. Esta discrepancia no es casual ni insignificante, sino que responde a múltiples barreras que dificultan su adopción generalizada de estos sistemas tecnológicos, donde hasta los clubes de élite con amplios recursos presentan desafíos considerables para su implementación que trascienden los aspectos puramente económicos. En este contexto, resulta fundamental analizar sistemáticamente los obstáculos que limitan el aprovechamiento potencial de estas herramientas para optimizar el desarrollo deportivo (Akenhead, R., & Nassis, G. P. 2016)<sup>39</sup>.

La resistencia cultural al cambio constituye uno de los principales obstáculos para su adopción en entornos deportivos tradicionales. Buchheit (2017)<sup>40</sup> señala que existe una marcada división entre los cuerpos técnicos que desarrollan una idea tradicionalista y los innovadores, lo que genera tensiones y dificulta la implementación de sistemas apoyados en datos objetivos, en especial los que basan su metodología de trabajo en la observación y experiencia personal, cuestionando la necesidad de incorporar tecnología avanzada en procesos que consideran suficientemente efectivos desde su perspectiva. Esta situación resulta particularmente problemática en el fútbol juvenil, donde los paradigmas formativos tradicionales suelen estar profundamente arraigados y la innovación puede ser percibida como un elemento disruptivo que desvía la atención de aspectos fundamentales en el desarrollo deportivo.

La relación costo-beneficio incierta representa un obstáculo adicional para la justificación de inversiones en sistemas de monitorización, particularmente en categorías inferiores formativas donde los intereses económicos inmediatos asociados al rendimiento

---

<sup>38</sup> Revisión sistemática que identifica y analiza las diferentes técnicas específicas de IA utilizadas en los deportes de equipo, además de especificar su relación con el rendimiento y la atención médica.

<sup>39</sup> Estudio basado en una encuesta a profesionales de clubes de élite de fútbol, relevando que casi en su totalidad monitorean la carga de entrenamiento, principalmente utilizando GPS y escalas de percepción del esfuerzo (RPE). Los resultados mostraron discrepancias entre la ciencia actual y la práctica en el campo, con una implementación limitada de técnicas avanzadas de análisis.

<sup>40</sup> Análisis crítico sobre los desafíos en la comunicación de datos científicos a entrenadores y atletas. Propone estrategias prácticas para mejorar la presentación de informes de monitoreo, destacando la importancia de la simplicidad visual, la contextualización de datos y la adaptación del mensaje según receptor.

son escasos. Malone et al. (2019)<sup>41</sup> destacan la dificultad para cuantificar el retorno de inversión en estos sistemas, señalando que mientras los costos son tangibles e inmediatos, los beneficios suelen ser difusos y a largo plazo, especialmente en términos de prevención de lesiones o desarrollo óptimo de talentos. Por lo que la justificación de los gastos ante los responsables financieros en el mencionado ámbito se ve complicada y los recursos limitados deben distribuirse entre múltiples necesidades prioritarias, situación en la que se evidencia la escasez de personal especializado capaz de interpretar adecuadamente los datos obtenidos, generando una carencia en el mencionado sector.

Por otro lado, los desafíos educativos también son una dificultad a superar, debido a la necesidad de actualización constante caracterizada por la rápida evolución tecnológica. Este campo se encuentra en una gigantesca expansión sin frenos, exigiendo un compromiso permanente con la formación generando una fatiga formativa en profesionales que deben mantenerse al día en múltiples áreas simultáneamente. Por lo que el éxito de estos sistemas avanzados radica en menos medida de las características intrínsecas de la tecnología y más de la capacidad para integrar coherentemente en estructuras organizativas, superando las barreras identificadas y contemplando en forma conjunta aspectos económicos, técnicos, formativos y culturales, desarrollando estrategias adaptativas que permitan aprovechar el potencial preventivo y optimizador de los sistemas de monitorización sin comprometer valores fundamentales del proceso formativo ni imponer exigencias incompatibles con las realidades específicas de cada institución (Fullagar et al. 2019)<sup>42</sup>.

---

<sup>41</sup> Investigación basada en la entrevista a científicos deportivos de equipos profesionales que identifican facilitadores y barreras para la colaboración efectiva en investigación aplicada. Los resultados destacan la importancia de la confianza, comunicación efectiva y comprensión mutua entre científicos y personal técnico.

<sup>42</sup> El estudio examina críticamente el concepto de carga de entrenamiento y su relación con las lesiones deportivas. Cuestiona varios supuestos metodológicos en la investigación actual y propone un marco conceptual más riguroso para estudiar las asociaciones entre carga y lesiones.



# DISEÑO METODOLÓGICO



Facultad de Ciencias Medicas  
Licenciatura en Kinesiología y Fisiatría

Año: 2025

El presente estudio se caracteriza por tener un alcance correlacional, ya que busca establecer la relación existente entre las lesiones sin contacto y el índice de carga aguda:crónica (ACWR) en un contexto deportivo específico. Se desarrolla bajo un enfoque de investigación cuantitativo, permitiendo la medición y análisis de las variables seleccionadas mediante valores numéricos y análisis estadísticos.

En cuanto al diseño, se trata de una investigación no experimental, observándose el fenómeno tal como se da en su contexto natural para su posterior análisis. Asimismo, corresponde a un diseño longitudinal, dado que los datos serán recolectados en múltiples momentos durante un periodo de tiempo, lo que permitirá analizar la evolución y cambios en las variables a través del tiempo. Específicamente, constituye un estudio de cohorte prospectivo, debido a que se seguirá a un grupo definido de individuos que comparten determinadas características, registrando la exposición a ciertos factores y observando la aparición del efecto a lo largo del tiempo.

El universo está constituido por todos los jugadores de fútbol masculinos de categoría sub-17 pertenecientes a un club de fútbol de la ciudad de Mar del Plata durante la temporada 2024, mientras que la unidad de análisis corresponde a cada jugador individual de dicha categoría en el club seleccionado.

Para la conformación de la muestra se ha empleado un método de selección no probabilístico por conveniencia, considerando la accesibilidad y colaboración del club seleccionado. Este resulta apropiado dadas las características del estudio, que requiere un seguimiento continuo durante varios meses y acceso a datos específicos tanto de rendimiento como médicos. El tamaño muestral abarca a todos los jugadores de la categoría que cumplan con los criterios de inclusión establecidos, los cuales son: estar oficialmente inscrito, participar regularmente en entrenamientos y partidos, no presentar lesiones actuales al inicio del estudio y no ser arquero.

El listado de variables es el siguiente:

- Lesiones sin contacto.
- Métrica de GPS 1: Distancia total recorrida.
- Métrica de GPS 2: Distancia recorrida a más de 16 kilómetros por hora.
- Métrica de GPS 2: Distancia recorrida a más de 19 kilómetros por hora.
- Métrica de GPS 3: Sprints.
- Métrica de GPS 4: Player load.
- Índice de carga aguda:crónica (ACWR).
- Carga aguda.
- Carga crónica.

Nombre	Definición conceptual	Aspectos a medir	Instrumento de recolección de datos	Tipo de pregunta o indicador	Categorización de la variable
Lesiones sin contacto	Daño tisular u otra alteración de la función física normal resultante de la transferencia rápida o repetitiva de energía cinética sin contacto directo con otra persona u objeto	Tipo, mecanismo lesional, región, zona, hemisferio, severidad, posición	Registro médico y kinesiológico	Indicador categorico	Variable
Distancia total recorrida	Distancia que recorre un jugador durante periodo registrado con GPS	Metros recorridos	Datos de GPS	Indicador numerico continuo	Variable cuantitativa continua (metros)
Distancia recorrida a más de 16km/hs	Distancia recorrida a una velocidad mayor de 16 km/h	Metros recorridos a una velocidad mayor a 16 kilómetros por hora	Datos de GPS	Indicador numerico continuo	Variable cuantitativa continua (metros)
Distancia recorrida a mas de 19km/hs	Distancia recorrida a una velocidad mayor de 19 km/h	Metros recorridos a una velocidad mayor a 19 kilómetros por hora	Datos de GPS	Indicador numerico continuo	Variable cuantitativa continua (metros)

Sprints	Distancia recorrida a una velocidad mayor de 24 km/h	Metros recorridos a una velocidad mayor a 24 kilómetros por hora	Datos de GPS	Indicador numerico continuo	Variable cuantitativa continua (metros)
Player load	Suma de las aceleraciones medidas en los tres planos de movimiento principales y cuantifica el esfuerzo físico total a partir del acelerómetro triaxial	Esfuerzo físico total durante una sesión completa	Datos de GPS	Indicador numerico continuo	Variable cuantitativa continua (unidades arbitrarias)
Índice de carga aguda:crónica (ACWR)	Relación entre la carga de trabajo reciente (aguda) y la carga de trabajo promedio a largo plazo (crónica)	Valor numérico resultante de la división de la carga aguda entre la carga crónica	Datos de GPS	Indicador numerico continuo	Variable cuantitativa continua: <0.8 (bajo) 0.8-1.3 (óptimo) >1.3 (elevado)
Carga aguda	Suma de la carga de trabajo durante un período corto (7 días)	Valor numérico de la métrica de carga seleccionada durante la última semana	Datos de GPS	Indicador numerico continuo	Variable cuantitativa continua (según la unidad de cada métrica)

Carga cronica	Promedio de la carga de trabajo durante un período más largo (4 semanas previas)	Promedio de los valores semanales de la métrica de carga seleccionada durante las 4 semanas anteriores	Datos de GPS	Indicador numerico continuo	Variable cuantitativa continua (según la unidad de cada métrica)
---------------	--	--	--------------	-----------------------------	--

El registro de lesiones se basó en la propuesta realizada por FIFA en su consenso para la realización de estudios epidemiológicos en el fútbol profesional. El mismo se realizó durante el periodo de competición, entre los meses de abril y noviembre del año 2024, constituyendo la base para el análisis de la asociación entre la carga de entrenamiento y la ocurrencia de lesiones en la muestra estudiada. Se incluye:

- Tipo de lesión: refiere a la estructura afectada; muscular / tendinosa / ligamentosa / articular / ósea / otra
- Mecanismo lesional: forma en que se produjo la lesión; contacto / sin contacto / sobreuso
- Región: estructura anatómica donde se produjo la lesión; pubis / cadera / muslo / rodilla / pierna / tobillo / pie / dedos pie / cabeza y cuello / tronco superior / tronco inferior / hombro / brazo / codo / antebrazo / muñeca / mano / dedos de la mano
- Zona: cara afectada; anterior / posterior / interna / externa
- Hemisferio: derecho / izquierdo / no aplica
- Severidad: gravedad de la lesión en base al tiempo de inactividad; leve (0 a 4 días) / menor (4 a 7 días) / moderada (7 días a 4 semanas) / severa (4 semanas en adelante)
- Posición: lugar que ocupa en el campo; arquero / defensor / mediocampista / delantero
- Lugar: sitio en el que ocurrió la lesión; partido / entrenamiento / otro



# ANÁLISIS DE DATOS

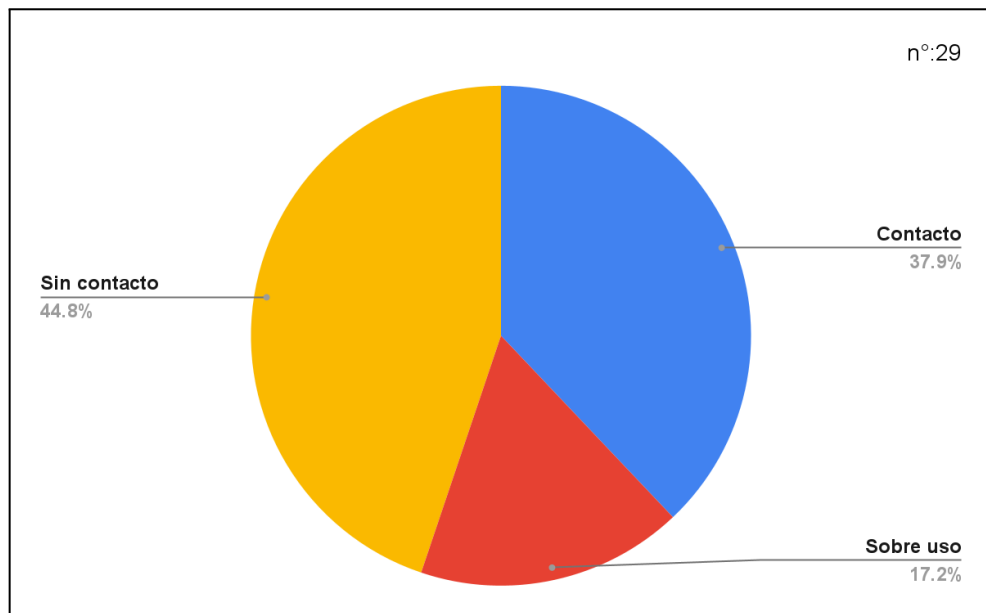


Facultad de Ciencias Medicas  
Licenciatura en Kinesiología y Fisiatría

Año: 2025



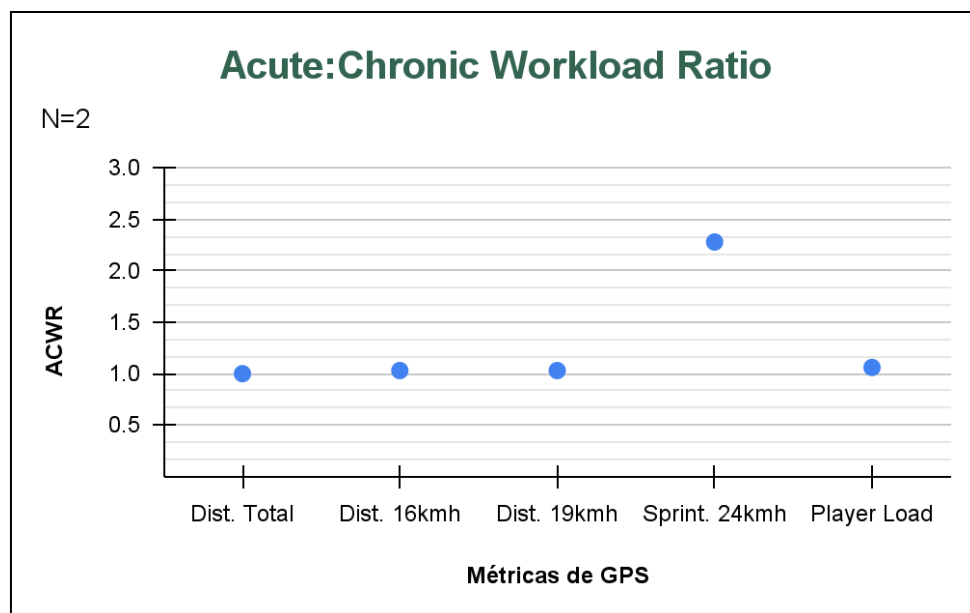
## Recuento de Mecanismo Lesional N=1



Fuente: elaboración propia

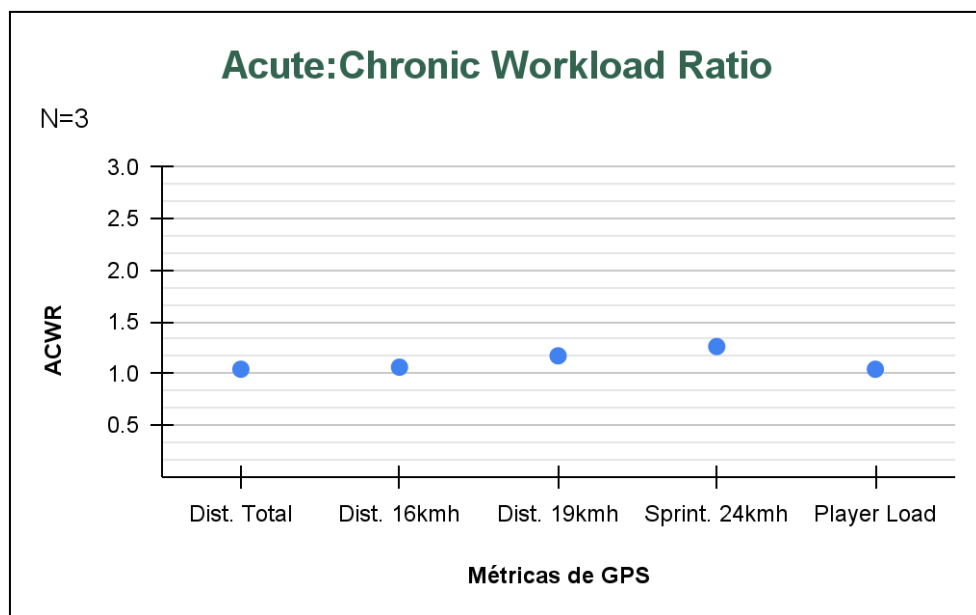
A partir de dicho recuento lesional, se llevó a cabo el cálculo del índice de carga aguda:crónica de las diferentes variables de cargas de entrenamiento a partir de los datos extraídos del GPS.

Jugador 1				
Variable de GPS	Carga Aguda (1 semana)	Carga Crónica (4 semanas)	ACWR	Interpretación
Distancia Total (m)	25967	25866	1	Zona Óptima
Distancia >16km/h (m)	2699	2631	1.03	Zona Óptima
Distancia >19km/h (m)	1634	1589	1.03	Zona Óptima
Sprint >24km/h (m)	846	371	2.28	Zona de Riesgo
Player Load (UA)	2010	1890	1.06	Zona Óptima



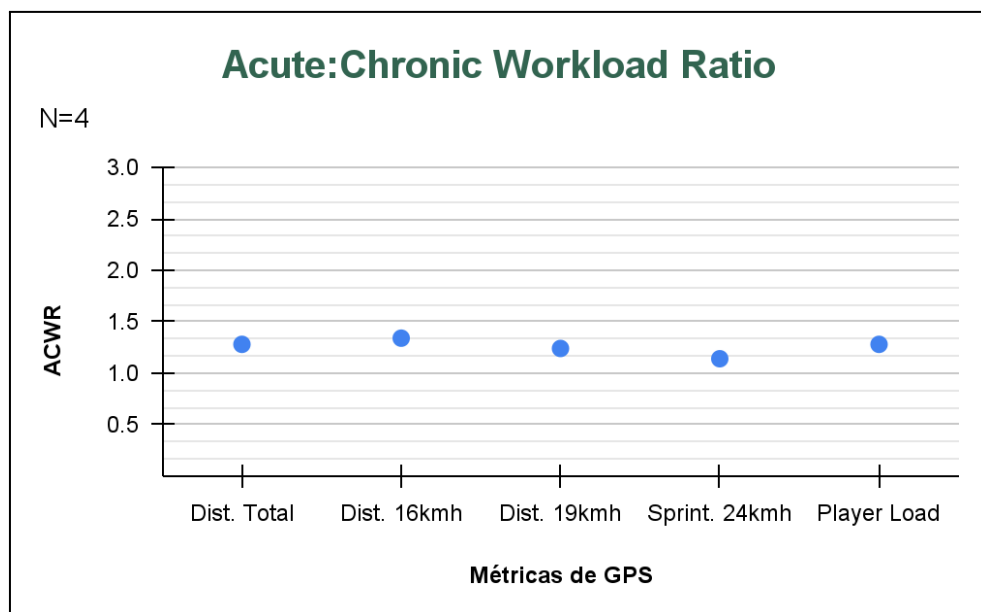
Fuente: elaboración propia

Jugador 2				
Variable de GPS	Carga Aguda (1 semana)	Carga Crónica (4 semanas)	ACWR	Interpretación
Distancia Total (m)	20631	19767	1.04	Zona Óptima
Distancia >16km/h (m)	2431	2302	1.06	Zona Óptima
Distancia >19km/h (m)	1751	1491	1.17	Zona Óptima
Sprint >24km/h (m)	671	534	1.26	Zona Límite
Player Load (UA)	1856	1781	1.04	Zona Óptima



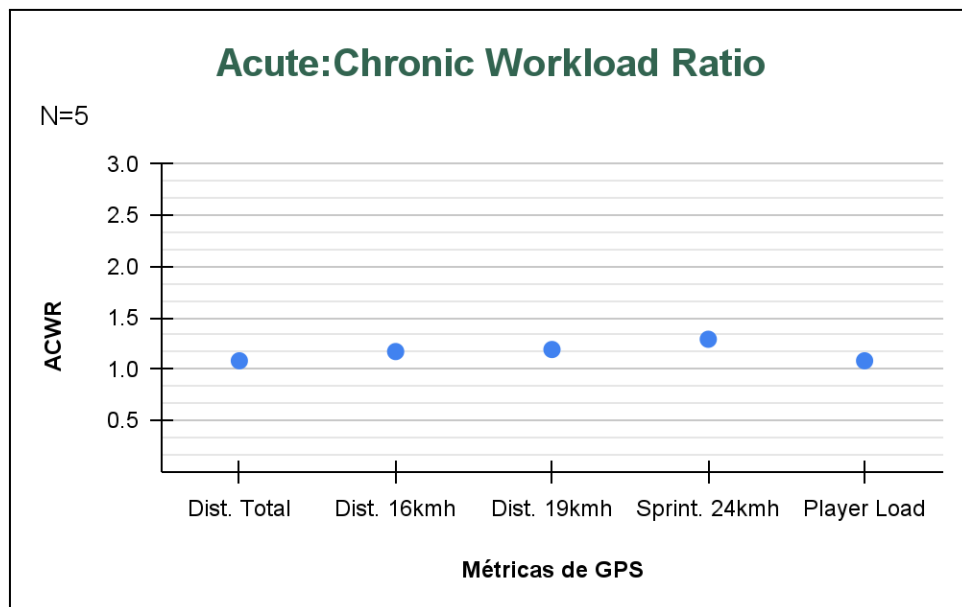
Fuente: elaboración propia

Jugador 3				
Variable de GPS	Carga Aguda (1 semana)	Carga Crónica (4 semanas)	ACWR	Interpretación
Distancia Total (m)	26743	20883	1.28	Zona Límite
Distancia >16km/h (m)	4211	3151	1.34	Zona de Riesgo
Distancia >19km/h (m)	3116	2506	1.24	Zona Óptima
Sprint >24km/h (m)	1223	1071	1.14	Zona Óptima
Player Load (UA)	2882	2252	1.28	Zona Límite



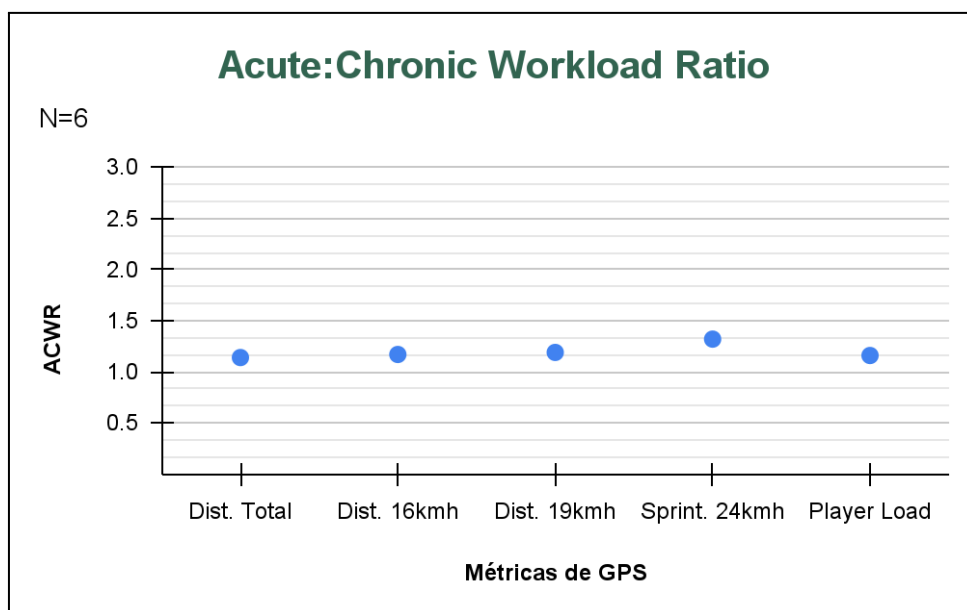
Fuente: elaboración propia

Jugador 4				
Variable de GPS	Carga Aguda (1 semana)	Carga Crónica (4 semanas)	ACWR	Interpretación
Distancia Total (m)	5062	4673	1.08	Zona Óptima
Distancia >16km/h (m)	500	429	1.17	Zona Óptima
Distancia >19km/h (m)	251	211	1.19	Zona Óptima
Sprint >24km/h (m)	27	21	1.29	Zona Límite
Player Load (UA)	435	402	1.08	Zona Óptima



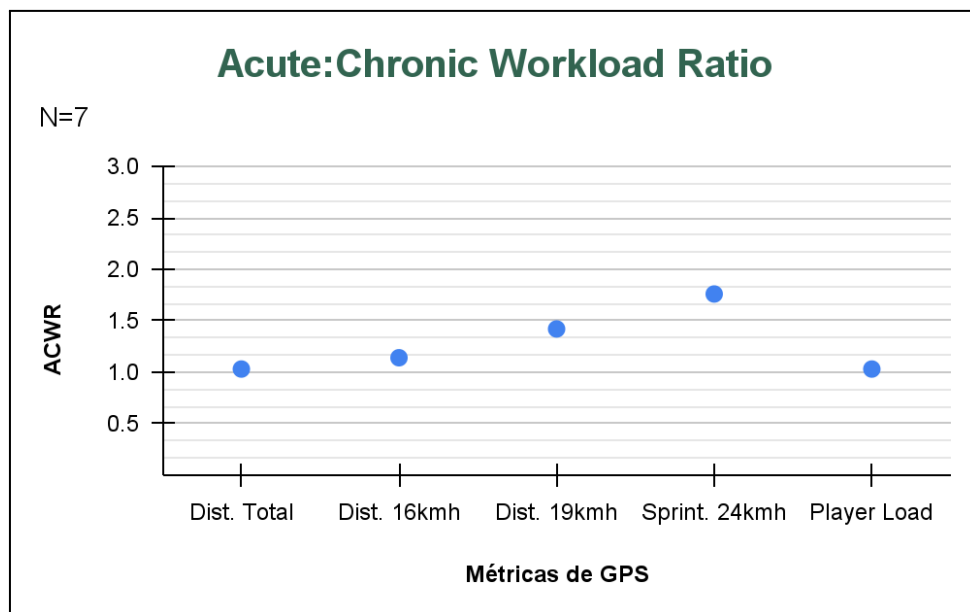
Fuente: elaboración propia

Jugador 5				
Variable de GPS	Carga Aguda (1 semana)	Carga Crónica (4 semanas)	ACWR	Interpretación
Distancia Total (m)	18233	15966	1.14	Zona Óptima
Distancia >16km/h (m)	2708	2324	1.17	Zona Óptima
Distancia >19km/h (m)	1554	1307	1.19	Zona Óptima
Sprint >24km/h (m)	157	119	1.32	Zona de Riesgo
Player Load (UA)	1945	1674	1.16	Zona Óptima



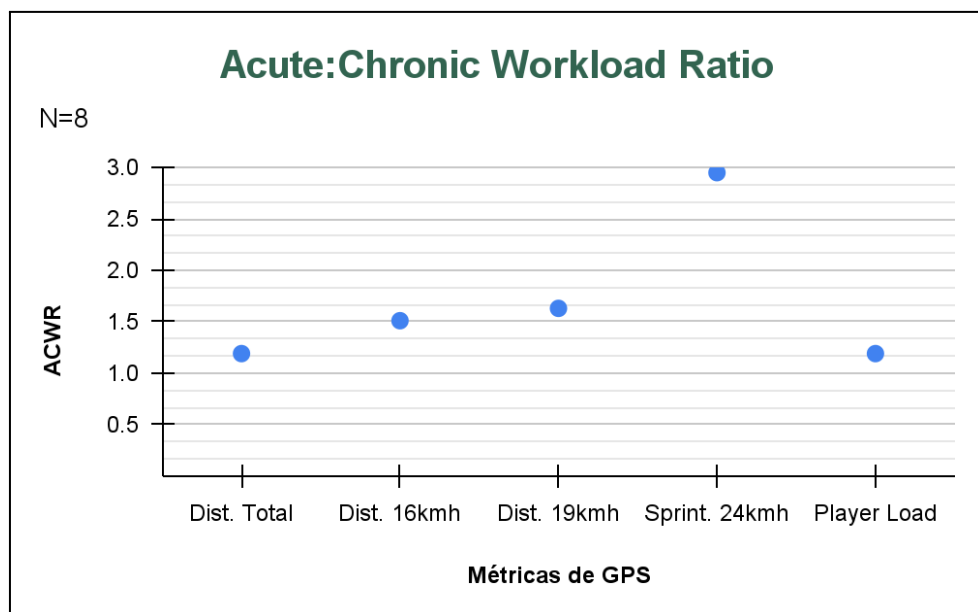
Fuente: elaboración propia

Jugador 6				
Variable de GPS	Carga Aguda (1 semana)	Carga Crónica (4 semanas)	ACWR	Interpretación
Distancia Total (m)	4178	4072	1.03	Zona Óptima
Distancia >16km/h (m)	604	531	1.14	Zona Óptima
Distancia >19km/h (m)	346	244	1.42	Zona de Riesgo
Sprint >24km/h (m)	83	47	1.76	Zona de Riesgo
Player Load (UA)	167	163	1.03	Zona Óptima



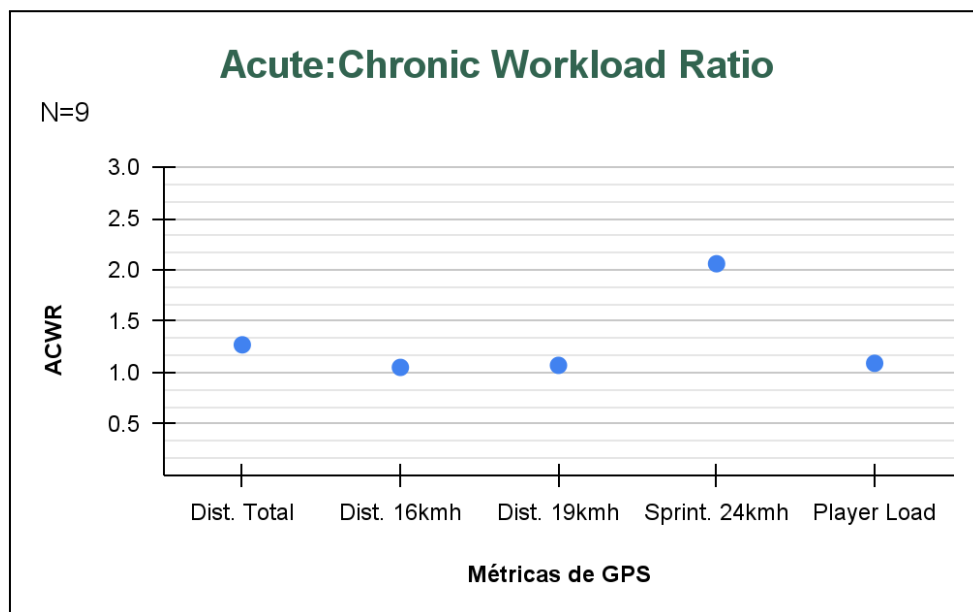
Fuente: elaboración propia

Jugador 7				
Variable de GPS	Carga Aguda (1 semana)	Carga Crónica (4 semanas)	ACWR	Interpretación
Distancia Total (m)	5350	4509	1.19	Zona Óptima
Distancia >16km/h (m)	801	531	1.51	Zona de Riesgo
Distancia >19km/h (m)	414	254	1.63	Zona de Riesgo
Sprint >24km/h (m)	102	35	2.95	Zona de Riesgo
Player Load (UA)	214	179	1.19	Zona Óptima



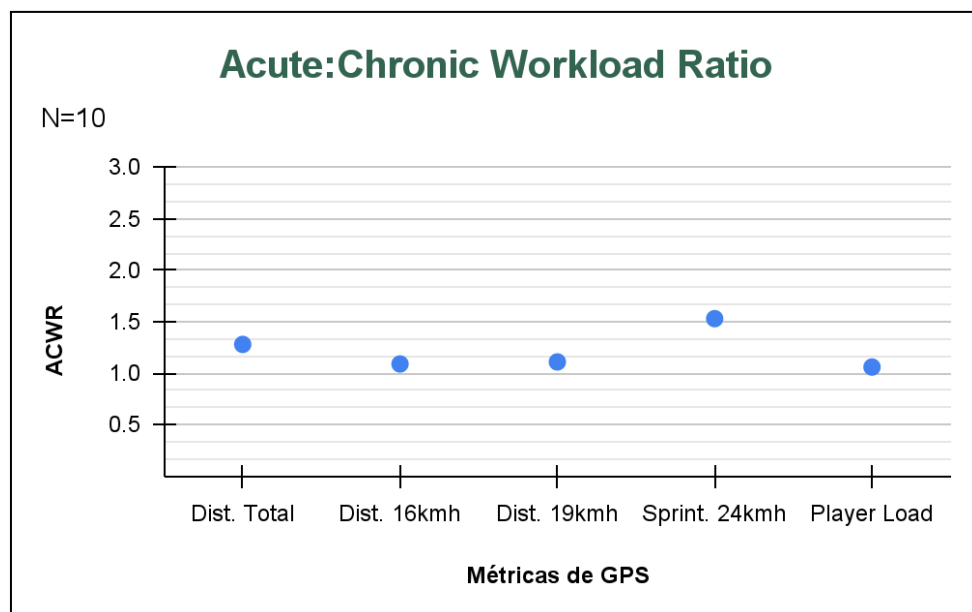
Fuente: elaboración propia

Jugador 8				
Variable de GPS	Carga Aguda (1 semana)	Carga Crónica (4 semanas)	ACWR	Interpretación
Distancia Total (m)	31751	25071	1.27	Zona Límite
Distancia >16km/h (m)	5490	5253	1.05	Zona Óptima
Distancia >19km/h (m)	2285	2138	1.07	Zona Óptima
Sprint >24km/h (m)	915	443	2.06	Zona de Riesgo
Player Load (UA)	2247	2068	1.09	Zona Óptima



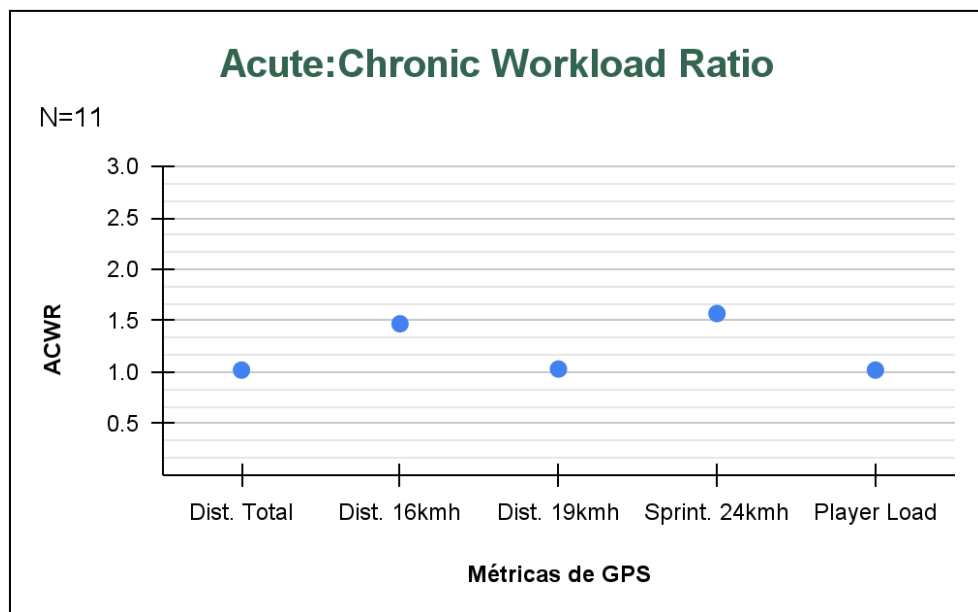
Fuente: elaboración propia

Jugador 9				
Variable de GPS	Carga Aguda (1 semana)	Carga Crónica (4 semanas)	ACWR	Interpretación
Distancia Total (m)	21005	16403	1.28	Zona Límite
Distancia >16km/h (m)	2560	2358	1.09	Zona Óptima
Distancia >19km/h (m)	1247	1125	1.11	Zona Óptima
Sprint >24km/h (m)	377	247	1.53	Zona de Riesgo
Player Load (UA)	1756	1660	1.06	Zona Óptima



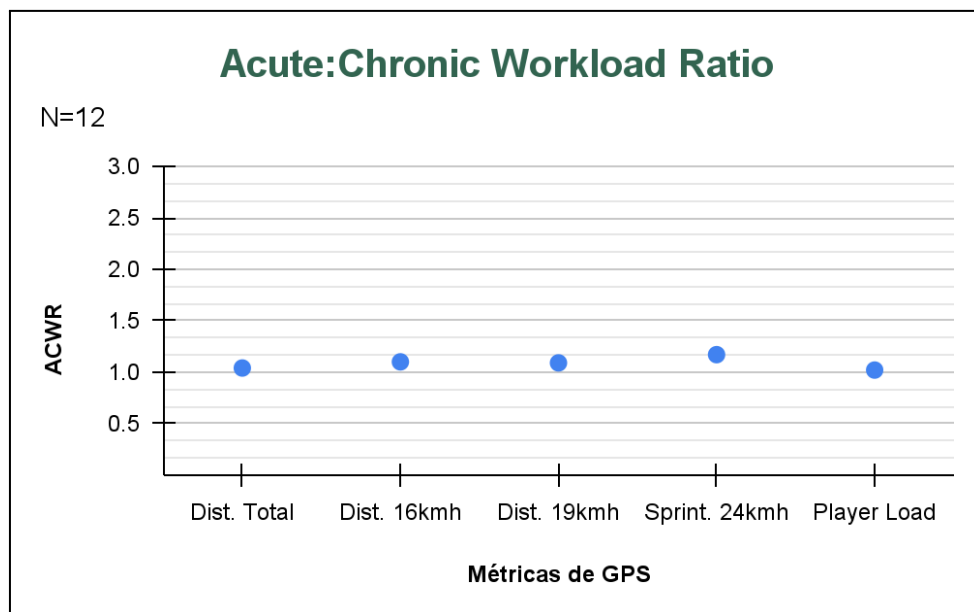
Fuente: elaboración propia

Jugador 10				
Variable de GPS	Carga Aguda (1 semana)	Carga Crónica (4 semanas)	ACWR	Interpretación
Distancia Total (m)	26965	26390	1.02	Zona Óptima
Distancia >16km/h (m)	5300	3601	1.47	Zona de Riesgo
Distancia >19km/h (m)	1770	1722	1.03	Zona Óptima
Sprint >24km/h (m)	590	376	1.57	Zona de Riesgo
Player Load (UA)	2698	2639	1.02	Zona Óptima



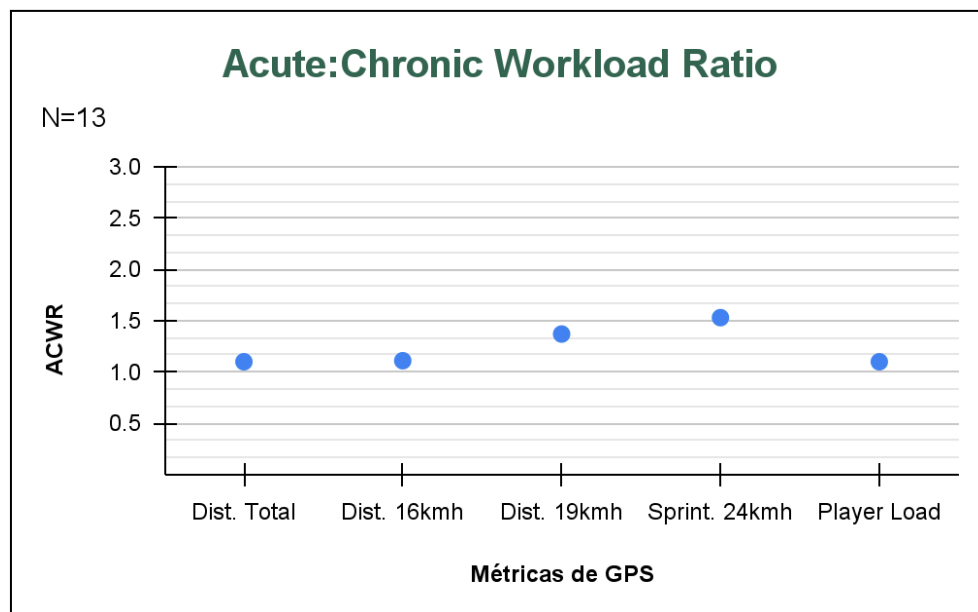
Fuente: elaboración propia

Jugador 11				
Variable de GPS	Carga Aguda (1 semana)	Carga Crónica (4 semanas)	ACWR	Interpretación
Distancia Total (m)	5167	4990	1.04	Zona Óptima
Distancia >16km/h (m)	484	442	1.1	Zona Óptima
Distancia >19km/h (m)	335	308	1.09	Zona Óptima
Sprint >24km/h (m)	67	57	1.17	Zona Óptima
Player Load (UA)	223	218	1.02	Zona Óptima



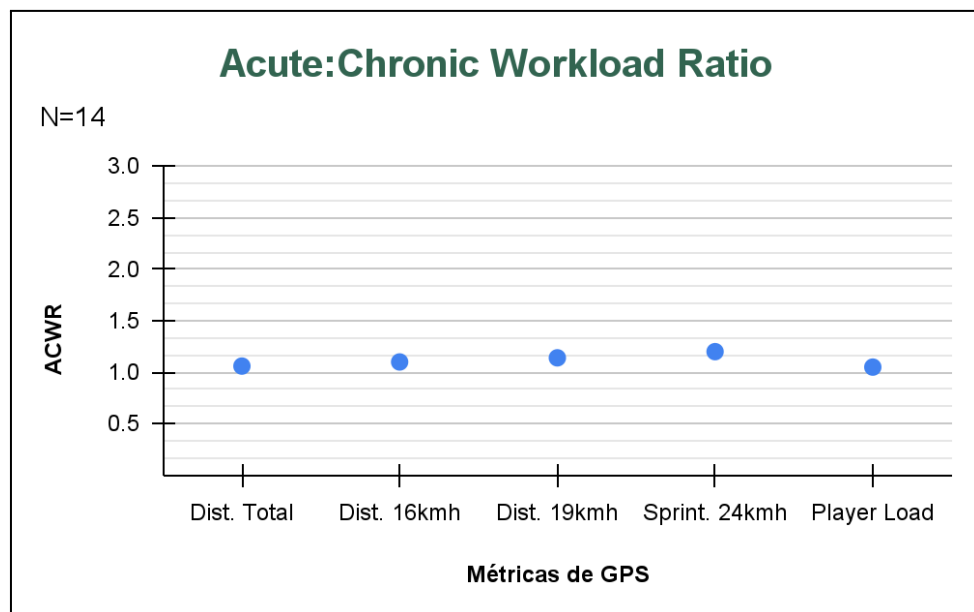
Fuente: elaboración propia

Jugador 12				
Variable de GPS	Carga Aguda (1 semana)	Carga Crónica (4 semanas)	ACWR	Interpretación
Distancia Total (m)	24058	21881	1.1	Zona Óptima
Distancia >16km/h (m)	3738	3363	1.11	Zona Óptima
Distancia >19km/h (m)	1975	1439	1.37	Zona de Riesgo
Sprint >24km/h (m)	220	144	1.53	Zona de Riesgo
Player Load (UA)	2387	2175	1.1	Zona Óptima



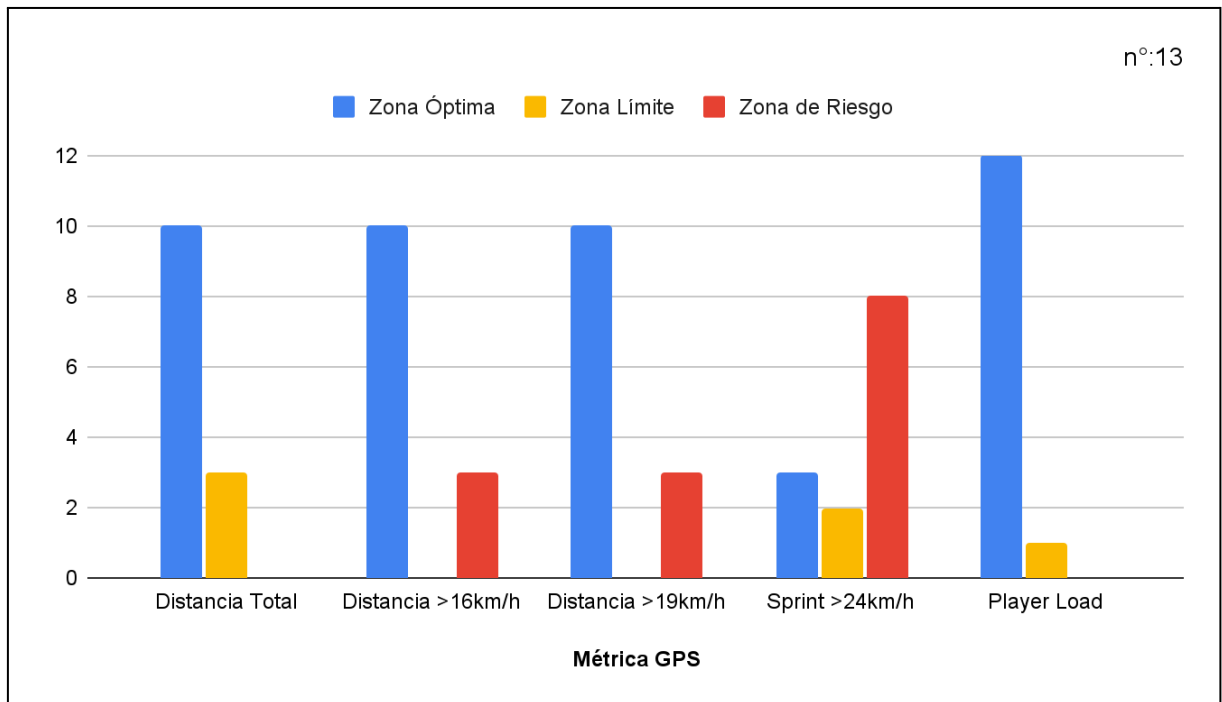
Fuente: elaboración propia

Jugador 13				
Variable de GPS	Carga Aguda (1 semana)	Carga Crónica (4 semanas)	ACWR	Interpretación
Distancia Total (m)	18302	17305	1.06	Zona Óptima
Distancia >16km/h (m)	2912	2641	1.1	Zona Óptima
Distancia >19km/h (m)	1703	1489	1.14	Zona Óptima
Sprint >24km/h (m)	335	280	1.2	Zona Óptima
Player Load (UA)	1808	1715	1.05	Zona Óptima



Fuente: elaboración propia

## Frecuencia de zona de riesgo N=15



Fuente: elaboración propia

A continuación se presentan los resultados del análisis de datos recopilados entre abril y noviembre de 2024. Durante este periodo se registraron un total de 29 lesiones, de las cuales 13 (44,8%) se produjeron con el mecanismo lesional sin contacto, como se visualiza en el gráfico número 1. Se ilustra la distribución de los valores de carga aguda:crónica de cada uno de ellos, desde el gráfico número 2 al 14, observándose una notable variabilidad en las métricas de alta intensidad, especialmente el "Sprint >24km/h", con picos que superan ampliamente la zona óptima, donde estos oscilan entre 1.2 y 2.95, en contraparte, las métricas asociadas al volumen total (distancia total y player load) exhibieron valores dentro de los rangos seguros de entrenamiento, sin registrar casos que superaran el umbral de 1.3. Además, el gráfico número 15 muestra la frecuencia de casos en cada zona de riesgo.



# CONCLUSIÓN



---

Facultad de Ciencias Médicas  
Licenciatura en Kinesiología y Fisiatría

Año: 2025

Durante 8 meses de seguimiento exhaustivo, en la etapa competitiva de la temporada, esta investigación exploró la compleja relación entre el índice de carga aguda:crónica (ACWR) y las lesiones sin contacto en futbolistas juveniles de la categoría sub 17 en la ciudad de Mar del Plata. A través de la tecnología GPS se monitorearon las cargas externas, tanto de entrenamiento como de partido, con el fin de identificar los patrones de estas que le anteceden a estos daños causados sin ningún tipo de impacto.

Los datos obtenidos en dicho periodo de estudio arrojaron que las lesiones que se produjeron sin la causa de un traumatismo externo representaron el 44.8% de la totalidad, datos que se asemejan tanto a la literatura mundial como en el territorio argentino. La predominancia de estas lesiones sean de carácter muscular, especialmente en la región del muslo (69.2%) reflejan características universales en el fútbol, independientemente del nivel competitivo. El 92.3% de estas sucedieron en las prácticas de entrenamiento, un patrón relevante ya que está por encima de la media de los datos reportados hasta el momento.

En cuanto a los resultados del ACWR, la métrica de alta intensidad "Sprint >24km/h" fue la que se identificó con una mayor asociación, donde el 61.5% de los lesionados presentaron un índice mayor 1.30, adicionalmente, otro 15.4% se encontró en una zona límite, entre 1.25 y 1.30. Dichos hallazgos son similares a los realizados por Bowen, et al. (2020) en la Premier League inglesa, donde el aumento de los picos de alta intensidad se asociaron con un notable aumento del riesgo lesional. Por lo tanto confirma que dichos esfuerzos representan ser la carga externa más crítica para el desarrollo de lesiones sin contacto, posiblemente debido a las elevadas demandas neuromusculares y el estrés mecánico que estos esfuerzos generan en las estructuras músculo-tendinosas, patrón que se mantiene consistente en jugadores profesionales como categorías juveniles, donde estos últimos presentan factores de riesgos agregados debido a la falta de maduración de los diferentes tejidos.

Por otro lado, las intensidades moderadas a altas, específicamente las velocidades mayores a 16km/h y 19 km/h expusieron una relación moderada, en ambos casos se encontraron que el 23,1% de los jugadores seleccionados presentaron valores por fuera de la zona óptima (entre 1.34-1.51 y 1.37-1.63 respectivamente). Este comportamiento indica que, aunque dichas intensidades tengan cierto grado de asociación con el riesgo lesional, su impacto es considerablemente menor que el de los sprints máximos, sugiriendo umbrales de tolerancia diferentes según la intensidad del esfuerzo.

A diferencia de las métricas encargadas de medir las fuerzas explosivas, las variables de volumen total no presentaron casos en zona de riesgo. La “Distancia Total” registró solo el 23,1% en una zona límite, mientras que “Player Load” fue la métrica con menor asociación a las lesiones sin contacto, con tan solo 1 solo caso en la zona límite. Estos hallazgos confirman que los riesgos de intensidad se asocian con los picos de intensidad y sus variaciones más que con el volumen total de trabajo.

Esta recolección y relación de datos trascienden el ámbito académico para ofrecer herramientas concretas y aplicables día a día en clubes y centros de entrenamiento. La identificación de los resultados más relevantes de este estudio son de suma utilidad no solo para la planificación semanal de las cargas de trabajo con el fin de poder lograr una correcta estimulación del deportista, sino también como instrumento a la hora de realizar las estrategias de rehabilitación, especialmente en la etapa de readaptación al juego, momento en el cual las intensidades se elevan aumentando los riesgos de sufrir tanto una recidiva, especialmente cuando se trata de una afección muscular, como una nueva lesión en otra zona corporal. Por lo que kinesiólogos y preparadores físicos, una vez que detectan valores elevados, deberán realizar estrategias de modulación de cargas que pueden incluir desde ajustes en la intensidad hasta días de recuperación activa, siempre manteniendo el equilibrio entre la prevención y el desarrollo deportivo.

Como toda investigación en ciencias del deporte, este trabajo presenta limitaciones inherentes que invitan a la reflexión y mejora continua. Por un lado, el tamaño muestral no permite la generalización de los hallazgos a otros contextos geográficos y competitivos, aunque apropiado para dicha población específica. Además, la duración del seguimiento circunscrita a solo la temporada competitiva, podría no capturar las variaciones adaptativas a largo plazo o los patrones estacionales más amplios. Por último, la complejidad del fenómeno lesional trasciende las variables monitoreadas, incluyendo múltiples factores, tanto intrínsecos como extrínsecos, individuales y colectivos, los cuales fueron detallados en el capítulo 1 del marco teórico, que no fueron controlados en este estudio.

El camino a la comprensión del riesgo lesional en el fútbol juvenil está en constante evolución y crecimiento, sin embargo en el contexto argentino se encuentra en sus etapas iniciales, por lo que de este análisis aporta una perspectiva única al campo de la ciencia del deporte del país. Futuras investigaciones deberán expandir estos hallazgos mediante estudios multicéntricos que incluyan diversas categorías y niveles de competición, posibilitando así la confirmación y optimización de los límites establecidos.

Finalmente surgen nuevos interrogantes que pueden ser abordados en futuras investigaciones. Los cuales son “¿Cuáles serían las estrategias de intervención más efectivas cuando se detectan valores de ACWR elevados en jugadores juveniles?” “¿Cuál debería ser la estructura organizacional y los roles profesionales óptimos (kinesiólogos, preparadores físicos, entrenadores, médicos deportivos, etc.) para trasladar efectivamente los datos a intervenciones preventivas en el fútbol? y por último “¿Qué tecnologías wearables emergentes están generando mayor impacto en la prevención de lesiones en el deporte juvenil más allá del GPS?

## Referencias bibliográficas

---

- Akenhead, R., & Nassis, G. P. (2016). Training Load and Player Monitoring in High-Level Football: Current Practice and Perceptions. *International journal of sports physiology and performance*, 11(5), 587–593. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2015-0331>
- Baldjian, A. C., Mohrenberger, H., y Ciladi, M. (2022). Estudio epidemiológico de lesiones en un equipo profesional de fútbol en Argentina. Estudio observacional retrospectivo a 2 años. *Argentinian journal of respiratory and physical therapy*, 4(3), 23-31. <https://dx.doi.org/10.58172/ajrpt.v4i3.213>
- Bahr, R., Clarsen, B., & Ekstrand, J. (2018). Why we should focus on the burden of injuries and illnesses, not just their incidence. *British Journal of Sports Medicine*, 52(16), 1018-1021. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-098160>
- Bizzini, M., & Dvorak, J. (2015). FIFA 11+: an effective programme to prevent football injuries in various player groups worldwide—a narrative review. *British journal of sports medicine*, 49(9), 577–579. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-094765>
- Blanch, P., & Gabbett, T. J. (2016). Has the athlete trained enough to return to play safely? The acute:chronic workload ratio permits clinicians to quantify a player's risk of subsequent injury. *British Journal of Sports Medicine*, 50(8), 471-475. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095445>
- Bourdon, P. C., Cardinale, M., Murray, A., Gatin, P., Kellmann, M., Varley, M. C., Gabbett, T. J., Coutts, A. J., Burgess, D. J., Gregson, W., & Cable, N. T. (2017). Monitoring athlete training loads: Consensus statement. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(Suppl 2), S2161-S2170. <https://doi.org/10.1123/IJSP.2017-0208>
- Bowen, L., Gross, A. S., Gimpel, M., & Li, F. X. (2017). Accumulated workloads and the acute:chronic workload ratio relate to injury risk in elite youth football players. *British journal of sports medicine*, 51(5), 452–459. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095820>
- Bowen, L., Gross, A. S., Gimpel, M., Bruce-Low, S., & Li, F. X. (2020). Spikes in acute:chronic workload ratio (ACWR) associated with a 5-7 times greater injury rate in English Premier League football players: A comprehensive 3-year study. *British Journal of Sports Medicine*, 54(12), 731-738. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099422>

- Brandt, J. F. (2017). Análisis estadístico de lesiones en Fútbol Juvenil. *Revista de la Asociación Argentina de Traumatología del Deporte*, 24(1), 26-7
- Buchheit, M. (2017). Want to see my report, coach? *Aspetar Sports Medicine Journal*, 6, 36-43
- Bult, H. J., Barendrecht, M., & Tak, I. J. R. (2018). Injury risk and injury burden are related to age group and peak height velocity in youth soccer players. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 6(12), 2325967118811042. <https://doi.org/10.1177/2325967118811042>
- Castillo, D., Pérez-González, B., Raya-González, J., Fernández-Luna, Á., Burillo, P., & Lago-Rodríguez, Á. (2019). Selection and promotion processes are not associated by the relative age effect in an elite Spanish soccer academy. *PLoS ONE*, 14(7), e0219945. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219945>
- Chambers, R., Gabbett, T. J., Cole, M. H., & Beard, A. (2015). The use of wearable microsensors to quantify sport-specific movements. *Sports Medicine*, 45(7), 1065-1081. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0332-9>
- Cummins, C., Orr, R., O'Connor, H., & West, C. (2013). Global positioning systems (GPS) and microtechnology sensors in team sports: A systematic review. *Sports Medicine*, 43(10), 1025-1042. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0069-2>
- Della Villa, F., Buckthorpe, M., Grassi, A., Nabiuzzi, A., Tosarelli, F., Zaffagnini, S., & Della Villa, S. (2020). Systematic video analysis of ACL injuries in professional male football (soccer): Injury mechanisms, situational patterns and biomechanics study on 134 consecutive cases. *British Journal of Sports Medicine*, 54(23), 1423-1432. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2019-101247>
- Ehrmann, F. E., Duncan, C. S., Sindhusake, D., Franzsen, W. N., & Greene, D. A. (2016). GPS and injury prevention in professional soccer. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(2), 360-367. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001093>
- Ekstrand, J., Spreco, A., Bengtsson, H., & Bahr, R. (2021). Injury rates decreased in men's professional football: An 18-year prospective cohort study of almost 12 000 injuries sustained during 1.8 million hours of play. *British Journal of Sports Medicine*, 55(19), 1084-1091. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-103159>
- Emanuel, D. A. C., y Gonzalo, L. B. (2018) INCIDENCIA DE LESIONES EN FUTBOLISTAS DE LAS INFERIORES DEL CLUB ATLÉTICO TALLERES DE CÓRDOBA. *Revista AKD*, 20 (73), 65-75.
- FIFA. (2007). *FIFA Big Count 2006: 270 million people active in football*. Fédération Internationale de Football Association.

<https://digitalhub.fifa.com/m/2742b60a2d61a339/original/Big-Count-2006-FIFA-s-270-million-active-participants.pdf>

- Forsdyke, D., Smith, A., Jones, M., & Gledhill, A. (2016). Psychosocial factors associated with outcomes of sports injury rehabilitation in competitive athletes: A mixed studies systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, 50(9), 537-544. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-094850>
- Gabbett, T. J. (2016). The training-injury prevention paradox: Should athletes be training smarter and harder? *British Journal of Sports Medicine*, 50(5), 273-280. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095788>
- Gabbett, T. J., Whyte, D. G., Hartwig, T. B., Wescombe, H., & Naughton, G. A. (2014). The relationship between workloads, physical performance, injury and illness in adolescent male football players. *Sports Medicine*, 44(7), 989-1003. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0179-5>
- Gómez-Piqueras, P., González-Víllora, S., Sainz de Baranda Andújar, M. D. P., & Contreras-Jordán, O. R. (2017). Functional assessment and injury risk in a professional soccer team. *Sports*, 5(1), 9. <https://doi.org/10.3390/sports5010009>
- Grosso, S y Larsen, C., INCIDENCIA DE LESIONES EN FUTBOLISTAS DE LAS INFERIORES DEL CLUB ATLÉTICO TALLERES DE CÓRDOBA. *Revista AKD*, 50 , 55-65.
- Halson, S. L. (2014). Monitoring training load to understand fatigue in athletes. *Sports Medicine*, 44(Suppl 2), S139-S147. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0253-z>
- Hulin, B. T., Gabbett, T. J., Blanch, P., Chapman, P., Bailey, D., & Orchard, J. W. (2014). Spikes in acute workload are associated with increased injury risk in elite cricket fast bowlers. *British Journal of Sports Medicine*, 48(8), 708-712. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092524>
- Impellizzeri, F. M., Menaspà, P., Coutts, A. J., Kalkhoven, J., & Menaspà, M. J. (2020). Training Load and Its Role in Injury Prevention, Part I: Back to the Future. *Journal of athletic training*, 55(9), 885–892. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-500-19>
- Impellizzeri, F. M., Tenan, M. S., Kempton, T., Novak, A., & Coutts, A. J. (2020). Acute:Chronic workload ratio: Conceptual issues and fundamental pitfalls. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 15(6), 907-913. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2019-0688>
- Kalkhoven, J. T., Watsford, M. L., & Impellizzeri, F. M. (2020). A conceptual model and detailed framework for stress-related, strain-related, and overuse athletic injury. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 23(8), 726-734. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2020.02.002>

- Malone, J. J., Harper, L. D., Jones, B., Perry, J., Barnes, C., & Towlson, C. (2019). Perspectives of applied collaborative sport science research within professional team sports. *European journal of sport science*, 19(2), 147–155. <https://doi.org/10.1080/17461391.2018.1492632>
- Malone, J. J., Lovell, R., Varley, M. C., & Coutts, A. J. (2017). Unpacking the black box: Applications and considerations for using GPS devices in sport. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(s2), S2-18-S2-26. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0236>
- McGuigan, M. (2017). Monitoring training and performance in athletes. *Human Kinetics*. <http://dx.doi.org/10.5040/9781492595618>
- Mandorino, M., Figueiredo, A. J., Gjaka, M., & Tessitore, A. (2023). Injury incidence and risk factors in youth soccer players: A systematic literature review. Part I: Epidemiological analysis. *Biology of Sport*, 40(1), 3-25. <https://doi.org/10.5114/biolSport.2023.109961>
- Mandorino, M., Figueiredo, A. J., Gjaka, M., & Tessitore, A. (2023). Injury incidence and risk factors in youth soccer players: A systematic literature review. Part II: Intrinsic and extrinsic risk factors. *Biology of Sport*, 40(1), 27-49. <https://doi.org/10.5114/biolSport.2023.109962>
- Munoz Macho, A. A., Domínguez Morales, M. J., & Sevillano Ramos, J. L. (2024). Performance and healthcare analysis in elite sports teams using artificial intelligence: a scoping review. *Frontiers in sports and active living*, 6, 1383723. <https://doi.org/10.3389/fspor.2024.1383723>
- Musat, C. L., Mereuta, C., Nechita, A., Tutaranu., Voipan, A. E., Voipan, D., Mereuta, E., Gurau, T. V., Gurau, G., & Nechita, L. C. (2024). Diagnostic Applications of AI in sports: A Comprehensive Review of Injury Risk Prediction Methods. *Diagnostics*, 14(22), 2516. <https://doi.org/10.3390/diagnostics14422516>
- Pfiffmann, D., Herbst, M., Ingelfinger, P., Simon, P., & Tug, S. (2016). Analysis of injury incidences in male professional adult and elite youth soccer players: A systematic review. *Journal of Athletic Training*, 51(5), 410-424. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-51.6.03>
- Polo, M., y Sganga, M. (2024). Demandas de carga externa y diferencias posicionales en partidos de fútbol formativo de élite mediante GPS. *Kronos: revista universitaria de la actividad física y el deporte*, 23(1), 2.
- Raya-González, J., y Estévez-Rodríguez, J. L. (2016). Revisión: Factores de riesgo asociados a la aparición de lesiones en el Fútbol. *Revista de Preparación Física en el Fútbol*, 20, 1-13
- Raya-González, J., Suárez-Arrones, L., Moreno-Puentadura, M., Ruiz-Márquez, J., & de Villarreal, E. S. (2019). Injury profile of elite male young soccer players in a Spanish

- professional soccer club: A prospective study during 4 consecutive seasons. *Journal of Sport Rehabilitation*, 28(3), 282-288. <https://doi.org/10.1123/jsr.2017-0344>
- Raya-González, J., Suárez-Arrones, L., Ríspuez-Bretones, A., Sáez de Villarreal, E., & Read, P. (2020). The effect of a weekly flywheel resistance training session on elite youth soccer players' physical performance during the competitive season. *Research in Sports Medicine*, 28(1), 79-90. <https://doi.org/10.1080/15438627.2019.1635130>
- Read, P. J., Oliver, J. L., De Ste Croix, M. B., Myer, G. D., & Lloyd, R. S. (2016). The scientific foundations and associated injury risks of early soccer specialisation. *Journal of Sports Sciences*, 34(24), 2295-2302. <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1173221>
- Read, P. J., Oliver, J. L., De Ste Croix, M. B. A., Myer, G. D., & Lloyd, R. S. (2018). An audit of injuries in six English professional soccer academies. *Journal of Sports Sciences*, 36(13), 1542-1548. <https://doi.org/10.1080/02640414.2017.1402535>
- Rebelo, A., Martinho, D. V., Valente-dos-Santos, J., Coelho-e-Silva, M. J., & Teixeira, D. S. (2023). From data to action: A scoping review of wearable technologies and biomechanical assessments informing injury prevention strategies in sport. *BMC Sports Science, Medicine & Rehabilitation*, 15(1), 169. <https://doi.org/10.1186/s13102-023-00783-4>
- Rossi, A., Pappalardo, L., Cintia, P., Iaia, F. M., Fernández, J., & Medina, D. (2018). Effective injury forecasting in soccer with GPS training data and machine learning. *PLoS ONE*, 13(7), e0201264. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201264>