Factores modificables asociados a la lesión de tobillo en futbolistas juveniles: un estudio comparativo transversal

Modifiable factors associated with ankle injury in youth soccer players: a cross-sectional comparative study

Autores

Viviana Marcela Celis Quinayás[1]
Marlon Felipe Burbano Fernández[1]
Andrés Felipe Villaquiran-Hurtado[1]

[1] Universidad del Cauca (Colombia)

Autor de correspondencia:
Viviana Marcela Celis Quinayás
vcelis@unicauca.edu.co

Recibido: 20-04-26
Aceptado: 30-05-26

Cómo citar en APA

Celis Quinayás, V. M., Burbano Fernández, M. F., & Villaquiran-Hurtado, A. F. (2026). Factores modificables asociados a la lesión de tobillo en futbolistas juveniles: un estudio comparativo transversal. *Retos, 85*, 61-76. https://doi.org/10.47197/retos.v85.119525

Resumen

Introducción: En el fútbol juvenil, las lesiones de tobillo son frecuentes y pueden afectar el desarrollo deportivo y el desempeño funcional de los jugadores.
Objetivo: Analizar factores modificables asociados con el antecedente de lesión de tobillo en futbolistas juveniles de Popayán, Cauca.
Metodología: Se realizó un estudio transversal comparativo con 172 futbolistas, 85 con antecedente de lesión de tobillo y 87 sin antecedente. Los participantes fueron evaluados mediante un cuestionario estructurado, mediciones semiológicas, composición corporal y pruebas funcionales.
Resultados: La categoría competitiva y la frecuencia semanal de entrenamiento se asociaron con el antecedente de lesión. Los jugadores con antecedente presentaron mayor fuerza de extensión de cadera izquierda, altura de salto y tiempo de vuelo. En el análisis multivariante, los mediocampistas y delanteros presentaron mayores odds de antecedente de lesión que los defensas centrales. La fuerza de extensión de cadera izquierda y la altura de salto también mantuvieron asociaciones significativas.
Discusión: Los hallazgos muestran que un mayor desempeño en determinadas variables funcionales no necesariamente corresponde con una menor presencia de antecedentes de lesión, lo que respalda la interpretación multidimensional del rendimiento en futbolistas juveniles.
Conclusiones: El antecedente de lesión de tobillo se asoció con características deportivas y funcionales. Estos resultados respaldan una evaluación multidimensional, aunque el diseño transversal no permite establecer temporalidad ni causalidad.

Palabras clave

Adolescente; articulación de tobillo; factores asociados; fútbol; rendimiento físico funcional.

Abstract

Introduction: Ankle injuries are common in youth soccer and may affect players' athletic development and functional performance.
Objective: To analyze modifiable factors associated with a history of ankle injury in youth soccer players from Popayán, Cauca.
Methodology: A comparative cross-sectional study was conducted with 172 soccer players, 85 with a history of ankle injury and 87 without such a history. Participants were assessed using a structured questionnaire, clinical measurements, body composition assessment, and functional performance tests.
Results: Competitive category and weekly training frequency were associated with a history of ankle injury. Players with an injury history showed greater left hip extension strength, jump height, and flight time. In the multivariable analysis, midfielders and forwards showed higher odds of a history of ankle injury than central defenders. Left hip extension strength and jump height also remained significantly associated.
Discussion: The findings indicate that better performance in certain functional variables does not necessarily correspond to a lower prevalence of previous injury, supporting a multidimensional interpretation of performance in youth soccer players.
Conclusions: A history of ankle injury was associated with sport-related and functional characteristics. These findings support a multidimensional assessment; however, the cross-sectional design does not allow temporal or causal relationships to be established.

Keywords

Adolescent; ankle joint; associated factors; functional physical performance; soccer.

Introducción

Las lesiones de tobillo constituyen una localización relevante dentro de la epidemiología lesional del fútbol juvenil, con predominio de lesiones ligamentarias y esguinces entre las afecciones de esta región (Mandorino et al., 2023a). Su importancia clínica no se limita al episodio agudo, dado que el antecedente de lesión se ha relacionado con una mayor susceptibilidad a nuevos episodios y con alteraciones funcionales que pueden persistir después del retorno a la práctica deportiva (Mandorino et al., 2023b; Picot et al., 2022). En este contexto, la evaluación del complejo tobillo-pie adquiere especial relevancia durante las etapas formativas, en las que coinciden cambios relacionados con el crecimiento y la maduración con una progresión de las demandas físicas y competitivas (Wik, 2022; Towlson et al., 2021).

La evaluación funcional permite caracterizar diferentes componentes del desempeño del futbolista y complementar la información obtenida mediante el antecedente clínico. Variables relacionadas con movilidad, fuerza, equilibrio y rendimiento pueden aportar información sobre el estado funcional del deportista, aunque su interpretación debe realizarse de manera integrada y considerando las características específicas de la población evaluada (Schneider et al., 2019; Picot et al., 2022). Asimismo, la composición corporal puede presentar variaciones relacionadas con el estado lesional y con su evolución a lo largo de la temporada, lo que respalda su consideración dentro de una valoración más amplia del futbolista (Martins et al., 2022).

Entre los componentes funcionales, la fuerza constituye un elemento relevante para el rendimiento y el control del movimiento en el fútbol, mientras que las pruebas de salto permiten caracterizar capacidades relacionadas con el desempeño neuromuscular (Villaquiran Hurtado & Jerez Mayorga, 2023; Rommers et al., 2020). Por su parte, el equilibrio dinámico representa otro componente de la evaluación funcional; sin embargo, su relación con la ocurrencia posterior de lesiones no es uniforme entre poblaciones y depende de las características del deportista, del contexto deportivo y de los criterios empleados para interpretar las pruebas (Chaari et al., 2022; Plisky et al., 2021). Por tanto, ninguna de estas variables debe considerarse de manera aislada como indicador suficiente de susceptibilidad lesional.

Esta consideración resulta particularmente importante en el fútbol juvenil, donde el crecimiento, la maduración biológica, la edad cronológica, la carga de entrenamiento y las demandas competitivas pueden modificar simultáneamente el perfil funcional y la epidemiología de las lesiones (Wik, 2022; McBurnie et al., 2021; Mandorino et al., 2023b). Estudios prospectivos han mostrado que la frecuencia, gravedad y carga de las lesiones pueden variar entre grupos etarios durante el proceso formativo (Ruf et al., 2022), mientras que también se han identificado diferencias según la posición de juego y las demandas específicas del futbolista (Hall et al., 2022). Estas características respaldan la necesidad de evitar interpretaciones homogéneas del riesgo y de considerar el contexto deportivo individual.

La prevención de lesiones en futbolistas jóvenes requiere, por tanto, estrategias que integren diferentes componentes del rendimiento y de la exposición deportiva. Los programas estructurados de calentamiento, fuerza y entrenamiento neuromuscular han mostrado efectos favorables sobre variables de rendimiento y sobre la ocurrencia de lesiones en futbolistas juveniles (Asgari et al., 2022; Rahlf et al., 2020). Sin embargo, para orientar adecuadamente estas estrategias es necesario conocer cómo se distribuyen las características deportivas, antropométricas y funcionales entre jugadores con diferentes antecedentes lesionales.

A pesar del creciente interés por la prevención en el fútbol juvenil, persisten interrogantes sobre las características que diferencian a los jugadores con y sin antecedente de lesión de tobillo, particularmente en contextos formativos no pertenecientes a academias de élite. Estudios recientes confirman que el tobillo continúa representando una localización importante de lesión en futbolistas jóvenes y que las características lesionales pueden variar según el nivel competitivo y la posición de juego (Prianto et al., 2024; Gamonales et al., 2024). No obstante, sigue siendo necesario generar evidencia en poblaciones locales que permita caracterizar estas asociaciones mediante evaluaciones deportivas, antropométricas y funcionales.

En este contexto, el objetivo del presente estudio fue analizar factores modificables asociados con el antecedente de lesión de tobillo en futbolistas juveniles de Popayán, Cauca. Debido al diseño transversal, el análisis se orientó a identificar asociaciones entre las variables estudiadas y el antecedente lesional, sin establecer relaciones temporales o causales (von Elm et al., 2007).

Método

Participantes

Se realizó un estudio descriptivo, comparativo de corte transversal, en futbolistas juveniles con edades entre 12 y 17 años. Se empleó un muestreo no probabilístico por conveniencia entre jugadores pertenecientes a siete clubes de fútbol de la ciudad de Popayán. Un total de 300 futbolistas fueron evaluados para determinar su elegibilidad; de estos, 30 no cumplieron los criterios de inclusión, 52 declinaron participar y 46 fueron excluidos por presentar historias clínicas incompletas. Finalmente, la muestra estuvo conformada por 172 jugadores, distribuidos en dos grupos: con antecedente de lesión de tobillo, 49% (n = 85), y sin antecedente de lesión de tobillo, 51% (n = 87). El tamaño muestral estuvo determinado por el número de futbolistas elegibles y disponibles en los clubes participantes. Debido al carácter no probabilístico del muestreo, los resultados no deben interpretarse como estadísticamente representativos de la población general de futbolistas juveniles.

Los criterios de inclusión consideraron jugadores activos inscritos en un club deportivo y participantes en torneos oficiales federativos, con al menos un año de experiencia competitiva. La participación requirió aceptación voluntaria, autorización institucional del club y consentimiento informado firmado por los padres de familia o acudientes. Se excluyeron los jugadores que presentaran una lesión reciente, aquellos que no hubieran completado al menos un mes desde el alta competitiva y quienes tuvieran información clínica incompleta o ausencia de documentación que permitiera verificar el antecedente de lesión de tobillo.

Para efectos del estudio, se consideró lesión de tobillo toda alteración de la función física normal o daño tisular de esta región asociado con la participación deportiva, de acuerdo con la definición de lesión propuesta por Bahr et al. (2020). El antecedente lesional se delimitó mediante un criterio operacional basado en pérdida de participación deportiva (time-loss). Específicamente, se incluyeron los eventos que ocasionaron al menos un día de ausencia o limitación para participar plenamente en entrenamiento o competencia. Este umbral de un día correspondió al criterio operativo adoptado para el presente estudio.

Procedimiento

Antes de iniciar la recolección de datos, se explicaron los objetivos, procedimientos, aspectos éticos y posibles molestias relacionadas con las evaluaciones a directivos, entrenadores, deportistas y padres de familia o acudientes. Las pruebas se realizaron en el laboratorio del Programa de Fisioterapia de una universidad pública del departamento del Cauca, siguiendo un orden estandarizado y procedimientos previamente establecidos. Los evaluadores recibieron entrenamiento previo y el evaluador encargado de las pruebas funcionales permaneció cegado respecto al antecedente de lesión de los participantes.

Una vez obtenido el consentimiento informado, cada jugador diligenció un cuestionario estructurado previamente sometido a prueba piloto. Este instrumento incluyó información sociodemográfica, antecedentes deportivos y antecedentes de lesión de tobillo. Entre las variables deportivas se registraron el tiempo de práctica deportiva en años, la frecuencia semanal de entrenamiento en días, la duración diaria de las sesiones de entrenamiento en minutos y el número de partidos disputados por semana.

Composición corporal

La composición corporal se evaluó mediante bioimpedancia multifrecuencia con el analizador InBody 270. Este dispositivo ha mostrado adecuada exactitud y fiabilidad para la estimación de diferentes componentes de la composición corporal en población pediátrica (Larsen et al., 2021). Se registraron peso corporal, masa muscular esquelética, porcentaje de grasa corporal, masa libre de grasa, masa grasa corporal, masa magra segmental e índice de masa corporal.

Evaluación de la estabilidad ligamentaria

La estabilidad ligamentaria del tobillo se evaluó mediante las pruebas de cajón anterior y talar tilt. Estas maniobras forman parte de la evaluación clínica de la integridad de los ligamentos laterales del tobillo.

La evidencia disponible indica que el cajón anterior presenta utilidad clínica para confirmar el compromiso del ligamento talofibular anterior, mientras que el talar tilt puede aportar información sobre la integridad del ligamento calcaneofibular (Netterström-Wedin et al., 2022).

Calentamiento

Antes de las pruebas funcionales, todos los jugadores realizaron un calentamiento estandarizado de 10 minutos, compuesto por cinco minutos de carrera continua a intensidad ligera-moderada y cinco minutos de ejercicios dinámicos específicos de miembros inferiores, incluidos desplazamientos laterales, skipping y movilidad dinámica. La inclusión de una fase de calentamiento previo se fundamentó en la evidencia sobre sus efectos favorables en el rendimiento físico posterior (Fradkin et al., 2010).

Las evaluaciones se realizaron siguiendo un orden estandarizado y se establecieron periodos de descanso de tres minutos entre pruebas con el propósito de reducir la influencia de la fatiga sobre el rendimiento.

Movilidad articular

Los rangos de movimiento de dorsiflexión, plantiflexión, inversión y eversión de tobillo, así como la abducción y extensión de cadera, se evaluaron mediante goniometría manual siguiendo procedimientos estandarizados para la medición del movimiento articular (Norkin & White, 2016).

La dorsiflexión funcional del tobillo en carga se evaluó mediante el Weight-Bearing Lunge Test. Esta prueba presenta elevada fiabilidad intra e interevaluador y valores establecidos de cambio mínimo detectable para la medición de la dorsiflexión en carga (Powden et al., 2015).

Fuerza muscular

La fuerza isométrica se cuantificó mediante un dinamómetro manual MicroFET2. Se evaluaron bilateralmente los grupos musculares dorsiflexores, plantiflexores, inversores y eversores del tobillo, así como los abductores y extensores de cadera. El MicroFET2 ha mostrado mediciones comparables con otros dinamómetros manuales para diferentes grupos musculares, mientras que la dinamometría manual estabilizada ha demostrado adecuada fiabilidad para la cuantificación de fuerza isométrica de miembros inferiores (Jackson et al., 2017; Du et al., 2024). Los resultados se registraron en kilogramos-fuerza (kgf).

Resistencia funcional de los plantiflexores

La resistencia funcional de los músculos plantiflexores se evaluó mediante el Standing Heel-Rise Test. Esta prueba clínica ha mostrado elevada fiabilidad test-retest y dispone de valores normativos para su interpretación (Hébert-Losier et al., 2017).

Evaluación del salto

El rendimiento en salto vertical se evaluó mediante Squat Jump y Countermovement Jump. La altura del salto y el tiempo de vuelo se registraron mediante la aplicación My Jump 2, cuya validez y fiabilidad han sido demostradas frente a plataformas de fuerza y en población futbolística joven (Gallardo-Fuentes et al., 2016; Gómez- Rodas et al., 2024).

El rendimiento funcional lateral se evaluó mediante el Side Hop Test. Esta prueba ha mostrado adecuada validez de constructo y fiabilidad intra e interevaluador en niños y adolescentes, incluidos participantes evaluados en contextos de fútbol (Kamonseki et al., 2018). Asimismo, estudios posteriores realizados específicamente en futbolistas han mostrado adecuados niveles de validez y fiabilidad para su utilización en la evaluación funcional (Fältström et al., 2023).

Equilibrio estático

El control postural estático se evaluó mediante el Single Leg Stance Test on Firm Surface, siguiendo el protocolo descrito por Picot et al. (2022). La prueba se realizó descalzo, en apoyo unipodal sobre una superficie firme, con las manos ubicadas sobre las caderas y los ojos cerrados durante 20 segundos. La extremidad de apoyo se mantuvo con aproximadamente 5° de flexión de rodilla, mientras que la cadera y la rodilla de la extremidad contralateral permanecieron ligeramente flexionadas.

Durante la prueba se registró el número de errores de equilibrio. Se consideraron errores la apertura de los ojos, realizar un paso, tropezar o caer, desplazar la cadera más de 30° en flexión o abducción, levantar el antepié o el talón, o permanecer fuera de la posición establecida durante más de cinco segundos. Esta prueba ha mostrado adecuada fiabilidad interevaluador para la valoración clínica del control postural estático (Picot et al., 2022).

Equilibrio dinámico

El equilibrio dinámico se evaluó mediante el Y-Balance Test Lower Quarter. Se registraron las distancias de alcance en las direcciones anterior, posteromedial y posterolateral, así como las puntuaciones normalizadas para cada extremidad. El Y-Balance Test presenta evidencia favorable de fiabilidad para la evaluación del equilibrio dinámico, aunque su capacidad para identificar prospectivamente lesiones varía entre poblaciones y contextos deportivos (Plisky et al., 2021). Su utilización para la caracterización del equilibrio dinámico en futbolistas también ha sido descrita según el nivel competitivo (Falces- Prieto et al., 2020).

Análisis de datos

Los datos fueron organizados inicialmente en Microsoft Excel y posteriormente analizados mediante el lenguaje de programación R. La distribución de las variables cuantitativas se examinó mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Para las comparaciones entre grupos se utilizó la prueba de chi-cuadrado en las variables categóricas y, según la distribución de los datos, la prueba t de Student para muestras independientes o la prueba U de Mann-Whitney para las variables cuantitativas.

Dado el número de comparaciones realizadas, los valores de *p* fueron ajustados mediante el procedimiento de Benjamini-Hochberg para controlar la tasa de falsos descubrimientos. Asimismo, se calcularon tamaños del efecto para las comparaciones bivariadas, utilizando V de Cramér para las variables categóricas y correlación biserial por rangos para las comparaciones realizadas mediante la prueba U de Mann-Whitney.

Posteriormente, se ajustó un modelo de regresión logística binaria multivariante para evaluar asociaciones ajustadas con el antecedente de lesión de tobillo. El modelo incluyó edad, posición de juego, frecuencia semanal de entrenamiento, fuerza de extensión de cadera izquierda, altura de salto y clasificación de masa muscular esquelética como variables independientes. Los resultados se expresaron mediante razones de momios (OR) e intervalos de confianza del 95%. La ausencia de colinealidad relevante entre las variables incluidas en el modelo se verificó mediante el factor de inflación de la varianza (VIF).

Consideraciones éticas

El estudio fue aprobado por el Comité de Ética de Investigaciones institucional, con identificador No. 6144 en el Sistema de Registro de Investigación. Todos los procedimientos se desarrollaron de acuerdo con los principios éticos establecidos en la Declaración de Helsinki y con la normativa colombiana vigente para investigaciones en salud con seres humanos (World Medical Association, 2013; Ministerio de Salud, 1993).

Resultados

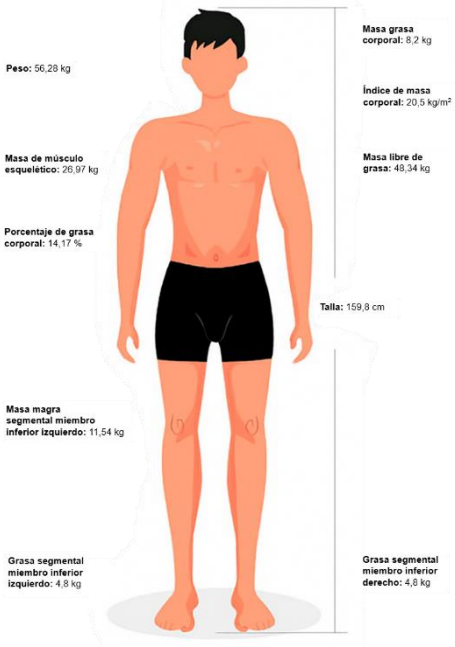
Los 172 participantes fueron hombres, con una edad promedio de 14 años (+/-1,3DS) entre un rango de edades de 12 a 17 años los cuales fueron integrantes de siete clubes de la ciudad de Popayán. En cuanto a las características deportivas la posición de juego fue lateral 31%, mediocampista 23%, delantero 22%, defensa central 17% y arquero 6%. Con respecto a la categoría, se encontró que el 77% eran sub-15, el 19% eran sub-13, 3% elites y el 1% correspondían a la categoría sub-17.

Mientras que, para el tiempo de práctica se obtuvo que el 62% de la población llevaba más de 7 años entrenando, el 16% entre 5 a 7 años, el 10% entre 3 a 5 años y el 9% entre 1 y 3 años, con un promedio de frecuencia semanal de entreno de 5 (+/- 1,4DS) días a la semana, entrenando al día entre 60 a 120 minutos para el 61%, entre 120 a 180 minutos para el 33% de los deportistas, y mayor a 180 minutos tan solo el 5%. Por otra parte, el promedio de partidos a la semana de los atletas es de 1,5 (+/-0,8 DS) juegos, mientras el 60% de los atletas entrenan en una superficie natural, el otro 40% lo hace en una superficie mixta.

Para los antecedentes de lesión el 49% ha sufrido una lesión de tobillo, de las personas que reportan lesiones el promedio de lesión en su carrera deportiva es del 0,5% con una máxima de 9 lesiones y una mínima de 1 lesión, las estructuras que más se han lesionado es el ligamento con un 60% y la que menos se lesiona es el hueso con un 1%. En cuanto a la antigüedad de las lesiones, se establece que 43% de los lesionados tuvo su última lesión hace 3 meses, el 30% mayor a 12 meses y el 22% restante de 4 a 12 meses. En cuanto a la frecuencia de lesiones con la carga de actividad el 59% de las lesiones fue en competencia mientras que el 31% fue en entrenamiento. Las lesiones se produjeron principalmente en los minutos 60 a 90 de juego (35%) y produjeron alrededor del 50% de 1 a 7 días de incapacidad.

La figura 1 presenta los valores promedio de composición corporal en jóvenes futbolistas, destacando la distribución de la masa muscular y grasa. Se reporta un peso medio de 56,28 kg (+/-9,6 DS), con una masa de músculo esquelético de 26,97 kg (+/-4,6 DS) y un porcentaje de grasa corporal del 14,17% (+/- 4,9 DS). A nivel segmental, los miembros inferiores muestran una masa magra promedio de 11,54 kg (+/- 2,04 DS) en el lado izquierdo y 11,63 kg (+/- 2,05 DS) en el derecho, con una grasa segmental de 4,8 kg (+/-1,7 DS) en ambos. La masa libre de grasa es de 48,34 kg (+/- 4,2DS), mientras que la masa grasa corporal alcanza los 8,2 kg (+/- 3,71 DS), resultando en un índice de masa corporal (IMC) de 20,5 kg/m2 (+/- 2,43 DS) y una talla promedio de 159,8 cm (+/- 31,26 DS) para los atletas.

Figura 1. Composición corporal de los jóvenes futbolistas



La tabla 1 muestra los resultados de diversas pruebas de rendimiento físico en los futbolistas, las cuales evidencian una distribución similar entre el pie derecho e izquierdo en la mayoría de las pruebas. Se observa una alta frecuencia de hipermovilidad en las pruebas de eversión e inversión en ambos pies, así como una tendencia a la hipomovilidad en dorsiflexión y plantiflexión. En las pruebas de estabilidad y fuerza, los valores de apoyo unipodal y salto lateral reflejan variaciones entre ambos lados. En el Heel-Rise Test, la mayoría de los futbolistas presentan un desempeño excelente en ambos pies. Finalmente, según los criterios de clasificación utilizados para el Y-Balance Test, el 31 % de los jugadores fue clasificado en la categoría de riesgo.

Tabla 1. Factores de riesgo modificables relacionados con el rendimiento físico de los jugadores de fútbol de la ciudad de Popayán.

Pruebas de rendimiento físico	Resultados (%)	Pruebas de rendimiento físico	Resultados (%)
Tilt Test pie derecho	Negativa: 83%	Inversión de pie izquierdo	Hipermovilidad: 69%
	Positiva: 17%		Hipomovilidad: 24%
Tilt Test pie izquierdo	Negativo: 81%		Normal: 8%
	Positiva: 19%	Eversión derecho	Hipermovilidad: 98%
Cajón anterior pie derecho	Negativa: 92%		Hipomovilidad: 1%
	Positiva: 8%		Normal: 1%
Cajón anterior pie izquierdo	Negativa: 92%	Eversión izquierdo	Hipermovilidad: 97%
	Positiva: 8%		Hipomovilidad: 2%
Lunge test derecho	Bueno: 21%		Normal: 1%
	Deficiente: 61%	Abd cadera derecho	Hipermovilidad: 4%
	Muy deficiente: 17%		Hipomovilidad: 36%
	Optimo: 1%		Normal: 60%
Lunge test izquierdo	Bueno: 20%	ABD cadera izquierdo	Hipermovilidad: 6%
	Deficiente: 63%		Hipomovilidad: 37%
	Muy deficiente: 17%		Normal: 57%
Dorsiflexión derecho	Hipermovilidad: 5%	Heel-Rise derecho	Bueno: 2%
	Hipomovilidad: 63%		Excelente: 83%
	Normal: 32%		Malo: 16%
Dorsiflexión izquierdo	Hipermovilidad: 3%	Heel-Rise izquierdo	Bueno: 3%
	Hipomovilidad: 58%		Excelente: 80%
	Normal: 40%		Malo: 17%
Plantiflexión derecho	Hipermovilidad: 13%	Salto lateral derecho	Estabilidad: 69%
	Hipomovilidad: 59%		Inestabilidad: 31%
	Normal: 28%	Salto lateral izquierdo	Estabilidad: 67%
Plantiflexión izquierdo	Hipermovilidad: 16%		Inestabilidad: 33%
	Hipomovilidad: 56%	Apoyo unipodal derecho	Bueno: 47%
	Normal: 28%		Deficiente: 53%
Inversión de pie derecho	Hipermovilidad: 68%	Apoyo unipodal izquierdo	Bueno: 41%
	Hipomovilidad: 20%		Deficiente: 59%
	Normal: 12%	Y test	Normal: 69%
			Riesgo: 31%

A continuación, se presentan los resultados del análisis comparativo entre los futbolistas con antecedentes de lesión de tobillo (n = 85; 49%) y sin antecedentes (n = 87; 51%). Dado el número de comparaciones realizadas, los valores de p se ajustaron mediante el método de Benjamini-Hochberg (FDR) para controlar la tasa de falsos descubrimientos, y se calcularon tamaños del efecto (r biserial por rangos para las pruebas de Mann-Whitney U, V de Cramér para las pruebas de Chi-cuadrado) para todas las comparaciones (tabla 2).

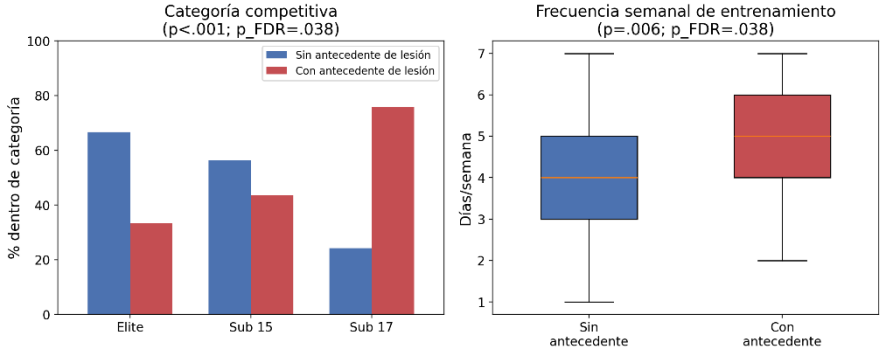
Tabla 2. Factores modificables asociados a la lesión, relacionados con el rendimiento deportivo y funcional, con corrección por comparaciones múltiples.

Variable	Estadístico	P	p_FDR	Tamaño del efecto	Conclusión
Categoría competitiva	χ^2=11,58	<0.001	0.038	V=0,26	Significativa
Frecuencia semanal de entreno	U=4572,5	0.006	0.038	r=-0,24	Significativa
Fuerza extensión cadera izquierda	U=4691,5	0.002	0.038	r=-0,27	Significativa
Altura de salto	U=4627,5	0.004	0.038	r=-0,25	Significativa
Tiempo de vuelo	U=4576,5	0.007	0.038	r=-0,24	Significativa
Clasificación masa muscular	χ^2=8,93	0.011	0.047	V=0,23	Significativa
Edad	U=4489,0	0.012	0.047	r=-0,21	Significativa
Y-Balance posterolateral izq.	U=4480,5	0.017	0.052	r=-0,21	No sig. (FDR)
Índice de masa corporal	U=4475,5	0.017	0.052	r=-0,21	No sig. (FDR)
Puntuación Y-Balance izq.	U=4461,5	0.019	0.052	r=-0,21	No sig. (FDR)
Años de práctica	χ^2=11,46	0.022	0.054	V=0,26	No sig. (FDR)
Porcentaje de grasa corporal	U=4398,5	0.032	0.072	r=-0,19	No sig. (FDR)
Fuerza extensión cadera derecha	U=4387,5	0.035	0.072	r=-0,19	No sig. (FDR)
Posición de juego	χ^2=9,62	0.047	0.088	V=0,24	No sig. (FDR)
Puntuación Y-Balance der.	U=4340,5	0.049	0.088	r=-0,17	No sig. (FDR)

La categoría competitiva mostró una asociación significativa con el antecedente de lesión, incluso tras la corrección por comparaciones múltiples (χ^2= 11,58; p < 0.001; p_FDR = 0.038; V de Cramér= 0,26), con mayor concentración de lesionados en la categoría Sub-15. La frecuencia semanal de entrenamiento también se mantuvo asociada de forma independiente (U= 4572,5; p= 0.006; p_FDR= 0.038; r= -0,24), con mayor frecuencia de entreno en el grupo con antecedente de lesión. La posición de juego (χ^2= 9,62; p =0.047; V= 0,24) y los años de práctica (χ^2= 11,46; p= 0.022; V= 0,26) mostraron una asociación en el

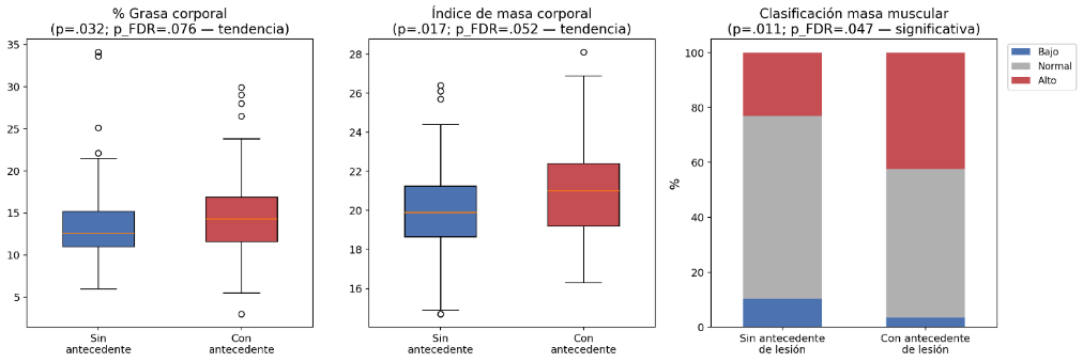
análisis bivariado, pero no se sostuvieron tras la corrección FDR (p_FDR= 0.088 y 0.054, respectivamente), por lo que se interpretan con cautela como hallazgos exploratorios (figura 2).

Figura 2. Comparación de características deportivas entre futbolistas con y sin antecedente de lesión (categoría competitiva y frecuencia semanal de entrenamiento).



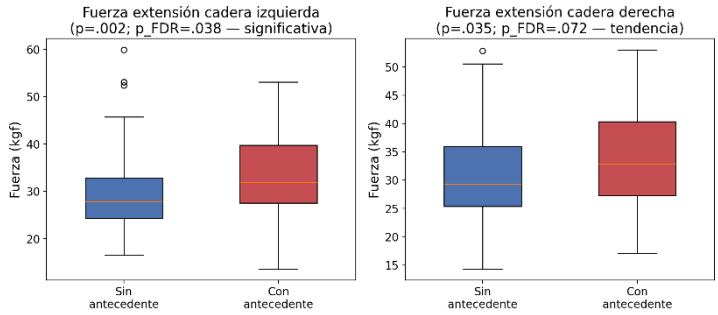
El porcentaje de grasa corporal (U= 4398,5; p= 0.032) y el índice de masa corporal (U= 4475,5; p= 0.017) mostraron diferencias en el análisis bivariado, con valores más altos en el grupo con antecedente de lesión, pero ninguna de las dos comparaciones se mantuvo significativa tras la corrección FDR (p_FDR= 0.076 y 0.052, respectivamente). La clasificación categórica de la masa muscular esquelética (Alta/Normal/Baja) sí mantuvo una asociación significativa (χ^2 = 8,93; p = 0.011; p_FDR = 0.047; V = 0,23): el 42% de los jugadores con antecedente de lesión se clasificó en la categoría "Alta", frente al 23% del grupo sin antecedente (figura 3).

Figura 3. Comparación de grasa corporal, IMC y masa muscular entre futbolistas con y sin antecedente de lesión.



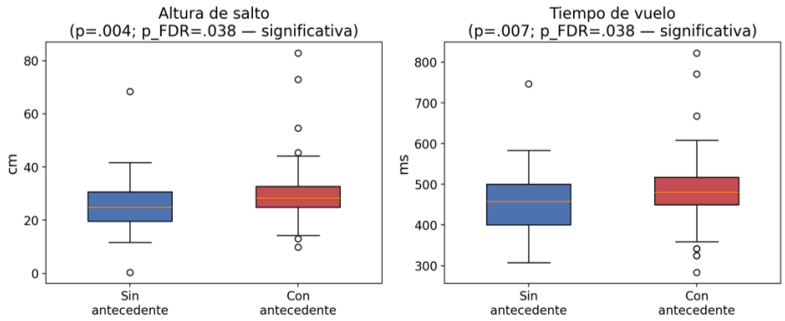
La fuerza de extensión de cadera izquierda mostró una asociación significativa que se sostuvo tras la corrección FDR (U= 4691,5; p= 0.002; p_FDR= 0.038; r= -0,27), con valores más altos en el grupo con antecedente de lesión (Mdn= 31,9) frente al grupo sin antecedente (Mdn= 27,9). La fuerza de extensión de cadera derecha mostró una diferencia en el análisis bivariado (U= 4387,5; p= 0.035) que no se sostuvo tras la corrección (p_FDR= 0.072) (figura 4).

Figura 4. Fuerza de extensión de cadera entre futbolistas con y sin antecedente de lesión.



En cuanto al salto vertical, tanto la altura de salto (U= 4627,5; p= 0.004; p_FDR= 0.038; r = -0,25) como el tiempo de vuelo (U= 4576,5; p= 0.007; p_FDR= 0.038; r= -0,24) mantuvieron una asociación significativa tras la corrección. En ambos casos, el grupo con antecedente de lesión presentó valores más altos que el grupo sin antecedente (altura de salto: Mdn= 28,3 cm vs. 24,8 cm; tiempo de vuelo: Mdn= 480 ms vs. 458 ms) (figura 5).

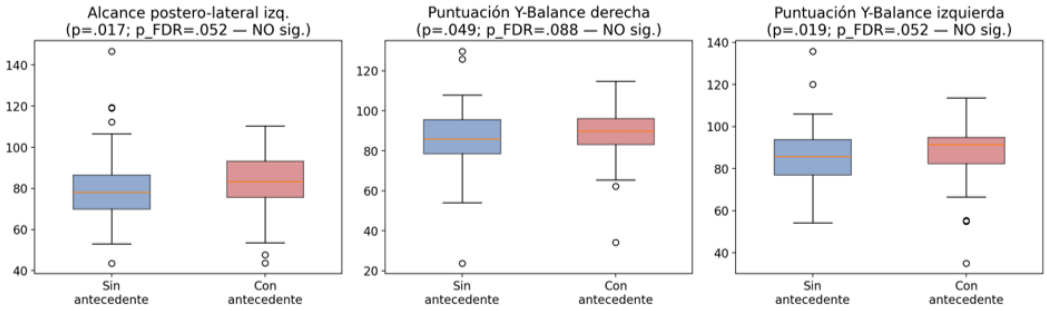
Figura 5. Comparación de altura de salto y tiempo de vuelo entre futbolistas con y sin antecedentes de lesión.



Nota: el grupo con antecedentes de lesión presentan valores más altos en ambas variables

En el Y-Balance Test, el alcance postero-lateral izquierdo (U= 4480,5; p= 0.017) y las puntuaciones normalizadas de ambas piernas (derecha: p= 0.049; izquierda: p= 0.019) mostraron diferencias en el análisis bivariado, con valores de alcance ligeramente mayores en el grupo con antecedente de lesión. Sin embargo, ninguna de estas comparaciones se sostuvo tras la corrección FDR (p_FDR entre 0.052 y 0.088), por lo que este hallazgo debe interpretarse como preliminar (figura 6).

Figura 6. Comparación entre futbolistas con y sin antecedentes de lesión en el Y-Balance Test.



Para identificar asociaciones ajustadas controlando por potenciales variables de confusión, se ajustó un modelo de regresión logística binaria que incluyó edad, posición de juego, frecuencia semanal de entrenamiento, fuerza de extensión de cadera izquierda, altura de salto y clasificación de masa muscular esquelética como variables independientes (tabla 3).

El modelo fue significativo (χ^2 = 39,14; gl = 10; p < .001; pseudo-R^2 de Nagelkerke = 0,27) y no mostró problemas relevantes de colinealidad (todos los VIF < 2,1). Tras el ajuste, la fuerza de extensión de cadera izquierda (OR = 1,06; IC 95% [1,02–1,10]; p = 0.003) y la altura de salto (OR = 1,04; IC 95% [1,00–1,08]; p = 0.034) mantuvieron asociaciones estadísticamente significativas con el antecedente de lesión. Respecto a la posición de juego, jugar como mediocampista (OR = 3,43; IC 95% [1,13–10,42]; p = .030) o como delantero (OR = 4,46; IC 95% [1,39–14,26]; p = .012) se asoció con mayores probabilidades de presentar antecedente de lesión en comparación con la posición de defensa central; la posición de lateral no mostró una asociación independiente significativa (OR = 1,25; IC 95% [0,43–3,65]; p = .687) una vez controladas las demás variables. La edad, la frecuencia semanal de entrenamiento y la clasificación de masa muscular no se mantuvieron como predictores independientes en el modelo ajustado.

Tabla 3. Modelo de regresión logística multivariante para el antecedente de lesión de tobillo

Variable	OR	IC 95%	P
Edad	1,25	0,93–1,68	0.139
Posición: Lateral (ref. Defensa central)	1,25	0,43–3,65	0.687
Posición: Mediocampista	3,43	1,13–10,42	0.030
Posición: Delantero	4,46	1,39–14,26	0.012
Posición: Arquero	2,21	0,44–11,11	0.337
Frecuencia semanal de entreno	1,16	0,88–1,52	0.305
Fuerza ext. cadera izquierda	1,06	1,02–1,10	0.003
Altura de salto	1,04	1,00–1,08	0.034
Masa muscular: Alta (ref. Normal)	1,95	0,88–4,32	0.101
Masa muscular: Baja (ref. Normal)	0,69	0,15–3,13	0.627

Discusión

Los principales hallazgos muestran que el antecedente de lesión de tobillo en futbolistas juveniles se asoció con características deportivas, antropométricas y funcionales. La categoría competitiva y la frecuencia semanal de entrenamiento mantuvieron asociaciones significativas después de la corrección por comparaciones múltiples. En la composición corporal, los jugadores con antecedente de lesión presentaron una mayor proporción de masa muscular esquelética clasificada como alta, mientras que las diferencias en grasa corporal e IMC no conservaron significancia estadística después del ajuste. En el componente funcional, la fuerza de extensión de cadera izquierda, la altura de salto y el tiempo de vuelo fueron superiores en los jugadores con antecedente de lesión. Además, en el modelo multivariante, los mediocampistas y delanteros presentaron mayores odds de antecedente de lesión en comparación con los defensas centrales, mientras que la fuerza extensora de cadera izquierda y la altura de salto mantuvieron asociaciones estadísticamente significativas. En conjunto, estos resultados evidencian la coexistencia de características deportivas y funcionales asociadas con el antecedente lesional, sin que el diseño transversal permita establecer temporalidad, causalidad o efectos de riesgo o protección en sentido estricto (von Elm et al., 2007).

Estos hallazgos son consistentes con la literatura reciente sobre lesiones en el fútbol juvenil, aunque presentan algunos aspectos que requieren una interpretación particular. Mandorino et al. (2023a) identificaron el tobillo como una de las articulaciones con mayor compromiso lesional y señalaron la relevancia de la maduración biológica en la epidemiología de las lesiones. De manera complementaria, Wik (2022), describió variaciones en las características lesionales según la edad cronológica y el pico de velocidad de altura, mientras que Wik et al. (2024) mostraron que los periodos de crecimiento rápido pueden acompañarse de una mayor susceptibilidad a las lesiones. Estos antecedentes podrían contribuir a interpretar la mayor proporción de jugadores con antecedente de lesión observada en la categoría Sub-15. No obstante, el estado madurativo no fue medido directamente, por lo que la categoría competitiva constituye únicamente una aproximación indirecta y esta interpretación debe asumirse con cautela.

La edad también mostró una asociación con el antecedente de lesión en el análisis bivariado. Este resultado es consistente con Mandorino et al. (2023b), quienes describieron variaciones en la frecuencia lesional con el avance de la edad cronológica. Una posible explicación podría relacionarse con las modificaciones de las demandas deportivas que acompañan la progresión hacia categorías superiores, incluidas variaciones en la carga de entrenamiento y la exposición competitiva (Towlson et al., 2021; Ruf et al., 2022). Sin embargo, la edad no mantuvo una asociación estadísticamente significativa en el modelo multivariante, lo que indica que la asociación bivariada debe interpretarse considerando su relación con otras características deportivas incluidas en el modelo.

La posición de juego mostró inicialmente diferencias en el análisis bivariado, aunque estas no se mantuvieron después de la corrección por comparaciones múltiples. Sin embargo, en el modelo multivariante los mediocampistas y delanteros presentaron mayores odds de antecedente de lesión en comparación con los defensas centrales. Este resultado es consistente con estudios que han documentado diferencias en la distribución de las lesiones y en las demandas competitivas según la posición de juego (Hall et al., 2022; Thema et al., 2025; Gamonales et al., 2024). Estas diferencias respaldan la pertinencia de considerar la posición dentro de la caracterización deportiva y funcional del futbolista. No obstante, la amplitud de los intervalos de confianza observada en algunas posiciones indica cierta imprecisión en la magnitud de las estimaciones, por lo que estos resultados requieren confirmación en muestras de mayor tamaño.

El tiempo de práctica acumulada mostró una asociación en el análisis bivariado inicial que no se mantuvo después de la corrección por comparaciones múltiples, por lo que debe interpretarse como un hallazgo exploratorio. Tanto los jugadores con antecedente de lesión como aquellos sin este antecedente presentaron, en su mayoría, más de siete años de experiencia deportiva, lo que sugiere que el tiempo de práctica considerado aisladamente podría no ser suficiente para diferenciar ambos grupos. La literatura reconoce la importancia de considerar conjuntamente la exposición deportiva y las características de la carga en el análisis de las lesiones en futbolistas jóvenes (Mandorino et al., 2023b). Sin embargo, dado que el presente estudio no cuantificó directamente la carga acumulada ni estableció la secuencia temporal entre exposición y lesión, no es posible atribuir estos resultados a un efecto de sobrecarga crónica. La monitorización y periodización de la carga continúan siendo componentes relevantes dentro de las estrategias de preparación del futbolista (Jiménez Iglesias et al., 2025).

En relación con la composición corporal, los jugadores con antecedente de lesión presentaron una mayor proporción de masa muscular esquelética clasificada como alta, asociación que se mantuvo después de la corrección por comparaciones múltiples. Este hallazgo indica que una mayor masa muscular esquelética no necesariamente corresponde a una menor presencia de antecedentes de lesión. Martins et al. (2022) observaron variaciones en la masa muscular esquelética y otros componentes de la composición corporal según el estado lesional a lo largo de una temporada, lo que destaca la utilidad de su monitorización longitudinal. Sin embargo, en el presente estudio la clasificación de masa muscular no mantuvo una asociación estadísticamente significativa en el modelo multivariante. Por tanto, este resultado debe interpretarse en conjunto con las demás características deportivas y funcionales analizadas y no como evidencia de una relación causal entre mayor masa muscular y antecedente de lesión.

El porcentaje de grasa corporal mostró diferencias entre los grupos en el análisis inicial, pero estas no se mantuvieron después de la corrección por comparaciones múltiples. Los jugadores sin antecedente de lesión se concentraron principalmente en los rangos más bajos de grasa corporal, mientras que aquellos con antecedente presentaron una distribución más heterogénea. Esta distribución no permite establecer un punto de corte asociado con el antecedente lesional y debe considerarse exploratoria. Aunque la composición corporal se ha relacionado con características del rendimiento físico y con la presencia de lesiones musculoesqueléticas en futbolistas (Castillo et al., 2020), los resultados del presente estudio no permiten establecer una asociación independiente entre el porcentaje de grasa corporal y el antecedente de lesión.

La fuerza de extensión de cadera izquierda constituyó uno de los hallazgos funcionales más consistentes, al mantener significancia después de la corrección por comparaciones múltiples y en el modelo multivariante. De manera contraria a lo esperado, los jugadores con antecedente de lesión presentaron mayores valores de fuerza. Este resultado indica que una mayor capacidad de fuerza no debe interpretarse aisladamente como un indicador de menor antecedente lesional. En la cadera derecha se observó un

patrón en la misma dirección, aunque la diferencia no se mantuvo después de la corrección por comparaciones múltiples. La concordancia entre ambas extremidades no permite determinar el papel de la asimetría bilateral, dado que esta no fue cuantificada directamente. Futuros estudios deberían incorporar índices específicos de asimetría para explorar su posible relevancia funcional en futbolistas juveniles (Bouzid et al., 2025). Asimismo, el diseño transversal no permite determinar si los mayores niveles de fuerza precedieron a la lesión, constituyen una adaptación posterior o se relacionan con otras características deportivas no evaluadas.

De manera consistente con los resultados de fuerza, los jugadores con antecedente de lesión alcanzaron mayores alturas de salto, asociación que se mantuvo en el modelo multivariante. Este resultado indica que un mayor rendimiento en el salto no necesariamente corresponde a una menor presencia de antecedentes de lesión. En futbolistas juveniles de élite, Rommers et al. (2020) identificaron variables de rendimiento físico, incluido el desempeño en pruebas de salto, entre las características incorporadas en modelos prospectivos de lesión. Sin embargo, la relación entre rendimiento físico y lesión es multifactorial, y los resultados del presente estudio no permiten establecer si el mayor desempeño en el salto precedió al antecedente lesional o constituye una característica posterior. Además, la evaluación del salto no debería limitarse a la altura alcanzada, dado que características cinéticas del aterrizaje también han mostrado asociaciones prospectivas con lesiones de miembros inferiores en futbolistas (Pedley et al., 2025).

El tiempo de vuelo mostró un patrón similar al de la altura de salto, con valores superiores en los jugadores con antecedente de lesión. Dada su estrecha relación con el rendimiento en el salto, este resultado debe interpretarse dentro del mismo perfil funcional y no como un mecanismo independiente. Asimismo, no implica que una mayor capacidad explosiva constituya un factor causal de lesión. El entrenamiento pliométrico continúa siendo una estrategia utilizada para desarrollar diferentes componentes del rendimiento físico en futbolistas jóvenes (Ramírez-Campillo et al., 2022; Sammoud et al., 2024), por lo que los resultados respaldan la necesidad de interpretar las variables de salto en conjunto con otras características funcionales y deportivas.

El Y-Balance Test mostró distancias de alcance ligeramente mayores en los jugadores con antecedente de lesión; sin embargo, estas diferencias no se mantuvieron después de la corrección por comparaciones múltiples, por lo que deben considerarse hallazgos exploratorios. Aunque se han descrito asociaciones entre el desempeño en pruebas de equilibrio dinámico y la ocurrencia posterior de lesiones (Chaari et al., 2022), la capacidad del Y-Balance Test para discriminar o predecir lesión no es uniforme entre poblaciones. En consecuencia, los resultados observados no justifican modificar su interpretación clínica y requieren confirmación mediante estudios prospectivos que consideren las características específicas de los futbolistas juveniles.

Desde una perspectiva aplicada, los hallazgos respaldan una evaluación multidimensional del futbolista juvenil. Las diferencias observadas en composición corporal, fuerza extensora de cadera y rendimiento en el salto no deben interpretarse de manera aislada como déficits ni como indicadores de menor probabilidad de antecedente lesional, sino como componentes de un perfil funcional que debe analizarse junto con las características deportivas. La categoría competitiva, la frecuencia de entrenamiento y la posición de juego pueden aportar información complementaria para la caracterización del jugador y la planificación individualizada de la carga. Asimismo, las evaluaciones periódicas de fuerza, equilibrio y rendimiento funcional pueden contribuir al seguimiento del deportista, sin que los resultados del presente estudio permitan afirmar que su implementación reduzca por sí misma la ocurrencia de lesiones.

Los resultados deben interpretarse considerando algunas limitaciones. El diseño transversal no permite establecer temporalidad ni causalidad entre las variables analizadas y el antecedente de lesión; además, el autorreporte de algunas características deportivas y el tamaño reducido de determinados subgrupos pueden afectar la precisión de las estimaciones. La ausencia de mediciones directas del estado madurativo, la carga acumulada y las características específicas de las lesiones también limita una interpretación más detallada. No obstante, la verificación de los antecedentes mediante historia clínica, el uso de protocolos estandarizados y el cegamiento del evaluador fortalecen la consistencia metodológica del estudio.

Futuras investigaciones deberían incorporar diseños longitudinales que permitan establecer la secuencia temporal entre las características deportivas y funcionales y la aparición de nuevas lesiones. El seguimiento prospectivo de la carga de entrenamiento, la exposición competitiva, el estado madurativo, la posición de juego, la fuerza y el rendimiento permitiría determinar cuáles de las asociaciones identificadas conservan relevancia a lo largo de la temporada. Asimismo, la clasificación de las lesiones según tipo, localización y mecanismo, junto con la incorporación de índices de asimetría y variables biomecánicas del salto y el aterrizaje, podría contribuir a una caracterización más precisa de los perfiles funcionales asociados con las lesiones de tobillo en futbolistas juveniles.

Conclusiones

Los resultados muestran que el antecedente de lesión de tobillo en futbolistas juveniles se relaciona con características deportivas, antropométricas y funcionales. La categoría competitiva y la frecuencia semanal de entrenamiento presentaron asociaciones significativas después de la corrección por comparaciones múltiples, mientras que, en el análisis multivariante, los mediocampistas y delanteros mostraron mayores odds de antecedente de lesión en comparación con los defensas centrales. Asimismo, una mayor masa muscular esquelética se asoció con el antecedente de lesión en el análisis bivariado ajustado por comparaciones múltiples, aunque esta asociación no se mantuvo en el modelo multivariante.

En el componente funcional, una mayor fuerza de extensión de cadera izquierda y un mayor rendimiento en el salto se asociaron con el antecedente de lesión, incluso después del ajuste multivariante. Estos resultados indican que un mayor desempeño físico no debe interpretarse de manera aislada como un indicador de menor antecedente lesional y resaltan la necesidad de considerar conjuntamente las características deportivas y funcionales del futbolista juvenil. Por el contrario, las diferencias observadas en grasa corporal, IMC y equilibrio dinámico no se mantuvieron después de la corrección por comparaciones múltiples, por lo que deben considerarse hallazgos exploratorios.

En conjunto, los resultados respaldan un abordaje multidimensional de la evaluación del futbolista juvenil que considere la carga de entrenamiento, la posición de juego y las características funcionales individuales. Debido al diseño transversal, las asociaciones identificadas no permiten establecer temporalidad ni causalidad, por lo que se requieren estudios longitudinales que determinen su posible relación con la aparición posterior de lesiones de tobillo.

Agradecimientos

Agradecemos a la Universidad del Cauca por su apoyo en el desarrollo de esta línea de investigación en tobillo.

Financiación

El presente estudio no contó con ninguna financiación externa.

Afiliación de los autores

Viviana Marcela Celis Quinayás, docente ocasional tiempo completo del Programa de Fisioterapia de la Universidad del Cauca. Magíster en Actividad Física y Deporte de la Universidad Autónoma de Manizales. Fisioterapeuta de la Universidad del Cauca.

Marlon Felipe Burbano Fernández, docente ocasional tiempo completo del Programa de Administración de Empresas de la Universidad del Cauca. Doctor en Ingeniería Telemática, Magíster en Ingeniería Telemática e Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad del Cauca.

Andrés Felipe Villaquiran-Hurtado, docente titular tiempo completo del Programa de Fisioterapia de la Universidad del Cauca. Magíster en Intervención Integral del Deportista de la Universidad Autónoma de

Manizales. Especialista en Fisioterapia del Deporte de la Escuela Colombiana de Rehabilitación. Fisioterapeuta de la Universidad del Cauca.

Referencias

Asgari, M., Alizadeh, M. H., Shahrbanian, S., Nolte, K., & Jaitner, T. (2022). Effects of the FIFA 11+ and a modified warm-up programme on injury prevention and performance improvement among youth male football players. PLoS ONE, 17(10), e0275545. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0275545

Bahr, R., Clarsen, B., Derman, W., Dvorak, J., Emery, C. A., Finch, C. F., Hägglund, M., Junge, A., Kemp, S., Khan, K. M., Marshall, S. W., Meeuwisse, W., Mountjoy, M., Orchard, J. W., Pluim, B., Quarrie, K. L., Reider, B., Schwellnus, M., Soligard, T., Stuart, M. J., Turner, M., Verhagen, E., Bindra, A., Budgett, R., Engebretsen, L., Erdener, U., & Chamari, K. (2020). International Olympic Committee consensus statement: Methods for recording and reporting of epidemiological data on injury and illness in sport 2020 (including STROBE Extension for Sport Injury and Illness Surveillance [STROBE-SIIS]). British Journal of Sports Medicine, 54(7), 372–389. https://doi.org/10.1136/bjsports-2019-101969

Bouzid, W., Ben Rakaa, O., Chokri, A., Eloirdi, A., Elhaboussi, A., & Barkaoui, M. (2025). Effect of an 8-week training program on the rebalancing of functional asymmetry in young footballers. Retos, 70, 1422–1437. https://doi.org/10.47197/retos.v70.117056

Castillo, R. P., Cereijo, A. H., Cereijo Yañez, D., Pupo Verdecia, R., & Hernandez Cereijo, A. (2020). Composición corporal y lesiones musculoesqueléticas: Correlación en futbolistas del Equipo Social Granma. Journal of Negative and No Positive Results, 5(11), 1311–1322. https://doi.org/10.19230/JONNPR.3423

Chaari, F., Boyas, S., Sahli, S., Fendri, T., Harrabi, M. A., Rebai, H., & Rahmani, A. (2022). Postural balance asymmetry and subsequent noncontact lower extremity musculoskeletal injuries among Tunisian soccer players with groin pain: A prospective case control study. Gait & Posture, 98, 134–140. https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2022.09.004

Du, W., Cornett, K. M. D., Donlevy, G. A., Burns, J., & McKay, M. J. (2024). Variability between different hand-held dynamometers for measuring muscle strength. Sensors, 24(6), 1861. https://doi.org/10.3390/s24061861

Falces Prieto, M., Baena Morales, S., Benítez Jiménez, A., Revilla Gil, R., Muñoz Muñoz, A., Salinas Palacios, V., Betanzos López, R., Adalid Leiva, J. J., & González Fernández, T. F. (2020). Y-Balance-Test en jugadores de fútbol atendiendo al nivel de competición. Retos, 37, 333–338. https://doi.org/10.47197/retos.v37i37.71125

Fältström, A., Hägglund, M., Hedevik, H., Lindblom, H., & Kvist, J. (2023). The side hop test: Validity, reliability, and quality aspects in relation to sex, age and anterior cruciate ligament reconstruction, in soccer players. Physical Therapy in Sport, 62, 39–45. https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2023.05.008

Fradkin, A. J., Zazryn, T. R., & Smoliga, J. M. (2010). Effects of warming-up on physical performance: A systematic review with meta-analysis. Journal of Strength and Conditioning Research, 24(1), 140–148. https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181c643a0

Gallardo-Fuentes, F., Gallardo-Fuentes, J., Ramírez-Campillo, R., Balsalobre-Fernández, C., Martínez, C., Caniuqueo, A., Cañas, R., Banzer, W., Loturco, I., Nakamura, F. Y., & Izquierdo, M. (2016). Intersession and intrasession reliability and validity of the My Jump app for measuring different jump actions in trained male and female athletes. Journal of Strength and Conditioning Research, 30(7), 2049–2056. https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001304

Gamonales, J. M., Hernández Beltrán, V., Perdomo, A. A., Barguerias, M. J., Gómez Carrero, S., Ferreira, C. C., Santos, F. J., & Espada, M. C. (2024). ¿Influye la categoría y posición de juego en las lesiones deportivas en fútbol? Retos, 54, 817–824. https://doi.org/10.47197/retos.v54.103513

Gómez-Rodas, A., Baena-Marín, M., Gonzalez-Santamaría, J., del Río Gaviria, C., Flórez-Calderón, S., Afanador-Restrepo, D. F., & Patiño-Palma, B. (2024). Validez y fiabilidad de la aplicación My Jump 2 para la estimación del tiempo de vuelo y la altura del salto vertical con una sola pierna en futbolistas de élite sub-20. Journal of Sport and Health Research, 16(3), 373–384. https://doi.org/10.58727/jshr.97670

Hall, E. C. R., Larruskain, J., Gil, S. M., Lekue, J. A., Baumert, P., Rienzi, E., Moreno, S., Tannure, M., Murtagh, C. F., Ade, J. D., Squires, P., Orme, P., Anderson, L., Whitworth-Turner, C. M., Morton, J. P., Drust, B., Williams, A. G., & Erskine, R. M. (2022). Playing position and the injury incidence rate in male academy soccer players. Journal of Athletic Training, 57(7), 696–703. https://doi.org/10.4085/1062-6050-0346.21

Hébert-Losier, K., Wessman, C., Alricsson, M., & Svantesson, U. (2017). Updated reliability and normative values for the standing heel-rise test in healthy adults. Physiotherapy, 103(4), 446–452. https://doi.org/10.1016/j.physio.2017.03.002

Jackson, S. M., Cheng, M. S., Smith, A. R., Jr., & Kolber, M. J. (2017). Intrarater reliability of hand held dynamometry in measuring lower extremity isometric strength using a portable stabilization device. Musculoskeletal Science and Practice, 27, 137–141. https://doi.org/10.1016/j.math.2016.07.010

Jiménez Iglesias, J., Gonzalo Skok, O., Landi Fernández, M., Perez Bey, A., Pascua Roca, E., Gómez Piqueras, P., Campos Vazquez, M. A., & Castro Piñero, J. (2025). Comparative effects of 9-month in-season resistance training with a novel periodization approach (integral periodization) vs. a traditional approach on high-intensity actions and non-contact injuries in young, trained soccer players. Biology of Sport, 42(4), 261–274. https://doi.org/10.5114/biolsport.2025.151649

Kamonseki, D. H., Cedin, L., Tavares-Preto, J., & Calixtre, L. B. (2018). Reliability, validity, and minimal detectable change of Side Hop Test in male children and adolescents. Physical Therapy in Sport, 34, 141–147. https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2018.09.009

Larsen, M. N., Krustrup, P., Póvoas, S. C. A., & Castagna, C. (2021). Accuracy and reliability of the InBody 270 multi-frequency body composition analyser in 10–12-year-old children. PLoS ONE, 16(3), e0247362. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0247362

Mandorino, M., Figueiredo, A. J., Gjaka, M., & Tessitore, A. (2023a). 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. (2023b). 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

Martins, F., França, C., Henriques, R., Ihle, A., Przednowek, K., Marques, A., Lopes, H., Sarmento, H., & Gouveia, É. R. (2022). Body composition variations between injured and non-injured professional soccer players. Scientific Reports, 12, 20779. https://doi.org/10.1038/s41598-022-24609-4

McBurnie, A. J., Dos'Santos, T., Johnson, D., & Leng, E. (2021). Training management of the elite adolescent soccer player throughout maturation. Sports, 9(12), 170. https://doi.org/10.3390/sports9120170

Ministerio de Salud. (1993). Resolución 8430 de 1993: Por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud. Ministerio de Salud, República de Colombia.

Netterström-Wedin, F., Matthews, M., & Bleakley, C. (2022). Diagnostic accuracy of clinical tests assessing ligamentous injury of the talocrural and subtalar joints: A systematic review with meta-analysis. Sports Health, 14(3), 336–347. https://doi.org/10.1177/19417381211029953

Norkin, C. C., & White, D. J. (2016). Measurement of joint motion: A guide to goniometry (5th ed.). F. A. Davis.

Pedley, J. S., Lloyd, R. S., Read, P. J., Moore, I. S., Myer, G. D., & Oliver, J. L. (2025). Drop jump vertical kinetics identify male youth soccer players at greater risk of non-contact knee injury. Physical Therapy in Sport, 73, 48–56. https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2025.03.003

Picot, B., Hardy, A., Terrier, R., Tassignon, B., Lopes, R., & Fourchet, F. (2022). Which functional tests and self-reported questionnaires can help clinicians make valid return to sport decisions in patients with chronic ankle instability? A narrative review and expert opinion. Frontiers in Sports and Active Living, 4, 902886. https://doi.org/10.3389/fspor.2022.902886

Plisky, P., Schwartkopf-Phifer, K., Huebner, B., Garner, M. B., & Bullock, G. (2021). 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), 1190–1209. https://doi.org/10.26603/001c.27634

Powden, C. J., Hoch, J. M., & Hoch, M. C. (2015). Reliability and minimal detectable change of the weight-bearing lunge test: A systematic review. Manual Therapy, 20(4), 524–532. https://doi.org/10.1016/j.math.2015.01.004

Prianto, B. A., Apriantono, T., Ray, H. R. D., & Solikah, N. L. (2024). Analysis of injury characteristics in youth elite football athletes in Indonesia. Retos, 55, 476–482. https://doi.org/10.47197/retos.v55.103485

Rahlf, A. L., John, C., Hamacher, D., & Zech, A. (2020). Effects of a 10 vs. 20-min injury prevention program on neuromuscular and functional performance in adolescent football players. Frontiers in Physiology, 11, 578866. https://doi.org/10.3389/fphys.2020.578866

Ramírez-Campillo, R., Moran, J., Oliver, J. L., Pedley, J. S., Lloyd, R. S., & Granacher, U. (2022). Programming plyometric-jump training in soccer: A review. Sports, 10(6), 94. https://doi.org/10.3390/sports10060094

Rommers, N., Rössler, R., Verhagen, E., Vandecasteele, F., Verstockt, S., Vaeyens, R., Lenoir, M., D'Hondt, E., & Witvrouw, E. (2020). A machine learning approach to assess injury risk in elite youth football players. Medicine & Science in Sports & Exercise, 52(8), 1745–1751. https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002305

Ruf, L., Altmann, S., Graf, F., Romeike, C., Wirths, C., Wohak, O., & Härtel, S. (2022). Injury incidence, severity, and burden in elite youth soccer players: A 3-year prospective study. Journal of Science and Medicine in Sport, 25(9), 737–742. https://doi.org/10.1016/j.jsams.2022.06.003

Sammoud, S., Negra, Y., Bouguezzi, R., Ramirez-Campillo, R., Moran, J., Bishop, C., & Chaabene, H. (2024). Effects of plyometric jump training on measures of physical fitness and lower-limb asymmetries in prepubertal male soccer players: A randomized controlled trial. BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation, 16, 37. https://doi.org/10.1186/s13102-024-00821-9

Schneider, J., Wiegand, Y., Braumann, K. M., & Wollesen, B. (2019). Functional and motor deficits in youth soccer athletes: An explorative, quasi-experimental study. Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin, 70(1), 14–20. https://doi.org/10.5960/DZSM.2018.358

Thema, M. T., Jacobs, S., van den Berg, L., Strauss, A., & Mahlangu, M. P. (2025). The role of playing position in soccer injury characteristics: Evidence from sub-elite athletes. Frontiers in Sports and Active Living, 7, 1542300. https://doi.org/10.3389/fspor.2025.1542300

Towlson, C., Salter, J., Ade, J. D., Enright, K., Harper, L. D., Page, R. M., & Malone, J. J. (2021). Maturity-associated considerations for training load, injury risk, and physical performance in youth soccer: One size does not fit all. Journal of Sport and Health Science, 10(4), 403–412. https://doi.org/10.1016/j.jshs.2020.09.003

Villaquiran Hurtado, A. F., & Jerez Mayorga, D. A. (2023). Effects of strength training on ankle injuries in soccer players: A systematic review. Retos, 49, 657–665. https://doi.org/10.47197/retos.v49.95794

Von Elm, E., Altman, D. G., Egger, M., Pocock, S. J., Gøtzsche, P. C., & Vandenbroucke, J. P. (2007). The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) statement: Guidelines for reporting observational studies. The Lancet, 370(9596), 1453–1457. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(07)61602-X

Wik, E. H. (2022). Growth, maturation and injuries in high-level youth football (soccer): A mini review. Frontiers in Sports and Active Living, 4, 975900. https://doi.org/10.3389/fspor.2022.975900

Wik, E. H., Chamari, K., Tabben, M., Di Salvo, V., Gregson, W., & Bahr, R. (2024). Exploring growth, maturity, and age as injury risk factors in high-level youth football. Sports Medicine International Open, 8, a21804594. https://doi.org/10.1055/a-2180-4594

World Medical Association. (2013). World Medical Association Declaration of Helsinki: Ethical principles for medical research involving human subjects. JAMA, 310(20), 2191–2194. https://doi.org/10.1001/jama.2013.281053

Datos de los/as autores/as y traductor/a:

Viviana Marcela Celis Quinayas	vcelis@unicauca.edu.co	Autora
Marlon Felipe Burbano Fernández	mfburbano@unicauca.edu.co	Autor
Andrés Felipe Villaquiran-Hurtado	avillaquiran@unicauca.edu.co	Autor
Andrés Felipe Villaquiran-Hurtado	avillaquiran@unicauca.edu.co	Traductor