



POSGRADOS

MAESTRÍA EN ACTIVIDAD FÍSICA CON MENCIÓN EN ENTRENAMIENTO DEPORTIVO

RPC-SO-26-No.634-2021

OPCIÓN DE TITULACIÓN:

PROYECTO DE TITULACIÓN CON
COMPONENTES DE INVESTIGACIÓN
APLICADA Y/O DE DESARROLLO

TEMA:

DETERMINACIÓN DE FACTORES
PREDICTIVOS LESIONALES DE MIEMBROS
INFERIORES A TRAVÉS DE LA MECÁNICA
EN JUGADORES DE FÚTBOL

AUTORA:

PAMELA ESTEFANIA BENAVIDES ORMAZA

DIRECTOR:

VÍCTOR CUADRADO PEÑAFIEL

CUENCA – ECUADOR
2024

Autora:**Pamela Estefanía Benavides Ormaza**

Licenciada en Fisioterapia.

Candidata a Magíster en Actividad Física con Mención en Entrenamiento Deportivo por la Universidad Politécnica Salesiana – Sede Cuenca.

pamebenavides@hotmail.es

Dirigido por:**Víctor Cuadrado Peñafiel**

Doctor en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte.

victor.cuadrado@uam.es

Todos los derechos reservados.

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la Ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra para fines comerciales, sin contar con autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual. Se permite la libre difusión de este texto con fines académicos investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

DERECHOS RESERVADOS

2024 © Universidad Politécnica Salesiana.

CUENCA – ECUADOR – SUDAMÉRICA

PAMELA ESTEFANÍA BENAVIDES ORMAZA

Determinación de factores predictivos lesionales de miembros inferiores a través de la mecánica en jugadores de fútbol

DEDICATORIA

A mis queridos padres, cuyo amor y apoyo incondicional son la fuerza que impulsa cada uno de mis pasos hacia la grandeza, tanto personal como profesional. A cada una de las personas que creyó en mí, que me sostuvo cuando el camino se tornaba difícil y que siempre estuvo presente cuando más lo necesité. Y a la persona más inspiradora que conozco, aquella llena de coraje, determinación y un compromiso inquebrantable: ¡a mí misma! Porque sé que, con amor y determinación, no hay límites para lo que podemos lograr.

AGRADECIMIENTO

Con gratitud desbordante en mi corazón, deseo expresar mi más sincero agradecimiento a cada persona que ha contribuido en este proyecto, desde los equipos hasta sus dedicados cuerpos médicos y técnicos. Vuestra paciencia y colaboración han sido fundamentales en cada paso del camino, permitiendo que este proyecto florezca y alcance su máximo potencial.

A mi estimado docente tutor, quiero dedicar unas palabras especiales. Tu generosidad al compartir tu tiempo, tu infinita paciencia y tus valiosas enseñanzas han dejado una marca indeleble en mi formación académica y profesional.

Y no puedo pasar por alto el apoyo inquebrantable de mis padres. Su amor incondicional y su constante estímulo han sido el motor que me impulsó a culminar esta etapa más en mi vida académica y profesional. Cada sacrificio, cada palabra de aliento.

A todos ustedes, les debo mi más profundo agradecimiento. Vuestra contribución ha sido invaluable y vuestro impacto perdurará mucho más allá de este proyecto. Que esta experiencia nos siga fortaleciendo y que continuemos creciendo juntos.

TABLA DE CONTENIDO

Resumen.....	7
Abstract	9
1. Introducción	10
2. Determinación del Problema	12
3. OBJETIVOS	13
Objetivo General	13
3.1 Objetivos Específicos.....	13
4. Marco teórico referencial	14
4.1. Lesiones de Miembros Inferiores.....	14
4.2. Roturas musculares	14
4.3. Esguinces de Tobillo	14
4.4. Rotura de Ligamento Cruzado.....	15
4.5. Perfil Fuerza - Velocidad.....	15
4.6. Perfil Fuerza – Velocidad Como Medio de Pronóstico de Lesiones.....	18
5. Materiales y metodología	20
.....	20
5.1. Tipo y Diseño de Investigación.....	20
5.2. Participantes.....	20
5.3. Técnica e Instrumentos	20
5.4. Procedimiento	21
5.5. Análisis Estadístico	22
6. Resultados y discusión	24
6.1. Análisis de resultados.....	24
7. Discusión y conclusiones	27
7.1. Limitaciones del estudio.....	30
8. Conclusiones.....	31
Referencias.....	32

DETERMINACIÓN DE FACTORES
PREDICTIVOS LESIONALES DE MIEMBROS
INFERIORES A TRAVÉS DE LA MECÁNICA EN
JUGADORES DE FÚTBOL

AUTOR(ES):

PAMELA ESTEFANIA BENAVIDES ORMAZA

RESUMEN

Las lesiones de miembros inferiores en los jugadores de fútbol son bastantes recurrentes, en base a la mecánica que se aplica en cada una de las jugadas y las diferentes posiciones de juego. El perfil F-V nos puede ayudar a determinar los déficits que tienen los deportistas y junto al historial de lesiones se puede analizar y predecir posibles lesiones a futuro. La importancia es determinar las lesiones más comunes en el fútbol que nos ayudará a evaluar y dar seguimiento a las condiciones físicas de los deportistas y prevenir faltas en los equipos.

El objetivo del estudio fue relacionar el perfil F-V con el historial de lesiones de los jugadores de fútbol y esto se llevó a cabo mediante el salto vertical que mide el nivel de fuerza a mayor o menor velocidad en los diferentes contextos que los jugadores son expuestos teniendo una respuesta optima o de desequilibrio, teniendo la capacidad para mejorar su rendimiento físico mediante una buena aplicación de los entrenamientos de fuerza.

El estudio se realizó mediante la aplicación my jump 2 donde se evaluó a cada uno de los jugadores y se observó la altura de los saltos con y sin carga progresiva, empezando con su propio peso y aumentando a 3 distintas cargas.

Se llevó a cabo en 81 jugadores de fútbol; entre ellos dos equipos de primera división, uno de segunda y otro de formativas. En los equipos profesionales, el uno fue masculino y el otro femenino con un total de 56 hombres y 25 mujeres desde los 14 a los 35 años.

Se encontró mediante el análisis del perfil y el historial una relación entre los jugadores que tienen déficit tanto de fuerza como de velocidad son los que han tenido mayor índice de lesiones o lesiones mayores.

El perfil no se lo ha utilizado como un factor predictivo de lesiones, por lo tanto, no hay estudios que respalden los análisis, pero el uso en conjunto con el historial puede llegar a ser beneficioso tanto para la salud física de los deportistas como el área técnica.

Palabras clave:

Perfil F-V, fuerza, velocidad, fútbol, lesiones, predicción de lesiones

ABSTRACT

Injuries to the lower limbs in football players are quite recurrent, based on the mechanics applied in each play and the different playing positions. Determining the most common injuries in football helps us evaluate and monitor the physical conditions of athletes and prevent deficiencies in teams.

The aim of the study was to relate the F-V profile to the injury history of football players. This was carried out through vertical jump tests measuring strength levels at different speeds in various contexts players are exposed to, indicating optimal or unbalanced responses. This provides insight into improving physical performance through proper strength training.

The study was conducted using the My Jump 2 app, which assessed each player's vertical jump height with and without progressive loading, starting with their own body weight and increasing to three different loads."

Based on the profile results, athletes' deficits can be determined, and when combined with injury history, the type of injury can be correlated with the imbalance present. Additionally, future injuries can be predicted based on profile outcomes.

The study involved 81 football players, including two first division teams, one second division team, and a youth team. In the professional teams, one was a male team and the other female team, totaling 56 men and 25 women aged 14 to 35.

By analyzing the profile and history, a relationship was found between players who have a deficit of both strength and speed are those who have had the highest rate of injuries or major injuries.

The profile did not use it as a predictive factor for injuries, therefore, there are no studies that

support the analyses, but the use in conjunction with the history can be beneficial for both the physical health of the athletes and the technical area.

Palabras clave:

F-V profile, velocity, force, football, injuries, injury prediction

1. INTRODUCCIÓN

En el fútbol los posibles riesgos de lesiones músculo-esqueléticas en el tren inferior afectan al rendimiento de los jugadores, sus carreras deportivas y su salud física (Mendez-Villanueva et al., 2022), llegando incluso a presentarse una prevalencia de hasta un 83.4% durante una pretemporada y temporada de juego (Introcaso, 2020).

La combinación de varios factores hace más susceptible a sufrir una lesión o reincidir en una lesión previa (Clement et al., 2022), se ha evidenciado que la fatiga muscular y la fuerza inadecuada pueden producir lesiones, así como, la longitud de las extremidades pueden ser un factor de riesgo (Delextrat et al., 2018; Plisky et al., 2021a).

De entre todas las lesiones que se presentan en los miembros inferiores, los esguinces de tobillo son los más recurrentes, seguido de las lesiones de ligamento cruzado, produciéndose durante el segundo tiempo, y atribuyéndose nuevamente a la fatiga como principal motivo, esto puede llegar a producir asimetrías y causar una distribución anormal de las cargas, afectando de esta manera la biomecánica (Noronha et al., 2019; Onofrei et al., 2019) teniendo en cuenta que la biomecánica nos indica el movimiento corporal y todos los factores externos e internos que pueden afectar estos movimientos serán posibles causas de lesiones, en el caso de las mujeres la biomecánica que se asocia con el valgo anatómico que presentan puede llegar a causar una distribución anómala en las cargas (Faltstrom et al., 2021; Kotsifaki et al., 2022; Krosshaug et al., 2016).

Los esguinces de tobillo y las roturas de ligamento cruzado anterior son frecuentes y su mala o nula recuperación puede llevar a un tipo de lesión multifactorial que afectaría la biomecánica de los jugadores perjudicando el rendimiento y aumentando su tiempo de

recuperación (Bakken et al., 2018; Martins et al., 2022), por este motivo, el evaluar el estado biomecánico de los jugadores podría llegar a ser un factor predictivo en las lesiones (Dauty et al., 2020; Plisky et al., 2021b).

Las lesiones de miembros inferiores tienden a ser multifactoriales por los patrones de movimiento que se realizan durante los partidos, por este motivo, en los programas de prevención se tiene en cuenta la mecánica de estos movimientos, priorizando la alineación de fuerza velocidad y los aterrizajes suaves (Krosshaug et al., 2016), así pues, la realización periódica de pruebas puede disminuir la incidencia de lesiones biomecánicas y desequilibrios musculares (Zumeta-Olaskoaga et al., 2021), llegando a ser esto un primer paso para identificar las lesiones. Sobre todo, es importante analizar los factores de carga, los cuales podrían ayudar a definir los factores predictivos en lesiones (Raya-Gonzalez et al., 2019).

2. DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA

Se ha observado que en diferentes equipos de fútbol de la ciudad de Cuenca-Ecuador hay una prevalencia alta de lesiones en miembros inferiores durante las diferentes temporadas y por distintos factores mecánicos, sin embargo, no se ha llegado a establecer cuáles son los principales factores de riesgo durante sus entrenamientos o partidos. El no identificar estos factores mantiene el riesgo latente de lesiones e inclusive de un incremento, disminuyendo así el rendimiento deportivo y la salud física en los jugadores. Justamente este estudio se enfocó en este problema de estudio.

Esta investigación nos ayudó a censar los niveles de riesgo de lesiones, creando varias comparaciones entre los equipos de estudio, entre mujeres y hombres, entre las diferentes posiciones de juego, según el periodo o temporada en la que se encuentran, el tipo de lesión y la zona, la edad de los deportistas, si tuvieron rehabilitación o no, el tiempo de recuperación y la recurrencia de la lesión.

A partir del historial de lesiones pormenorizado, mediante la evaluación mecánica que permitió estimar el rendimiento neurofisiológico y el cuidado biomecánico, se pudo establecer relaciones significativas en la muestra objeto de estudio que nos permitió identificar, por tanto, factores de predicción.

Con esta información pudimos tener en cuenta cuáles son las falencias en los entrenamientos o durante los partidos para mejorar el rendimiento de los jugadores y prevenir las lesiones más recurrentes entre estos equipos.

3.OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Evaluar si el perfil F-V podría ser una herramienta efectiva para la prevención de lesiones.

3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Investigar si hay una relación entre el perfil óptimo y la frecuencia de lesiones en jugadores de fútbol.
- Relacionar las variables que conforman el perfil F-V con el rendimiento en el salto y el historial de lesiones

4. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

4.1. LESIONES DE MIEMBROS INFERIORES

Las principales lesiones en los jugadores de fútbol son las de miembros inferiores donde predominan las roturas musculares esguinces de tobillo y roturas del ligamento cruzado (Noronha et al., 2019), consideradas estas como multifactoriales, ya que su origen puede variar por impacto, cambio de intensidad o una mala ejecución de la técnica, causando que dos o más secciones corporales se vean afectadas (Bisciotti et al., 2019).

Las lesiones mal tratadas o mal curadas tienden a convertirse en una lesión multifactorial debido a los patrones de movimiento que se realizan durante los partidos y que puede llevar a bajar el rendimiento de los jugadores y aumentar las probabilidades de lesiones (Bakken et al., 2018; Martins et al., 2022), es por eso que en los programas de prevención se tiene en cuenta la mecánica de estos movimientos, priorizando la alineación de fuerza-velocidad y los aterrizajes suaves (Krosshaug et al., 2016).

4.2. ROTURAS MUSCULARES

Durante el periodo competitivo es poco probable que los jugadores de élite presenten roturas musculares por los estímulos neuromusculares de fuerza, potencia y propiocepción, mientras que en el periodo no competitivo estos factores se ven alterados para el regreso de las fases de competencia (Horan et al., 2022; Raya-González et al., 2020).

Las roturas musculares durante los entrenamientos y partidos de fútbol se generan por las grandes cargas, acciones repetitivas, el alta intensidad y corta duración que se presentan durante cada jugada, lo cual causa una excesiva tensión muscular afectando a la salud física de los jugadores (Raya-González et al., 2020).

4.3. ESGUINCES DE TOBILLO

La lesión más común es el esguince de tobillo, la cual por la fatiga tiende a ser más común en el segundo tiempo de un partido de fútbol, causando por un alto nivel de asimetría

en la distribución anormal de cargas que se llega a dar, afectando la cadena biomecánica, la cual, con una mala rehabilitación podría transformarse en una lesión en cadena (Fransz et al., 2018; Mineta et al., 2021; Noronha et al., 2019; Onofrei et al., 2019).

Existen tres tipos de esguinces de tobillo dependiendo de la anatomía que afecte el mecanismo de lesión, tenemos, esguince lateral de tobillo, esguince de tobillo medial y esguince de tobillo alto, teniendo en cuenta que el esguince lateral de tobillo es el más usual (Chen et al., 2019).

4.4. ROTURA DE LIGAMENTO CRUZADO

La mala técnica o ejecución de un movimiento es lo más frecuente en la rotura del ligamento cruzado tanto anterior como posterior, afectando la biomecánica bilateral de los jugadores, causando un desequilibrio muscular (Kawaguchi et al., 2021; Senorski et al., 2018).

En la rotura del ligamento cruzado anterior (LCA) que se da por el exceso de desplazamiento anterior de la tibia forzando a una rotación interna excesiva. En el caso del ligamento cruzado posterior (LCP) su rotura suele ser menos común por su resistencia y su ubicación anatómica dentro de una estructura intraarticular y extrasinovial (Hassebrock et al., 2020).

4.5. PERFIL FUERZA - VELOCIDAD

Una de las principales cuestiones a resolver tanto por entrenadores como investigadores cuando se investigan los factores determinantes para el rendimiento en acciones explosivas, es qué capacidad mecánica del sistema neuromuscular es más importante; la fuerza o la velocidad (Samozino et al., 2008; Samozino et al., 2012). En otras palabras, ¿es preferible que sea "fuerte" o "rápido" para alcanzar el máximo rendimiento en los movimientos balísticos? (Soriano et al., 2015). Tal análisis podría proporcionar una mayor comprensión de la relación entre las propiedades mecánicas del sistema neuromuscular y el rendimiento funcional, ya sea para explorar más a fondo los comportamientos motores animales (Samozino et al., 2008; Jaric, 2009) o para programar el entrenamiento atlético en los seres humanos (Cormie et al., 2010; Cronin et al., 2005; Frost et al., 2010). Por tanto, para optimizar estas acciones, el estudio de la potencia será esencial. Aunque se debe entender la

potencia desde una nueva perspectiva en la que no sólo será el resultado de una velocidad por una fuerza, sino la interacción de los aspectos de fuerza y velocidad, remarcando como cuestión más importante y novedosa la relación con las características musculares para generar una alta potencia. (Samozino et al., 2008; Samozino et al., 2012). Siguiendo estas evidencias fisiológicas, en los últimos años se ha validado un perfil de fuerza-velocidad (Samozino et al., 2012; Jiménez-Reyes, 2014), que integra las características musculares e individualiza por sujetos para destacar la interacción de la fuerza y la velocidad como responsables del sistema neuromuscular para optimizar el rendimiento de acciones explosivas. Este perfil F-V representa el balance entre la máxima capacidad de fuerza y las máximas posibilidades de velocidad del sujeto. Este perfil tiene una estrecha relación con el rendimiento y lo más importante de todo es que existe un perfil F-V óptimo, que, en primer lugar, es aquel que permite que la interacción del sistema neuromuscular del sujeto optimice la generación de potencia en función de sus características individuales y su estado de forma, y en segundo lugar, que se puede modificar con un entrenamiento adecuado, consiguiendo con ello que las deficiencias encontradas en cada sujeto puedan ser mejoradas acercando el perfil real del sujeto al perfil óptimo.

Las variables mecánicas que se obtienen tras la realización del perfil fuerza-velocidad vertical son:

- F_0 (N/kg): Máxima fuerza teórica isométrica en la fase concéntrica (por unidad de masa corporal) producida por las extremidades inferiores durante acciones balísticas de empuje. Esto está determinado por el espectro completo de la relación fuerza-velocidad, lo que brinda información más completa sobre las capacidades de fuerza que la obtención de la carga con la que se logra RM. Corresponde a la intersección con el eje y de la relación lineal (F-V) (Morin & Samozino, 2016).
- V_0 (m/s): Velocidad máxima teórica de extensión de miembros inferiores durante acciones balísticas de despegue. Corresponde a la intersección con el eje x de la relación lineal (F-V). También representa la capacidad de generar fuerza a una velocidad de extensión muy alta (Morin & Samozino, 2016).

- Pmax (W/kg): Capacidad máxima del sistema neuromuscular para producir potencia (por unidad de masa corporal) con los miembros inferiores, durante la fase concéntrica de las acciones de empuje balístico (Morin & Samozino, 2016).
- Sfv: Índice de equilibrio individual de capacidades de fuerza y velocidad. Cuanto más negativo es el valor, más se inclina el perfil hacia la fuerza y viceversa.
- Sfvopt: perfil óptimo que representa el equilibrio óptimo entre las capacidades de fuerza y velocidad. Para una Pmax dada, el perfil estará relacionado (permaneciendo todo lo demás constante) con el mayor rendimiento posible para un individuo en acciones balísticas de empuje (Morin & Samozino, 2016).
- FVimb: diferencia relativa entre el perfil F-V real y el óptimo. Cuando el valor es 100% significa que el perfil está optimizado. Si el valor es superior al 100%, se produce un déficit de velocidad (entendido como la aplicación de fuerza a velocidades muy elevadas). En cambio, si el valor es inferior al 100%, se produce el déficit contrario (Morin & Samozino, 2016).

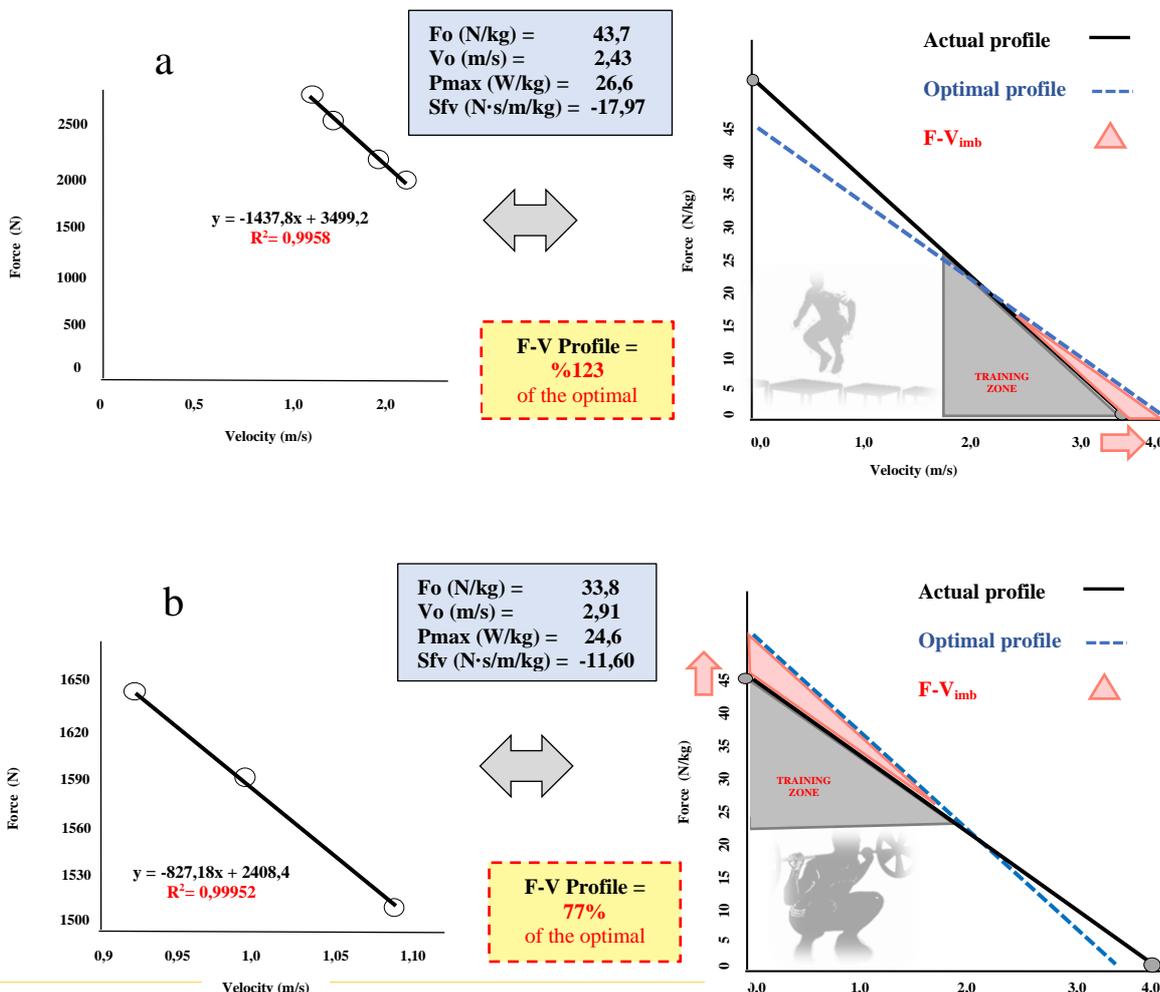


Figura 1: Force-velocity profile in jump (CMJ) a) FV_{imb} oriented to velocity and b) FV_{imb} oriented to force

4.6. PERFIL FUERZA – VELOCIDAD COMO MEDIO DE PRONÓSTICO DE LESIONES

Los saltos tienen la capacidad de producir una alta potencia mecánica relacionada entre fuerza y velocidad que se aplica por las cargas progresivas (Naclerio et al., 2008). Al realizar el perfil F-V nos da información sobre el desequilibrio o equilibrio de cada uno de los jugadores, lo que nos ayuda a identificar las falencias físicas y mecánicas, es decir, conocer las capacidades físicas junto con sus falencias y así individualizar su entrenamiento (Samozino, 2017). La fuerza y velocidad se relacionan con las capacidades mecánicas del sistema neuromuscular durante las diferentes técnicas deportivas (Hill, 1983; Samozino et al., 2012).

La fuerza y velocidad tienen una relación mecánica en el sistema neuromuscular de los miembros inferiores, la cual actúa en los músculos aislados de forma no constante y en los movimientos multiarticulares de forma lineal (Hill, 1983).

La mayoría de riesgos de lesiones en deportistas están relacionadas con la mala práctica de las técnicas, sobrecargas o una incorrecta metodología de entrenamiento (Bisciotti et al., 2019; Morocho, 2021).

Existen factores intrínsecos y extrínsecos que se pueden relacionar con las lesiones, entre los factores intrínsecos se encuentra un desequilibrio del perfil F-V, aunque la suma de estos dos factores aumenta la probabilidad y eliminando uno de estos puede disminuir el número de lesiones (Arnason, 2009; Balius et al., 2013) y entre los factores extrínsecos se encuentra el uso de calzado adecuado, el estado del césped, estados climáticos entre otros; los cuales no todos se pueden predecir y evitar como es el estado climático.

El perfil fuerza-velocidad puede considerarse como un factor predictivo de lesiones de cadera, rodilla y tobillo, ya que las alteraciones mecánicas y neuromusculares pueden verse afectadas antes de producirse una lesión y permanecer disfuncionales después de la misma (Kotsifaki et al., 2022; Samozino et al., 2012). De hecho, luego de una lesión se puede encontrar una disminución de fuerza y biomecánica articular modificada (Wilke et al., 2022).

Mediante el perfil fuerza-velocidad se puede determinar un desequilibrio por déficit de fuerza o velocidad gracias a las cualidades mecánicas del salto con carga (Jiménez-Reyes et al., 2017).

Posterior a las lesiones los pacientes bajan el rendimiento y tienen un deterioro muscular lo cual mediante la mecánica del salto se puede observar un déficit del funcionamiento muscular (Silbernagel et al., 2020).

Los aterrizajes en el salto se asocian con lesiones músculo esqueléticas y el corregir la técnica a tiempo puede prevenir lesiones de los miembros inferiores, mientras que posterior a una lesión se puede observar una disimetría en el aterrizaje (Niespodziński et al., 2021).

5. MATERIALES Y METODOLOGÍA

5.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Este estudio fue de naturaleza cuantitativa, con enfoque descriptivo y corte transversal y se llevó a efecto en la ciudad de Cuenca–Ecuador con cuatro equipos de fútbol (dos de primera división, uno de segunda división y uno de formativas).

5.2. PARTICIPANTES

Participaron en el estudio 81 jugadores de fútbol, de los cuales, 56 fueron hombres (70%) y el resto mujeres, con una edad promedio de 22.2 ± 5.33 para las mujeres y 24.2 ± 5.07 para los hombres, donde a 36 jugadores no se les realizó los test por diversos motivos como lesiones previas, inasistencias o agotamiento físico previo.

5.3. TÉCNICA E INSTRUMENTOS

Para realizar el perfil F-V se necesitó como materiales una cinta métrica, un dispositivo con cámara lenta, al ser un dispositivo IOS (iPhone 11) de 240 fotogramas por segundo, pesos libres (mancuernas, barras y discos de distintos pesos) y la aplicación My Jump 2.

Antes de realizar los test se debe tomar en cuenta el calentamiento previo de los jugadores para posteriormente utilizar los test Counter Movement Jump (CMJ) y Squat Jump (SJ) que evalúan la capacidad de salto y se refleja la capacidad de fuerza explosiva y aceleración en el salto vertical. El salto CMJ mide en contra movimiento la fuerza explosiva en fases excéntricas y concéntricas del gesto del salto vertical mientras que el SJ va desde sentadilla y se analiza en un movimiento concéntrico, realizando varios intentos con las diferentes cargas de cada uno de los saltos (García-Pinillos et al., 2021) y finalmente analizar cada uno de los videos en la aplicación My Jump 2.

Se utilizó la aplicación My Jump 2 en un iPhone 11 la cual mediante la grabación de video en cámara lenta se analiza por fotogramas para obtener el perfil, la cual fue validada para la altura del CMJ ($r = 0,995$, $P < 0,001$) (Balsalobre-Fernández et al., 2015).

5.4. PROCEDIMIENTO

Se llevó a cabo mediante un consentimiento y asentimiento informado para la aplicación de pruebas, las cuales se entregaron a cada uno de los participantes y representantes de quienes sean menores de edad, teniendo en cuenta la confidencialidad y la posibilidad de retirarse en cualquier momento. Aclarando que el uso de datos fue solo con fines académicos.

Se solicitó al cuerpo técnico de cada uno de los equipos la disponibilidad de los jugadores y se aplicó los test Counter Movement Jump (CMJ) y Squat Jump (SJ) en las instalaciones de cada uno de los equipos después de solicitar un día la presencia de los jugadores. Anteriormente, a la realización de los test se realizó un calentamiento.

Para la realización de los test CMJ y SJ se tuvo en cuenta la instalación donde se realizó, un smartphone (iPhone 11), el software de My Jump 2, barras y discos o mancuernas de entre 4 kg y 25 kg y hojas de registro.

Para empezar, se tomaron las siguientes medidas:

- Peso corporal en kilogramos.
- Longitud de pierna en centímetros.
- Altura a 90° o también llamada altura de salida inicial en centímetros.

Antes de realizar los test de CMJ y SJ se siguió el procedimiento propuesto por Brooks (2018) que nos indica la rutina de calentamiento que consistió en una carrera ligera de 5 minutos, seguida de estiramientos dinámicos que abarcaron el rango completo de movimiento sin pausas prolongadas. Estos estiramientos se realizaron en intervalos de 30 segundos e incluyeron grupos musculares como cuádriceps, isquiotibiales, glúteos, pantorrillas, hombros y espalda. Además, se llevaron a cabo seis ejercicios submáximos de saltos verticales, donde se ejecutaron saltos con los brazos libres, balanceo y alcance de los brazos.

El protocolo de calentamiento les indicó a los participantes la forma correcta de realizar un CMJ y SJ, para continuar con un procedimiento de prueba para seguir con la evaluación del despegue y aterrizaje con la aplicación My Jump 2.

En el calentamiento se tomó en cuenta la correcta activación del sistema neuro-musculo-esquelético, por lo tanto, se realizaron ejercicios dinámicos de todo el miembro inferior de los participantes. Es importante tener en cuenta que se debe hacer una correcta activación sin llegar a la fatiga muscular para que no interfiera con los resultados.

Se utilizó cuatro diferentes pesos, donde se empezó con el propio peso del participante y se fue incrementando de forma progresiva, teniendo en cuenta que el último salto no debe superar los 12 a 14 centímetros de altura y si la altura es mayor se aumenta el peso.

Finalmente, con los datos obtenidos se elaboró el perfil F-V dentro de la aplicación My Jump 2 para determinar el estado óptimo o desequilibrio entre la fuerza y la velocidad, en la aplicación se crean los equipos para de ahí crear nuevos usuarios e introducir los datos obtenidos con las mediciones y por último subir los videos con los saltos y analizarlos por fotogramas desde el punto de despegue hasta el punto de aterrizaje. Con el perfil realizado se compararon los datos con el historial de lesiones de cada uno de los jugadores y sus lesiones más recientes.

5.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El estudio realizado tiene un enfoque descriptivo y corte transversal de naturaleza cuantitativa con un análisis de tipo correlacional entre las variables se realizó con el software SPSS Statistics 22.0 (versión 22, SPSS Inc. Chicago, III., EEUU) con el coeficiente de correlación de Spearman.

Para el análisis estadístico de los datos, se utilizó el paquete informático SPSS Statistics 22.0 (versión 22, SPSS Inc. Chicago, III., EEUU). Se empleó estadística descriptiva hallando frecuencias absolutas y porcentajes. Como estadísticos de tendencia central y de la dispersión se tuvieron en cuenta la media aritmética, la desviación típica, el mínimo, el máximo y el rango. Para cada grupo y variable, se comprobó la normalidad de los datos y la homocedasticidad mediante el test de Shapiro-Wilk.

En estudios donde la muestra no cumple con los supuestos de normalidad, es necesario recurrir a métodos estadísticos no paramétricos para analizar los datos de manera adecuada. En este caso particular, se llevó a cabo una prueba correlacional utilizando la prueba de Spearman. Esta prueba es una herramienta no paramétrica que permite evaluar la relación entre variables sin requerir la suposición de una distribución normal de los datos. Al emplear la prueba de Spearman, se garantiza que los resultados del estudio sean válidos y fiables, incluso cuando los datos no se ajustan a una distribución normal, proporcionando así una base sólida para las conclusiones derivadas del análisis.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Tabla 1. Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Estándar
EDAD	45	13.00	31.00	23.4667	4.84111
PESO	45	41.00	83.40	63.7267	10.32524
EQUIPO	45	1.00	4.00	2.2000	.94388
MINUTOS ETO	45	9360.00	28080.00	22048.0000	5581.22567
MINUTOS JUGADOS	45	.00	900.00	250.0000	238.03170
DÍAS DE BAJA	44	7.00	120.00	15.2273	26.61427
CMJ	45	.42	49.06	27.0842	11.59963
F0	45	18.93	211.49	43.8480	32.76174
V0	45	1.18	16.75	3.7373	2.92172
POT MAX	45	14.52	99.10	33.4396	18.27887
FVIMB	45	.41	1282.75	85.2964	201.10674
N válido (por lista)	44				

El estudio se realizó con 45 jugadores de fútbol, con un promedio de 23.4±4.8 años en la edad, peso de 63.7±10.3kg, tiempo de entrenamiento 22048±5581min, tiempo jugado 250±238min, días de baja por lesión 15.2±26.6días, promedio en CmJ 27±11.5 en altura, F0 43.8±32.7N/Kg, V0 3.7±2.9m/s, Pot-max 33.4±18.2 w/kg Fvimb 85.2±201.1%. Los valores son descriptivos de mínimo, máximo, media y desviación estándar (**Tabla 1**).

Tabla 2. Análisis de normalidad

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
FVIMB	.355	45	<.001
POT MAX	.799	45	<.001
V0	.672	45	<.001
F0	.527	45	<.001
CMJ	.966	45	.199
MINUTOS ETO	.828	45	<.001

MINUTOS JUGADOS .852 45 <.001

En la **tabla 2** se indica el análisis de normalidad de Shapiro-Wilk los valores de significatividad menor a 0.05 lo que nos da una hipótesis nula.

Tabla 3. Correlaciones el perfil F-V y el historial de lesiones

			Cmj	F0	V0	Pot Max	FVimb
Minutos de	Coeficiente de correlación		.095	-.417**	.215	-.244	.192
	Sig. (bilateral)		.533	.004	.156	.106	.207
	N		45	45	45	45	45
Minutos jugados	Coeficiente de correlación		.013	.402**	-.262	.090	-.241
	Sig. (bilateral)		.931	.006	.082	.558	.110
	N		45	45	45	45	45
Días de baja	Coeficiente de correlación		.024	-.004	.037	.080	-.071
	Sig. (bilateral)		.879	.776	.810	.607	.646
	N		44	44	44	44	44

** .La correlación es significativa en el nivel 0.01 (bilateral)

* . La correlación es significativa en el nivel 0.05 (bilateral)

En la **tabla 3** el coeficiente de correlaciones significativas positivas con la edad y el V0 (rho= .363; sig= .014), la edad y la pot max (rho= .363; sig= .014), peso y minutos jugados (rho= .330; sig= .027), el peso y cmj (rho= .445; sig= .002), peso y los Pot max (rho= .507; sig= <.001), Minutos jugados y v0 (rho= .402; sig= .006), Cmj y v0 (rho= .377; sig= .011), Cmj y Pot max (rho= .595; sig= <.001), V0 y Pot max (rho= .461; sig= .001), Pot max y fvimb (rho= .506; sig= <.001).

También se encontró correlaciones significativas negativas entre la edad y equipo ($\rho = -.418$; $\text{sig} = .004$), peso y minutos de entrenamiento ($\rho = -.368$; $\text{sig} = .013$), equipo y minutos de entrenamiento ($\rho = -.612$; $\text{sig} < .001$), equipo y cmj ($\rho = -.661$; $\text{sig} < .001$), equipo y v0 ($\rho = -.581$; $\text{sig} < .001$), equipo y pot max ($\rho = -.371$; $\text{sig} = .012$), equipo y Fvimb ($\rho = -.315$; $\text{sig} = .035$), minutos de entrenamiento y minutos jugados ($\rho = -.579$; $\text{sig} < .001$), minutos de entrenamiento y f0 ($\rho = -.417$; $\text{sig} = .004$), f0 y v0 ($\rho = -.641$; $\text{sig} < .001$).

7. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El propósito de este estudio fue relacionar las características de los perfiles F-V de los jugadores de fútbol con su historial de lesiones, con el fin de desarrollar un factor predictivo de lesiones. Este factor se considera viable principalmente gracias a la integración de datos obtenidos de las variables del perfil F-V, el historial de lesiones y los minutos de juego, combinados con los entrenamientos.

Los resultados del estudio revelan que los jugadores con más tiempo de juego presentan un menor desequilibrio fuera del campo, lo cual se manifiesta en una mayor asistencia a los entrenamientos y un mejor rendimiento en la cancha. Estos hallazgos sugieren que el perfil F-V puede ser una herramienta valiosa para identificar el riesgo de lesiones mediante el análisis del equilibrio de los perfiles y la información sobre el tiempo de juego.

En particular, los jugadores que muestran un mayor equilibrio en sus perfiles F-V son menos propensos a sufrir lesiones. Esto resalta la importancia de monitorear y ajustar los perfiles F-V como parte de un programa integral de prevención de lesiones en el fútbol, promoviendo así un rendimiento sostenido y una menor incidencia de lesiones en los jugadores.

Además, las variables obtenidas al crear el perfil son esenciales tanto en el área de preparación física del fútbol, para asegurar un entrenamiento óptimo y alcanzar los mejores resultados, como en el área de rehabilitación, ya que son útiles en las fases preventivas y de recuperación de lesiones. La información detallada del perfil F-V permite a los entrenadores y personal médico diseñar programas de entrenamiento y rehabilitación personalizados que no solo mejoran el rendimiento deportivo, sino que también reducen significativamente el riesgo de lesiones.

Por lo tanto, la integración del perfil F-V en las rutinas de evaluación y entrenamiento físico puede proporcionar una ventaja competitiva al optimizar la salud y el rendimiento de los jugadores.

Varios análisis han demostrado que el entrenamiento de fuerza es importante para prevenir lesiones como dice Leppänen et al. (2014) demostrando que la fuerza tiene relación con la prevención de lesiones con la aplicación de entrenamientos de fuerza excéntrica reduciendo el riesgo de lesiones principalmente en isquiotibiales, por lo tanto la aplicación de la fuerza en sus diferentes formas de entrenamiento es importante para prevenir lesiones, por lo tanto el medir la fuerza aplicada en las extremidades inferiores en acciones balísticas como son los saltos verticales nos ayuda a establecer un índice de lesiones.

Como otros autores nos han demostrado que la fuerza es esencial en el rendimiento deportivo y la prevención de lesiones, el déficit de fuerza puede aumentar el riesgo de lesiones y en la actualidad el conocer la fuerza aplicada en los diferentes contextos individuales de cada deporte como es el fútbol y sus diferentes técnicas en cada una de las posiciones de juego nos ayuda a realizar una correcta planeación del entrenamiento de forma individualizada según las necesidades de cada jugador.

La fuerza muscular puede mejorar las características fuerza-tiempo, como la tasa de desarrollo de fuerza y la potencia mecánica externa, lo que se traduce en un mejor rendimiento atlético. Existe una fuerte correlación entre la fuerza muscular y habilidades como saltos superiores, carreras de velocidad, cambios de dirección y rendimiento deportivo específico. Además, los individuos más fuertes pueden aprovechar la potenciación postactivación y tienen una menor tasa de lesiones. Los profesionales deben monitorear la fuerza isométrica, dinámica y reactiva para proporcionar estímulos de entrenamiento óptimos que mejoren características específicas de fuerza y rendimiento. Se recomienda que los atletas se esfuercen por alcanzar la mayor fuerza posible dentro del contexto de su deporte. La capacidad de realizar sentadillas con al menos el doble de la masa corporal está asociada con un mejor rendimiento atlético. La literatura apoya que los atletas más fuertes tienen una RFD superior, mayor potencia mecánica externa, saltan más alto, corren más rápido, realizan tareas COD más eficientemente, se potencian más rápidamente y tienen menos lesiones. Por lo tanto, los científicos y profesionales del deporte pueden concluir que una mayor fuerza muscular es crucial para mejorar el desempeño en una amplia gama de habilidades deportivas y reducir el riesgo de lesiones (Suchomel; et al., 2016).

En el artículo de Jiménez Reyes et al. (2017) se obtuvieron los valores de fuerza de fútbol de $35.5 \pm 3.19 \text{ N/kg}$ y en el estudio se obtuvo $43.8 \pm 32.7 \text{ N/kg}$ a comparación de sus resultados, en velocidad se obtuvo valores de $2.98 \pm 0.37 \text{ m/s}$ mientras que obtuvimos $3.7 \pm 2.9 \text{ m/s}$ y por último los valores de la potencia máxima fueron de $26.3 \pm 2.95 \text{ W/kg}$ y de $33.4 \pm 18.2 \text{ W/kg}$, a de más en otro de los artículos nos habla de la importancia de optimizar el perfil F-V para obtener el mejor rendimiento de los jugadores a causa de una mejora en la fuerza y teniendo en cuenta que un nivel de fuerza es importante en el riesgo de lesiones, por lo tanto el conocer los niveles de fuerza a través del perfil y el historial de lesiones podemos utilizar estas dos bases de información para poder prevenir lesiones (Jiménez-Reyes et al., 2017).

Arslan et al. (2019) comentó que los efectos nocivos sobre la mecánica de las articulaciones aumentan en dirección proporcional a la fatiga, y que la fatiga es un riesgo. factor de lesión, lo cual con el perfil F-V es sensible a la pérdida en aplicación de fuerza llega a ser un factor predictivo.

El aterrizaje tras un salto genera fuerzas de rotación repentinas que imponen grandes fuerzas externas en la rodilla, lo que puede aumentar el riesgo de lesiones. Sin embargo, un aterrizaje adecuado, que se realice de manera suave, con buen control muscular y eficiente absorción de energía, puede reducir significativamente la carga en las extremidades inferiores. Además, medir la fuerza y la velocidad del salto permite predecir lesiones al evaluar las fuerzas externas involucradas (Muñoz, G.; 2022).

Las mediciones de pretemporada de fuerza de cadera, la cinemática de rodilla y tronco en el plano frontal durante el triple salto vertical con una sola pierna, y la cinética de CMJ, se asociaron de forma independiente con futuras lesiones del ligamento cruzado anterior sin contacto. Esto respalda el uso de una batería de pruebas en el campo al inicio de la pretemporada. Un modelo de predicción basado en la combinación de estas medidas demostró niveles aceptables de precisión para identificar a los jugadores que sufrirán una lesión del ligamento cruzado anterior (Collings, et al, 2022).

Así como nos dice Ardakani, M. K., et al (2019) estos resultados ofrecen una posible explicación mecánica de las mejoras en los resultados de los pacientes y la reducción del riesgo de lesiones tras programas de rehabilitación de esguinces de tobillo que incluyen ejercicios de estabilización de saltos. La evidencia muestra que el entrenamiento de estabilización de saltos

reduce las fuerzas de reacción del suelo, aumenta los ángulos de flexión de cadera y rodilla, y disminuye el torque en valgo y varo de rodilla, contribuyendo así a la prevención de lesiones.

Como Tosarelli et al. (2020) vieron según un análisis biomecánico mediante videos se puede relacionar los mecanismos de lesión en patrones, donde el más común (90% de los casos) involucraban las cargas sobre la pierna lesionada, viendo como involucran la carga en una sola pierna. También se analizó en los videos la inestabilidad dinámica que los jugadores tenían durante los diferentes posicionamientos que tenían durante los partidos. Por ende, la medición de la biomecánica en diferentes perspectivas nos puede dar diferente información sobre las lesiones y su mecanismo.

7.1. LIMITACIONES DEL ESTUDIO

El estudio contó con varias limitaciones como son la inasistencia de los jugadores, la falta de información del equipo médico o técnica sobre el historial de los deportistas, el cambio de jugadores durante la temporada, los diferentes periodos en los que se encontraban cada uno de los equipos, las lesiones que algunos de los jugadores presentaban en el momento que no les permitía realizar los test y una pérdida de muestra por eliminación de datos al realizar los cálculos salieron valores negativos a causa de una mala activación muscular pese que se siguió el protocolo de calentamiento .

La falta de estudios relacionados con el perfil F-V como factor predictivo de lesiones es una limitación por falta de información en la literatura.

8. CONCLUSIONES

El estudio tuvo como objetivo evaluar si el perfil F-V podría ser una herramienta efectiva para la prevención de lesiones, investigar si hay una relación entre el perfil óptimo y la frecuencia de lesiones en jugadores de fútbol, y relacionar las variables que conforman el perfil F-V con el rendimiento en el salto y el historial de lesiones.

Los resultados indican que el perfil F-V es un factor viable para predecir lesiones de miembros inferiores en jugadores de fútbol, basándose en datos obtenidos de las variables del perfil, el historial de lesiones y los minutos de juego combinados con los entrenamientos. Los jugadores con más tiempo de juego presentan un menor desequilibrio, mayor asistencia a los entrenamientos y mejor rendimiento en la cancha, sugiriendo que el perfil F-V es valioso para identificar el riesgo de lesiones.

Los jugadores con mayor equilibrio son menos propensos a sufrir lesiones. Las variables del perfil son esenciales tanto en la preparación física, asegurando un entrenamiento óptimo y mejores resultados, como en la rehabilitación, siendo útiles en la prevención y recuperación de lesiones.

La información detallada del perfil F-V permite diseñar programas de entrenamiento y rehabilitación personalizados que mejoran el rendimiento deportivo y reducen significativamente el riesgo de lesiones.

No se encontraron estudios previos relacionados con la prevención de lesiones utilizando el perfil F-V, destacando la importancia de este estudio en la interpretación de datos y la optimización de la salud y el rendimiento de los jugadores.

REFERENCIAS

- Ardakani, M. K., Wikstrom, E. A., Minoonejad, H., Rajabi, R., & Sharifnezhad, A. (2019). Hop-Stabilization Training and Landing Biomechanics in Athletes With Chronic Ankle Instability: A Randomized Controlled Trial. *Journal of athletic training*, 54(12), 1296–1303.
<https://doi.org/10.4085/1062-6050-550-17>
- Arnason A. (2009). ¿Cuál es la evidencia científica en los programas de prevención de la lesión muscular? *Apunts Med Esport*. 64:174-8.
- Arslan, S., Ertat, K. A., Karamizrak, S., İşleğen, Ç. E. T. I. N., & Arslan, T. U. Ğ. B. A. (2019). Soccer match induced fatigue effect on landing biomechanic and neuromuscular performance. *Acta Medica Mediterr*, 35(1), 391-397.
- Bakken, A., Targett, S., Bere, T., Eirale, C., Farooq, A., Mosler, A. B., Tol, J. L., Whiteley, R., Khan, K. M., & Bahr, R. (2018). Muscle Strength Is a Poor Screening Test for Predicting Lower Extremity Injuries in Professional Male Soccer Players A 2-Year Prospective Cohort Study. *American Journal of Sports Medicine*, 46(6), 1481-1491.
<https://doi.org/10.1177/0363546518756028>
- Balius Matas R, Pedret Carballido C. Lesiones musculares en el deporte. Madrid: Médica Panamericana; 2013.
- Balsalobre-Fernández, C., Glaister, M., & Lockey, R. (2015). The validity and reliability of an iPhone app for measuring vertical jump performance. *Journal of Sports Sciences*.
<https://doi.org/10.1080/02640414.2014.996184>
- Bisciotti, G. N., Chamari, K., Cena, E., Bisciotti, A., Bisciotti, A., Corsini, A., & Volpi, P. (2019). Anterior cruciate ligament injury risk factors in football. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 59(10), 1724-1738. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.19.09563-X>

- Brooks, E. R., Benson, A. C., & Bruce, L. M. (2018). Novel Technologies Found to be Valid and Reliable for the Measurement of Vertical Jump Height With Jump-and-Reach Testing. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(10), 2838.
<https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002790>
- Chen, E. T., McInnis, K. C., & Borg-Stein, J. (2019). Ankle Sprains: Evaluation, Rehabilitation, and Prevention. *Current Sports Medicine Reports*, 18(6), 217.
<https://doi.org/10.1249/JSR.0000000000000603>
- Clement, D., Tranaeus, U., Johnson, U., Stenling, A., & Ivarsson, A. (2022). Profiles of psychosocial factors: Can they be used to predict injury risk? *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 32(4), 782-788. <https://doi.org/10.1111/sms.14110>
- Collings, T. J., Diamond, L. E., Barrett, R. S., Timmins, R. G., Hickey, J. T., DU Moulin, W. S., Williams, M. D., Beerworth, K. A., & Bourne, M. N. (2022). Strength and Biomechanical Risk Factors for Noncontact ACL Injury in Elite Female Footballers: A Prospective Study. *Medicine and science in sports and exercise*, 54(8), 1242–1251.
<https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002908>
- Cormie, P., McGUIGAN, M. R., & Newton, R. U. (2010). Changes in the eccentric phase contribute to improved stretch-shorten cycle performance after training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 42(9), 1731-1744.
- Cronin, J., & Sleivert, G. (2005). Challenges in understanding the influence of maximal power training on improving athletic performance. *Sports medicine*, 35, 213-234.
- Dauty, M., Menu, P., & Fouasson-Chailloux, A. (2020). Hamstring Muscle Injury Prediction by Isokinetic Ratios Depends on the Method Used. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 30(1), 40-45. <https://doi.org/10.1097/JSM.0000000000000568>

- Delextrat, A., Piquet, J., Matthews, M. J., & Cohen, D. D. (2018). Strength-Endurance Training Reduces the Hamstrings Strength Decline Following Simulated Football Competition in Female Players. *Frontiers in Physiology, 9*, 1059. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.01059>
- Faltstrom, A., Hagglund, M., Hedevik, H., & Kvist, J. (2021). Poor Validity of Functional Performance Tests to Predict Knee Injury in Female Soccer Players With or Without Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *American Journal of Sports Medicine, 49*(6), 1441-1450. <https://doi.org/10.1177/03635465211002541>
- Fransz, D. P., Huurnink, A., Kingma, I., de Boode, V. A., Heyligers, I. C., & van Dieen, J. H. (2018). Performance on a Single-Legged Drop-Jump Landing Test Is Related to Increased Risk of Lateral Ankle Sprains Among Male Elite Soccer Players: A 3-Year Prospective Cohort Study. *American Journal of Sports Medicine, 46*(14), 3454-3462. <https://doi.org/10.1177/0363546518808027>
- Frost, D. M., Cronin, J., & Newton, R. U. (2010). A biomechanical evaluation of resistance: fundamental concepts for training and sports performance. *Sports Medicine, 40*, 303-326.
- García-Pinillos, F., Ramírez-Campillo, R., Boullosa, D., Jiménez-Reyes, P., & Latorre-Román, P. Á. (2021). Vertical Jumping as a Monitoring Tool in Endurance Runners: A Brief Review. *Journal of Human Kinetics, 80*, 297-308. <https://doi.org/10.2478/hukin-2021-0101>
- Hassebrock, J. D., Gulbrandsen, M. T., Asprey, W. L., Makovicka, J. L., & Chhabra, A. (2020). Knee Ligament Anatomy and Biomechanics. *Sports Medicine and Arthroscopy Review, 28*(3), 80-86. <https://doi.org/10.1097/JSA.0000000000000279>
- Horan, D., Blake, C., Häggglund, M., Kelly, S., Roe, M., & Delahunt, E. (2022). Injuries in elite-level women's football—A two-year prospective study in the Irish Women's National League. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, 32*(1), 177-190. <https://doi.org/10.1111/sms.14062>

Introcaso, D. L. (2020). *Análisis estadístico de lesiones en fútbol profesional de un equipo de segunda división del fútbol argentino*.

Jaric, S., & Markovic, G. (2009). Leg muscles design: the maximum dynamic output hypothesis. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41(4), 780-787.

Jiménez-Reyes, P., Samozino, P., Brughelli, M., & Morin, J.-B. (2017). Effectiveness of an Individualized Training Based on Force-Velocity Profiling during Jumping. *Frontiers in Physiology*, 7, 677. <https://doi.org/10.3389/fphys.2016.00677>

Jiménez-Reyes, P., Samozino, P., Cuadrado-Peñañiel, V., Conceição, F., González-Badillo, J. J., & Morin, J.-B. (2014). Effect of countermovement on power–force–velocity profile. *European Journal of Applied Physiology*, 114(11), 2281-2288. <https://doi.org/10.1007/s00421-014-2947-1>

Jiménez-Reyes, P., Samozino, P., García Ramos, A., Cuadrado-Peñañiel, V., Brughelli, M. & Morin, J.-B. (2018) Relationship between vertical and horizontal force-velocity power profiles in various sports and levels of practice. *PeerJ*, 1-18. Recuperado de <https://doi.org/107717/peerj.5937>

Jiménez-Reyes, P., Samozino, P., & Morin, J. B. (2019). Optimized training for jumping performance using the force-velocity imbalance: Individual adaptation kinetics. *PloS one*, 14(5), e0216681.

Kawaguchi, K., Taketomi, S., Mizutani, Y., Inui, H., Yamagami, R., Kono, K., Takagi, K., Kage, T., Sameshima, S., Tanaka, S., & Haga, N. (2021). Hip Abductor Muscle Strength Deficit as a Risk Factor for Inversion Ankle Sprain in Male College Soccer Players: A Prospective Cohort Study. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 9(7), 23259671211020290. <https://doi.org/10.1177/23259671211020287>

Kotsifaki, A., Van Rossom, S., Whiteley, R., Korakakis, V., Bahr, R., Sideris, V., & Jonkers, I. (2022). Single leg vertical jump performance identifies knee function deficits at return to sport after

ACL reconstruction in male athletes. *British Journal of Sports Medicine*, 56(9), 490-498.

<https://doi.org/10.1136/bjsports-2021-104692>

Krosshaug, T., Steffen, K., Kristianslund, E., Nilstad, A., Mok, K.-M., Myklebust, G., Andersen, T. E., Holme, I., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2016). The Vertical Drop Jump Is a Poor Screening Test for ACL Injuries in Female Elite Soccer and Handball Players: A Prospective Cohort Study of 710 Athletes. *The American Journal of Sports Medicine*, 44(4), 874-883.

<https://doi.org/10.1177/0363546515625048>

Muñoz, G. (2022). Mecánica de las Lesiones en Miembro Inferior en Jugadores de Baloncesto. *Kronos: revista universitaria de la actividad física y el deporte*, 21(2).

Leppänen, M., Aaltonen, S., Parkkari, J., Heinonen, A., & Kujala, U. M. (2014). Interventions to prevent sports related injuries: A systematic review and metaanalysis of randomised controlled trials. *Sports Medicine*, 44(4), 473–486. Recuperado de

<https://doi.org/10.1007/s40279-013-0136-8>.

Martins, F., Przednowek, K., França, C., Lopes, H., de Maio Nascimento, M., Sarmiento, H., Marques, A., Ihle, A., Henriques, R., & Gouveia, É. R. (2022). Predictive Modeling of Injury Risk Based on Body Composition and Selected Physical Fitness Tests for Elite Football Players. *Journal of Clinical Medicine*, 11(16), Article 16. <https://doi.org/10.3390/jcm11164923>

Mendez-Villanueva, A., Nunez, F. J., Lazaro-Ramirez, J. L., Rodriguez-Sanchez, P., Guitart, M., Rodas, G., Martin-Garetxana, I., Lekue, J., Di Salvo, V., & Suarez-Arrones, L. (2022). Knee Flexor Eccentric Strength, Hamstring Muscle Volume and Sprinting in Elite Professional Soccer Players with a Prior Strained Hamstring. *Biology-Basel*, 11(1), 69.

<https://doi.org/10.3390/biology11010069>

Mineta, S., Inami, T., Hoshiba, T., Higashihara, A., Kumai, T., Torii, S., & Hirose, N. (2021). Greater knee varus angle and pelvic internal rotation after landing are predictive factors of a non-

contact lateral ankle sprain. *Physical Therapy in Sport*, 50, 59-64.

<https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2021.04.001>

Morin, J.-B., & Samozino, P. (2016). Interpreting Power-Force-Velocity Profiles for Individualized and Specific Training. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(2), 267-272. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2015-0638>

Morocho, C. (2021). *La relación fuerza-velocidad para la optimización del entrenamiento y prevención de lesiones | Ciencia Digital*.

<https://cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/CienciaDigital/article/view/1462>

Niespodziński, B., Grad, R., Kochanowicz, A., Mieszkowski, J., Marina, M., Zasada, M., & Kochanowicz, K. (2021). The Neuromuscular Characteristics of Gymnasts' Jumps and Landings at Particular Stages of Sports Training. *Journal of Human Kinetics*, 78, 15-28. <https://doi.org/10.2478/hukin-2021-0027>

Noronha, M., Lay, E. K., McPhee, M. R., Mnatzaganian, G., & Nunes, G. S. (2019). Ankle Sprain Has Higher Occurrence During the Latter Parts of Matches: Systematic Review With Meta-Analysis. *Journal of Sport Rehabilitation*, 28(4), 373-380. <https://doi.org/10.1123/jsr.2017-0279>

Onofrei, R.-R., Amaricai, E., Petroman, R., Surducan, D., & Suciu, O. (2019). Preseason Dynamic Balance Performance in Healthy Elite Male Soccer Players. *American Journal of Mens Health*, 13(1), 1557988319831920. <https://doi.org/10.1177/1557988319831920>

Plisky, P., Schwartkopf-Phifer, K., Huebner, B., Garner, M. B., & Bullock, G. (2021a). Systematic Review and Meta-Analysis of the Y-Balance Test Lower Quarter: Reliability, Discriminant Validity, and Predictive Validity. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 16(5). <https://doi.org/10.26603/001c.27634>

- Plisky, P., Schwartkopf-Phifer, K., Huebner, B., Garner, M. B., & Bullock, G. (2021b). Systematic Review and Meta-Analysis of the Y-Balance Test Lower Quarter: Reliability, Discriminant Validity, and Predictive Validity. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 16(5).
<https://doi.org/10.26603/001c.27634>
- Raya-González, J., de Ste Croix, M., Read, P., & Castillo, D. (2020). A Longitudinal Investigation of Muscle Injuries in an Elite Spanish Male Academy Soccer Club: A Hamstring Injuries Approach. *Applied Sciences*, 10(5), Article 5. <https://doi.org/10.3390/app10051610>
- Raya-Gonzalez, J., Nakamura, F. Y., Castillo, D., Yanci, J., & Fanchini, M. (2019). Determining the Relationship Between Internal Load Markers and Noncontact Injuries in Young Elite Soccer Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 14(4), 421-425.
<https://doi.org/10.1123/ijsp.2018-0466>
- Samozino, P., Morin, J. B., Hintzy, F., & Belli, A. (2008). A simple method for measuring force, velocity and power output during squat jump. *Journal of biomechanics*, 41(14), 2940-2945.
- Samozino, P., Rejc, E., Prampero, P., Belli, A., & Morin, J.-B. (2012). Optimal Force–Velocity Profile in Ballistic Movements—Altius. *Medicine and science in sports and exercise*, 44, 313-322.
<https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31822d757a>
- Senorski, E. H., Alentorn-Geli, E., Musahl, V., Fu, F., Krupic, F., Desai, N., Westin, O., & Samuelsson, K. (2018). Increased odds of patient-reported success at 2 years after anterior cruciate ligament reconstruction in patients without cartilage lesions: A cohort study from the Swedish National Knee Ligament Register. *Knee Surgery Sports Traumatology Arthroscopy*, 26(4), 1086-1095. <https://doi.org/10.1007/s00167-017-4592-9>
- Silbernagel, K. G., Hanlon, S., & Sprague, A. (2020). Current Clinical Concepts: Conservative Management of Achilles Tendinopathy. *Journal of Athletic Training*, 55(5), 438-447.
<https://doi.org/10.4085/1062-6050-356-19>

- Soriano, M. A., Jiménez-Reyes, P., Rhea, M. R., & Marín, P. J. (2015). The optimal load for maximal power production during lower-body resistance exercises: *a meta-analysis*. *Sports Medicine, 45*, 1191-1205.
- Suchomel, T. J., Nimphius, S., & Stone, M. H. (2016). The importance of muscular strength in athletic performance. *Sports medicine, 46*, 1419-1449.
- 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>
- Wilke, J., Tenberg, S., & Groneberg, D. (2022). Prognostic factors of muscle injury in elite football players: A media-based, retrospective 5-year analysis. *Physical Therapy in Sport, 55*, 305-308. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2022.05.009>
- Zumeta-Olaskoaga, L., Weigert, M., Larruskain, J., Bikandi, E., Setuain, I., Lekue, J., Kuechenhoff, H., & Lee, D.-J. (2021). Prediction of sports injuries in football: A recurrent time-to-event approach using regularized Cox models. *Asta-Advances in Statistical Analysis*. <https://doi.org/10.1007/s10182-021-00428-2>