

Relación entre asimetrías en diferentes pruebas de salto y lesiones musculoesqueléticas en futbolistas profesionales de Colombia

Relation between asymmetries in different jump tests and musculoskeletal injuries in professional football players in Colombia

Carlos Rolong Donado¹, Roberto Carlos Rebolledo-Cobos²

Recibido: 11/10/2020

Aceptado: 20/11/2020

Correspondencia:

¹ Médico especialista en acondicionamiento para la salud, Club Deportivo Popular Junior F.C., Barranquilla. crolong2002@yahoo.com. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4094-2388>.

² Fisioterapeuta, especialista en kinesiología, magister en Actividad Física. Programa de Fisioterapia, Universidad Libre, seccional Barranquilla. robertoc.rebolledoc@unilibre.edu.co. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7292-3718>.

DOI: <https://doi.org/10.18041/2390-0512/biociencias.1.7836>

Cómo citar: Rolong Dorado, C. & Rebolledo-Cobos, R. ... Relación entre asimetrías en diferentes pruebas de salto y lesiones musculoesqueléticas en futbolistas profesionales de Colombia. *Biociencias*, 16(1). <https://doi.org/10.18041/2390-0512/biociencias.1.7836>

Open Access



Resumen

Objetivo: el objetivo de este estudio es identificar la relación entre los resultados de las pruebas de saltabilidad horizontal y vertical y su incidencia en las lesiones musculoesqueléticas de miembros inferiores en futbolistas de un club de la liga profesional colombiana. **Materiales y métodos:** se hizo un estudio analítico, exploratorio en 30 futbolistas de la nómina profesional del Club Deportivo Atlético Junior F.C. Al inicio de la temporada se evaluaron las características antropométricas, la saltabilidad y las asimetrías funcionales de las extremidades inferiores mediante pruebas de saltos verticales (CMJ y CMJs) y horizontales (3-Hop Test). El análisis consistió en comparar los registros de las variables estudiadas entre los futbolistas lesionados (n=11) y sin lesión (n=19) en el transcurso del primer semestre del año 2019. **Resultados:** no se encontraron diferencias estadísticas en las características biológicas, antropométricas y de composición corporal ($p>0,05$). En los hallazgos en la saltabilidad vertical no se observaron diferencias significativas en las asimetrías funcionales en los dos grupos ($p>0,05$); sin embargo, sí se encontraron diferencias en las pruebas de saltabilidad horizontal ($p<0,01$). **Conclusión:** en la comparación se encontraron mayores asimetrías funcionales en la prueba de saltabilidad horizontal.

Palabras clave: Fuerza muscular, deportes, fútbol, traumatismos en atletas, rendimiento atlético.

Abstract

Objectives: the goal of the study was to identify the relationship between horizontal and vertical jumping tests with the incidence of lower limb musculoskeletal injuries in soccer players of a professional league club in Colombia. **Materials and methods:** an analytical, prospective study was carried out on 30 players from the professional roster of Club Deportivo Atlético Junior F.C. At the beginning of the season the anthropometric characteristics and body composition were evaluated, as well as jumping and functional asymmetries of the lower extremities through vertical (CMJ and CMJs) and horizontal (3-Hop-Test) jumping tests. The analysis consisted in comparing the records of the variables studied between the players with (injured n=11) and without injury (not-injured n=19) during the first semester of the 2019 season. **Results:** no statistical differences were found between the groups in the biological, anthropometric and body composition characteristics ($p>0.05$). Derived from the vertical jumping findings, no significant differences were observed in the asymmetries between groups ($p>0.05$), however, significant asymmetries were found in the horizontal jumping tests between injured and uninjured players ($p<0.01$). **Conclusion:** from this study we can conclude that unlike uninjured professional soccer players, there were significantly greater functional asymmetries identified through the horizontal jumping test in athletes with injuries.

Keywords: Muscle Strength, sports, football, athletics injuries, athletic performance.

Introducción

El fútbol es un deporte de equipo que se practica en todo el mundo, con diversos niveles de organización competitiva en regiones y países. A nivel profesional es una de las actividades deportivas más rentables. Por esta razón, la integridad física y el óptimo rendimiento atlético son fundamentales para los intereses competitivos de una organización deportiva o club. En ese sentido, las lesiones en los futbolistas profesionales pueden traer consigo repercusiones que trascienden la organización técnica y táctica de un equipo (1).

Las lesiones en el deporte abarcan, de manera general, la pérdida de la función o estructura corporal que limitan la práctica o ejecución motora de las actividades físicas requeridas (2,3). Entre las lesiones más frecuentes aparecen las del sistema musculoesquelético. Recientes estudios describen que al menos el 60% de los jugadores profesionales de fútbol han tenido una lesión de este tipo en una temporada (4,5). Se estima que la incidencia general de lesiones es del 6,2 por cada 1000 horas de juego (5). El 68% de las lesiones se asocian a eventos agudos durante los entrenamientos o partidos y el 32% restante a sobrecargas y fatiga periférica (5,6). Las lesiones musculoesqueléticas más probables se localizan en las extremidades inferiores, con una incidencia mayor al 80% (5-7). En consecuencia, las lesiones musculares del muslo y de la articulación de rodilla generan mayores consecuencias en términos de días de ausencia en el ámbito competitivo (7).

Las lesiones deportivas suelen ser la consecuencia negativa de la interacción entre diversos factores etológicos (2), como las características y particularidades biológicas y morfo-funcionales del deportista; los factores que se derivan de la condición del ambiente o entorno físico en el que se ejecuta la práctica; los errores de ejecución o los accidentes traumáticos durante la práctica o competencia, y por último, las particularidades propias de la sobrecarga de entrenamiento a la cual se somete el cuerpo el deportista (1-3).

En el fútbol profesional, la adecuada optimización de las capacidades biomotoras es fundamental para alcanzar el máximo rendimiento y está estrechamente relacionada con la integridad estructural y funcional del sistema musculoesquelético, que se vincula de manera importante con el riesgo de lesiones (8). Entre las manifestaciones dinámicas de la fuerza que se han descrito en el cuerpo humano, la potencia de las extremidades inferiores goza de un gran interés en el plano científico del fútbol, ya que representa una ventaja biomecánica de consideración especial; siendo, además, un indicador verificable del rendimiento y un factor asociado al desenvolvimiento de lesiones musculoesqueléticas (8,9).

El equilibrio general entre la producción de fuerza explosiva de las extremidades se relaciona con la conservación de las propiedades biomecánicas de los tejidos esqueléticos (10). No obstante, la diferencia entre una extremidad y otra puede acarrear efectos negativos que aumentan el riesgo de lesión (3,11). Cuando el predominio unilateral o asimetría funcional muestra diferencias sustanciales, se observan respuestas motoras negativas que incrementan el riesgo de sobrellevar

lesiones en las extremidades inferiores, como el aumento de la fatiga periférica y la sobrecarga de las propiedades elásticas de los tejidos esqueléticos (11). Este fenómeno resalta la importancia de evaluar de manera regular el equilibrio o asimetrías en la producción de fuerza de las extremidades inferiores en futbolistas, tratando de abordar una problemática virtualmente prevenible.

Las pruebas destinadas a evaluar la saltabilidad en deportistas se consideran una forma eficaz para determinar la potencia y las diferencias funcionales entre las extremidades inferiores, utilizándolas como factor de riesgo de lesiones musculoesqueléticas (12). La altura del salto es un buen predictor de la potencia muscular, de ahí que varios tipos de saltos verticales se emplean como prueba estandarizada del rendimiento deportivo (13,14). En la bibliografía científica internacional existe poca información sobre la aplicabilidad de pruebas con saltos horizontales en la identificación de desequilibrios entre extremidades y su relación con posibles lesiones musculoesqueléticas.

Para el cuerpo técnico y el médico de un equipo de fútbol es importante, en el entrenamiento, generar situaciones de análisis funcionales que describan de manera acertada la integridad musculoesquelética del deportista en condiciones de simple metodología, fácil acceso y bajo costo, que promuevan una acertada caracterización de la potencia muscular, de las asimetrías funcionales y de los posibles riesgos de lesión que estos implican. Con base en estos planteamientos, el objetivo de este estudio consiste en identificar la relación entre los resultados de las pruebas de saltabilidad horizontal y vertical con la incidencia de lesiones musculoesqueléticas de miembros inferiores en futbolistas de un club de la liga profesional de Colombia.

Materiales y métodos

Tipo de estudio

Se realizó un estudio descriptivo, analítico, exploratorio en futbolistas profesionales que compiten en la liga de Colombia. Este estudio expone las relaciones existentes entre los resultados de las pruebas de saltabilidad realizadas en la pretemporada y la incidencia de lesiones musculoesqueléticas a lo largo del semestre de competencia formal.

Sujetos

Con autorización de la administración y del cuerpo técnico y médico se invitó a participar en el estudio a la totalidad de futbolistas incluidos en la nómina profesional del Club Deportivo Atlético Junior F.C. para el primer semestre del año 2019. De manera voluntaria, y mediante una estrategia de muestreo por conveniencia, aceptaron participar en el estudio 32 de los 34 futbolistas adscritos oficialmente a alguna de las tres competiciones oficiales del año (liga profesional colombiana, copa de la liga profesional y Copa Libertadores).

Como criterios de inclusión se establecieron los siguientes: ser mayor de edad, haber tenido más de un año participando en torneos oficiales a nivel profesional (primera división o segunda

división), y finalmente, haber aceptado la participación voluntaria con el diligenciamiento de un consentimiento informado. Se excluyeron dos futbolistas que presentaban una lesión musculoesquelética sin alta médica. Con el fin de explorar de manera comparativa los resultados de los procedimientos de evaluación de saltabilidad se crearon dos grupos: Lesionados (n=11), que en el transcurso del semestre competitivo presentó algún tipo de lesión que requiriera restricción en la práctica deportiva, y No lesionados (n= 19), que al final del semestre no presentó ningún tipo de lesión musculoesquelética.

Procedimientos de recolección de información

Las pruebas destinadas al diagnóstico general las realizó el cuerpo médico del club en dos jornadas, en dos días diferentes de una misma semana. Primero se hizo la anamnesis, la valoración antropométrica y las pruebas de salto vertical. En la segunda jornada, antes de 72 horas de las primeras pruebas, se desarrollaron las pruebas de saltabilidad con desplazamiento horizontal. A continuación, se describe cada procedimiento.

Identificación y caracterización general

Con el fin de identificar oportuna y exhaustivamente las particularidades sociodemográficas, biológicas y el historial médico de los sujetos estudiados se llevó a cabo una caracterización, como medida inicial en el marco de los procedimientos de recolección de información, la cual se realizó mediante un instrumento de anamnesis y entrevista, que aplicó un miembro del cuerpo médico del club.

Evaluación antropométrica

En este estudio se tomaron los protocolos nacionales para valoración antropométrica descritos en la Resolución 2465 de 2016 del Ministerio de Salud de Colombia (15). Para calcular el índice de masa corporal (IMC), masa (kg)/altura (m²), se evaluó el peso corporal en una balanza electrónica (OMRON HN-289, Tokio-Japón, con precisión de 0,1 kg), se hizo la medición de altura en pie con un tallímetro de pared (Perspective Enterprises, Portage, USA). La composición corporal se determinó calculando el porcentaje de grasa corporal y de masa magra con un impedanciómetro bioeléctrico marca Tanita (TDB 300A Wrestling Body Composition Analyzer, tetrapolar de 50 kHz, error de 0,1%). Este procedimiento se realizó de acuerdo con lo establecido por el fabricante del instrumento, según el cual se debe realizar cuando el sujeto se encuentre lo más ligero de ropa posible y, al menos, tres horas después de la última alimentación.

Pruebas de saltabilidad vertical - CMJ & CMJs

Las pruebas de salto vertical se realizaron utilizando el protocolo CMJ - Counter Movement Jump, utilizando una alfombra Axón Jump S-2016 para análisis cinemático básico, tomando el

mejor resultado de tres intentos. Se parte de una posición erguida y con ambas manos en las caderas, de forma consecutiva se realiza un salto hacia arriba a través de una flexión-extensión explosiva de las piernas. La flexión de las rodillas no debe sobrepasar un ángulo de 90° de flexión, evitando que el tronco efectúe una flexión, limitando cualquier influencia positiva al salto que no provenga de las extremidades inferiores. Durante la fase de vuelo las extremidades deben estar completamente extendidas y al momento del contacto final los pies deben promover, primero, el apoyo en la zona del metatarso y, posteriormente, en el talón (12).

Utilizando la misma plataforma se realizaron las pruebas de saltos unilaterales (CMJs), con base en el protocolo descrito, sólo que con un esfuerzo unilateral. Al azar se estableció con qué extremidad se realizaría en primera instancia el salto, intercalando la ejecución de los tres intentos hasta finalizar el protocolo (16).

Prueba de saltos horizontales - 3-Hop Test

Esta prueba mide la potencia de las extremidades inferiores a través de tres saltos horizontales consecutivos, que se realizan de manera unilateral. Es una alternativa de fácil acceso y simple metodología para estimar los niveles de fuerza de acuerdo con la longitud del salto (17). El protocolo se inicia con el deportista ubicado detrás de una línea, con los pies separados al ancho de los hombros. A la indicación, el sujeto debe apoyarse en el miembro que se va a evaluar. Realiza tres saltos amplios consecutivos sin escalas, saltando hacia adelante y arriba, buscando siempre obtener la máxima distancia horizontal posible, puede utilizar libremente las extremidades superiores.

La medida resultante se tomó desde la línea de despegue hasta el punto de contacto más cercano en el aterrizaje del tercer salto (detrás de los talones), utilizando el mejor registro de tres intentos con cada extremidad.

Seguimiento y diagnóstico de lesiones

Desde el inicio de la temporada (enero) hasta el final (junio), en la que el Club Deportivo Atlético Junior F.C. se proclamó campeón, se recolectaron de manera permanente y exhaustiva las especificaciones de la incidencia de lesiones musculoesqueléticas de extremidades inferiores de los futbolistas, así como los días de inactividad deportiva y el número de sesiones de terapia física, factores determinantes para el análisis comparativo entre los grupos establecidos inicialmente. La acreditación de las lesiones derivadas de la práctica deportiva la determinó el cuerpo médico del club, liderado por el ortopedista y especialista en medicina deportiva, tomando como criterios el contexto de desarrollo, los signos, los síntomas y las imágenes diagnósticas que se emplearon para todos los casos que requirieron restricción para la práctica deportiva.

Control de sesgos

En este estudio se planteó una estrategia estructurada de control de sesgos de medición antes de aplicar los protocolos de evaluación y estrategias de seguimiento, gracias a un análisis exhaustivo de procedimientos evaluativos con pruebas de saltabilidad aplicadas a las ciencias médicas en el ejercicio y el deporte. El sesgo de selección se controló mediante la aplicación estricta de los criterios de inclusión y exclusión planteados. Además, se controló el sesgo de seguimiento aplicando de forma sistemática las mismas estrategias y herramientas para identificar los días de inactividad deportiva para todos los sujetos estudiados. Algunos sesgos que pueden causar confusión y son motivo de especial análisis se exponen en el apartado de limitaciones.

Análisis estadístico

A través del *software* SPSS, versión 22.0, se realizó un análisis estadístico descriptivo y correlacional. Se empleó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, mostrando una distribución normal en la totalidad de los registros comparados. Posteriormente se usó la prueba T de Student para hacer la comparación de medias entre los registros de un único momento de evaluación de saltabilidad entre los dos grupos de deportistas. Así mismo, se empleó el coeficiente de correlación de Pearson para determinar el grado de asociación entre algunas variables de análisis. El nivel de significancia fue de $p < 0,05$, considerado en todos los análisis comparativos.

Consideraciones éticas

El diseño de este estudio se apega a los principios éticos que protegen a los participantes en estudios científicos, fundamentados en la declaración de Helsinki y la Asociación Médica Mundial. Considerando el respeto por la integridad del individuo y esclareciendo todos los riesgos posibles en su desarrollo, este estudio se apegó a los estándares éticos internacionales en ciencias del ejercicio y deporte (18). El presente trabajo cuenta con aprobación del Comité de Ética de la Universidad Metropolitana de Barranquilla.

Resultados

En la tabla 1 se detallan las características generales de los sujetos estudiados, mostrando las frecuencias absolutas y sus respectivos porcentajes en las categorías de análisis como edad, peso, talla y lateralidad. El 80% tiene menos de 30 años; además, el 92% tiene una talla entre 1,70 y 1,89 cm. Al menos tres quintas partes son diestros. En la tabla 1 también se puede apreciar el número de sujetos que se lesionó en el transcurso del semestre explorado, que es un poco más de la tercera parte de la totalidad de futbolistas. De las once lesiones diagnosticadas en el periodo de análisis, seis tuvieron origen muscular y las restantes afectaron directamente las articulaciones de rodilla y tobillo (tabla 2).

Tabla 1. Características generales de los jugadores de fútbol profesional incluidos en el estudio (n=30).

Características	N	%
Edad (años)		
18-23	9	30,00
24-29	15	50,00
≥30	6	20,00
Peso (kg)		
60,00-69,99	5	16,66
70,00-79,99	14	46,66
80,00-89,99	10	33,33
≥90,00	1	3,33
Talla (m)		
1,60-1,69	2	6,66
1,70-1,79	14	46,66
1,80-1,89	14	46,66
≥1,90	1	3,33
Lateralidad		
Derecho	18	60,00
Izquierdo	12	40,00
Lesiones en periodo de análisis		
Sí	11	36,66
No	19	63,44

Fuente: elaboración propia.

Tabla 2. Incidencia de lesiones en los futbolistas estudiados durante el primer semestre del año 2019 (n=11).

Lesión	N	%
Muscular/Tendinosa	6	54,54
Desgarro isquiotibiales	3	27,77
Desgarro aductores	2	18,18
Edema poplíteo	1	9,09
Articular	5	45,45
Esguince de LCA	2	18,18
Esguince de LPA	3	27,27

LCA. Ligamento cruzado anterior, LPA: ligamento peroneo-astragalino.

Fuente: elaboración propia.

La comparación de medias entre los grupos en relación con las características antropométricas se muestra en la tabla 3, allí no se observan diferencias significativas en ninguna de las variables de análisis. Los saltos verticales mostraron resultados similares entre los grupos de análisis y no representaron significancia estadística ($p > 0,05$), se observa que la media de los saltos verticales con una sola extremidad fue aproximadamente el 50% del resultado con la combinación de las extremidades (tabla 4). En la prueba CMJ con ambas extremidades se observa al menos una diferencia de 1,12 cm a favor de los sujetos con lesión al final de la temporada, en comparación con quienes no presentaron lesión. En contraste con la saltabilidad vertical, las pruebas de saltos horizontales mostraron diferencias estadísticas ($p < 0,01$) en la diferencia absoluta y porcentual resultante entre las extremidades inferiores.

Tabla 3. Comparación de los valores promedio de las características antropométricas en los deportistas que desarrollaron lesión y los que no ($n=30$).

Variable	Lesionados ($n=11$)			No Lesionados ($n=19$)			P-valor
	Promedio \pm	S ²	IC 95%	Promedio \pm	S ²	IC 95%	
Edad (años)	25,92 \pm 4,62	22,45	22,41 - 28,81	24,78 \pm 4,57	20,66	22,80 - 27,19	0,71
Peso (kg)	79,33 \pm 5,60	34,49	75,41 - 83,30	76,16 \pm 7,66	37,83	72,70 - 79,90	0,25
Talla (m)	1,81 \pm 0,05	0,002	1,77 - 1,84	1,78 \pm 0,07	0,004	1,74 - 1,81	0,18
IMC (kg/m ²)	24,33 \pm 1,83	3,64	22,98 - 25,55	24,12 \pm 1,66	2,97	23,37 - 24,94	0,86
% Grasa	9,68 \pm 2,99	9,74	7,65 - 11,85	9,21 \pm 2,47	8,79	8,03 - 10,35	0,58
% Masa magra	90,32 \pm 2,99	9,74	88,14 - 92,34	90,79 \pm 2,47	8,79	89,64 - 91,96	0,58
Peso graso (kg)	7,76 \pm 2,62	7,48	5,98 - 9,66	7,24 \pm 2,39	6,41	6,10 - 8,34	0,52
Peso magro (kg)	68,73 \pm 5,40	32,01	64,96 - 72,56	64,22 \pm 15,97	39,57	63,88 - 70,67	0,55

Fuente: elaboración propia.

Tabla 4. Comparación de los valores promedio de las pruebas de saltabilidad en los deportistas que desarrollaron lesión y los que no ($n=30$).

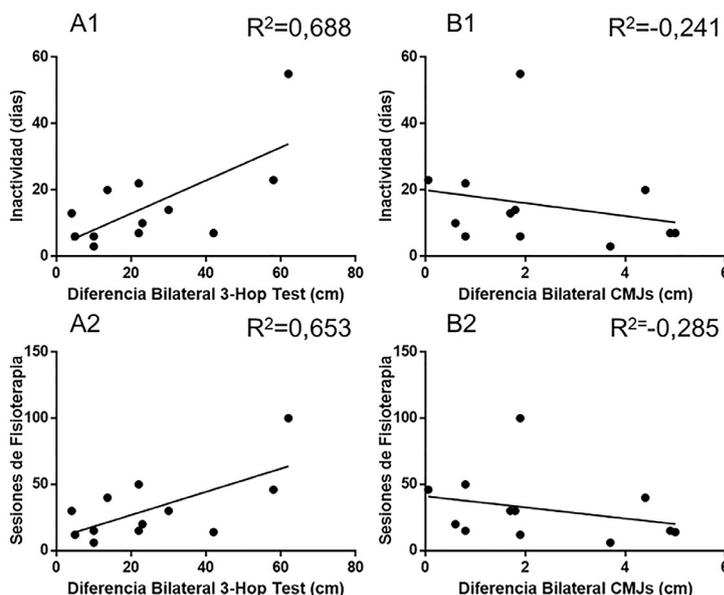
Variable	Lesionados ($n=11$)			No Lesionados ($n=19$)			P-valor
	Promedio \pm	S ²	IC 95%	Promedio \pm	Varianza	IC 95%	
Saltabilidad vertical							
CMJ (cm)	40,47 \pm 7,42	24,57	35,31 - 45,77	39,35 \pm 4,48	18,91	37,26 - 41,45	0,59
CMJs derecho (cm)	22,94 \pm 3,85	16,03	20,09 - 25,47	22,71 \pm 3,40	13,11	21,20 - 24,41	0,98
CMJs izquierdo (cm)	22,86 \pm 5,78	18,56	19,14 - 27,16	22,29 \pm 2,65	10,96	20,87 - 23,43	0,53
Diferencia (cm)	2,05 \pm 1,75	2,57	0,97 - 3,12	2,18 \pm 1,70	3,15	1,36 - 3,00	0,83
% Diferencia	8,65 \pm 5,28	51,70	5,10 - 12,20	9,34 \pm 6,97	48,69	5,98 - 12,71	0,77

Variable Promedio ±	Lesionados (n=11)			No Lesionados (n=19)			P-valor
	S ²	IC 95%	Promedio ±	Varianza	IC 95%		
Saltabilidad horizontal							
3-Hop Test derecho (m)	5,86±0,44	0,21	5,56 - 6,18	5,96±0,41	0,15	5,74 - 6,13	0,70
3-Hops Test izquierdo (m)	5,97±0,23	0,05	5,79 - 6,11	6,01±0,36	0,12	5,84 - 6,18	0,59
Diferencia (m)	0,24±0,19	0,04	0,11 - 0,37	0,12±0,08	0,01	0,08 - 0,17	0,03
% Diferencia	4,02±3,27	3,57	2,29 - 5,77	1,86±0,85	0,07	0,06 - 0,12	<0,01

Fuente: elaboración propia.

Finalmente, en la figura 1 se observan solamente registros de los sujetos con lesión al final de la media temporada, tratando de observar relaciones entre las asimetrías derivadas de las pruebas de saltos verticales y horizontales realizadas de forma unilateral con los días de inactividad deportiva y el número total de sesiones de fisioterapia. Se encontró una relación positiva ($R^2 > 0,5$) en los análisis de las asimetrías derivadas de la prueba de salto horizontal ($p < 0,05$).

Figura 1. Relaciones encontradas en los futbolistas lesionados entre las diferencias entre extremidades en las pruebas de saltabilidad horizontal y vertical con los días de inactividad deportiva y el número de sesiones de fisioterapia.



Las figuras A ($n=11$) relacionan los resultados de las diferencias encontradas en los resultados de las pruebas 3-Hop Test entre extremidades inferiores con los días de inactividad deportiva (A1: p -valor= 0, 0,013) y el número total de sesiones de fisioterapia (A2 p -valor=0,021). Las figuras B ($n=11$) relacionan los resultados de las diferencias de las pruebas CMJs entre extremidades inferiores con los días de inactividad deportiva (B1: p -valor=0,449) y el número total de sesiones de fisioterapia (B2: p -valor=0,369).

Fuente: elaboración propia.

Discusión

En la bibliografía internacional se describe la importancia de determinar las asimetrías entre extremidades inferiores de futbolistas y su relación con el riesgo de lesiones en deportistas (19). Este estudio exploratorio trata de mostrar la posible asociación entre las asimetrías funcionales detectadas por medio de pruebas de saltabilidad y el alto riesgo de ocasionar lesiones en futbolistas. El principal hallazgo mostró que, en promedio, los futbolistas lesionados en un semestre de práctica profesional del fútbol tuvieron mayores asimetrías funcionales en las extremidades inferiores que los futbolistas que no se lesionaron. Sin embargo, estas asimetrías fueron percibidas únicamente en las pruebas de saltos horizontales realizadas en el inicio de la temporada competitiva y no en los protocolos de evaluación con saltos verticales, los cuales comúnmente están inmersos en los procedimientos de control de rendimiento en deportistas profesionales durante la competencia.

Actualmente, y en comparación con los hallazgos de los saltos verticales, muy poca bibliografía describe las implicaciones funcionales y las repercusiones mecánicas de las asimetrías determinadas a través de pruebas de saltabilidad horizontal en el fútbol profesional. En el 2017, Gómez-Piqueras et al. (10) propusieron un análisis muy similar al de este trabajo de investigación. En dicho estudio se observaron asimetrías encontradas a través de la prueba de saltabilidad horizontal (3-Hop Test), sin haber utilizado las pruebas de saltos verticales con una sola extremidad (CMJs) con el mismo propósito, pero utilizando el protocolo básico de esta prueba (CMJ) para determinar la potencia de las extremidades inferiores en conjunto. Los resultados del presente estudio concordaron con la ligera ventaja en la altura del CMJ para los sujetos con lesión durante la temporada; no obstante, discreparon de las asimetrías de mayor magnitud en los sujetos sin lesiones musculares que los que pudieron lesionarse en una temporada (10).

Además de mostrar las características de una población, que en el contexto científico nacional ha sido poco explorada, la fortaleza de la propuesta metodológica de este estudio se enmarca en la comparación entre las asimetrías funcionales en dos modalidades de evaluación de saltabilidad diferentes, mostrando como indicadores la altura de salto vertical y la distancia horizontal de tres saltos consecutivos. La mayoría de las pruebas de saltos dejan de evaluar la capacidad de las extremidades inferiores de generar fuerza en más de un plano de análisis de movimiento, basándose simplemente en el análisis de las fuerzas verticales que generan los miembros inferiores, lo cual limita la capacidad para generar análisis multidimensionales, como la misma naturaleza del movimiento corporal humano.

En décadas pasadas se planteaba la idea de identificar la saltabilidad como un factor trascendental de rendimiento en futbolistas profesionales. Los primeros protocolos se basan estrictamente en la saltabilidad vertical, exhibiendo ventajas en el rendimiento físico general de futbolistas de elite con resultados superiores, como lo demostraron en 2004 Arnason et al. (20). Así mismo, se ha descrito la influencia de las características antropométricas y de composición corporal de futbolistas como factores influyentes en la saltabilidad (21). No obstante, estudios como el de Menzel et al. (11)

en el año 2013, mostraron la importancia de determinar las asimetrías funcionales en pruebas de saltabilidad vertical como factores asociados al desarrollo de las capacidades motoras de futbolistas profesionales.

Estudios más recientes, como el de Svensson et al. (19), en 2018, han mostrado la importancia de la evaluación funcional como un indicador de lesiones en futbolistas profesionales; sin embargo, en este estudio la saltabilidad no demostró ser una variable que se relacione directamente con la incidencia durante temporadas seguidas en los deportistas, debido a que en general los futbolistas que presentaron una lesión musculoesquelética tuvieron mejores resultados en las pruebas de saltos verticales (CMJ y Squat Jump) (19). A diferencia de los resultados de este trabajo de investigación, los autores del anterior estudio no presentaron la asimetría funcional de las extremidades inferiores como indicador o factor predictor de lesiones. No obstante, los autores resaltan la importancia de evaluar y calificar las aptitudes físicas que condicionan el rendimiento en el deporte, lo que puede generar una aproximación más integral al riesgo de lesión.

El desequilibrio funcional entre extremidades inferiores debe concebirse como un fenómeno multicausal con injerencia en la plasticidad neuromuscular, así como la respuesta motora y la capacidad adaptativa del sistema musculoesquelético al esfuerzo y no únicamente como una consecuencia derivada de la lateralidad fisiológica del individuo (10,14). Controlar los riesgos de lesiones es un objetivo primordial en la práctica y el quehacer diario de los profesionales encargados de la integridad y cuidado del sistema musculoesquelético de deportistas profesionales. Razón por la cual las estrategias que puedan dilucidar mecanismos plausibles de identificación de riesgos funcionales de lesiones se convierten en aliados importantes en los sistemas de evaluación precompetitiva, seguimiento y control del cuerpo médico.

De los hallazgos derivados del presente trabajo, y con el objetivo de impactar la práctica profesional en ciencias médicas aplicadas al deporte y al rendimiento, se propone incluir como estrategia de tamizaje o ruta metodológica, que necesita mayor abordaje científico, alguna prueba de saltabilidad horizontal referenciada en la bibliografía internacional como herramienta para detectar asimetrías funcionales en extremidades y posible predictor de riesgo. Zwolski et al. (22), en 2016, y Clark et al. (23), en 2019, han mostrado propuestas metodológicas similares a la expuesta en este estudio, con indicadores simples como la altura y longitud en pruebas de saltos verticales y horizontales, respectivamente. Estas herramientas se consideran amigables con la integridad musculoesquelética y con suficiente valor clínico para la implementación de estrategias de intervención correctivas en asimetrías funcionales en diversos deportes.

El cuerpo médico en el fútbol profesional o aficionado debe tener la capacidad para identificar factores predictivos de lesiones musculoesqueléticas que, a futuro, reduzcan la progresión del deterioro deportivo y prolonguen en el tiempo la adecuada función del sistema locomotor. El deterioro deportivo, como la pérdida de funciones corporales, se vincula de manera estrecha con la desviación en las capacidades motrices de la transferencia de energía mecánica durante la participación en el deporte, lo cual requiere intervención, control y revisión permanente.

Limitaciones

Las limitaciones tecnológicas redujeron las posibilidades de relacionar los parámetros de estudio con una mayor cantidad y calidad de variables cinemáticas, debido a que los instrumentos disponibles proporcionaron únicamente un análisis de variables cinemáticas básicas. Además, incluir como materia de análisis un único momento reduce la posibilidad de observar la evolución en el tiempo de variables funcionales relacionadas con el rendimiento deportivo y el riesgo de lesiones, lo que permitiría analizar de manera longitudinal parámetros relacionados con la carga de entrenamiento, los minutos de competencia y otros factores relacionados con el estrés físico y emocional del futbolista profesional. Estas limitaciones motivan a realizar estudios similares que puedan aportar de una manera más compleja, en forma y estructura metodológica, perspectivas de análisis que aborden sistemáticamente a una población de interés nacional.

Conclusiones

Se detectaron significativamente mayores asimetrías funcionales a través de la prueba de saltabilidad horizontal (3-Hop Test) en los deportistas que presentaron lesiones musculoesqueléticas de miembros inferiores al final del primer semestre de la temporada 2019. Las asimetrías detectadas a través de las pruebas de saltabilidad vertical (CMJs) no mostraron evidencia significativa en el mismo análisis.

Declaración de financiación y conflicto de intereses

Este estudio no tuvo financiación de entidades o empresas diferentes a las que los autores declaramos su afiliación. Manifestamos que no existe ningún tipo de conflicto de intereses que haya influenciado la concepción, desarrollo y redacción del presente trabajo de investigación.

Referencias

1. Volpi P, Taioli E. The health profile of professional soccer players: future opportunities for injury prevention. *J Strength Cond Res*, 2012; 26(12): 3473–3479.
2. Timpka T, Jacobsson J, Bickenbach J, Finch C, Ekberg J, Nordenfelt L. What is a sports injury? *Sports Med*, 2014; 44(4): 423-428.
3. Meeuwisse W, Tyreman H, Hagel B, Emery C. A dynamic model of etiology in sport injury: the recursive nature of risk and causation. *Clin J Sport Med*, 2007; 17(3): 215-219.
4. Henke T, Luig P, Schulz D. Sports injuries in German club sports, Aspects of epidemiology and prevention. *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz*, 2014; 57(6): 628-637.

5. Stubbe J, van Beijsterveldt A, van der Knaap S, Stege J, Verhagen E, van Mechelen W, et al. Injuries in professional male soccer players in the Netherlands: a prospective cohort study. *J Athl Train*, 2015; 50(2): 211-216.
6. Van Beijsterveldt A, Stubbe J, Schmikli S, van de Port I, Backx F. Differences in injury risk and characteristics between Dutch amateur and professional soccer players. *J Sci Med Sport*, 2015; 18(2): 145-149.
7. Svensson K, Alricsson M, Karneback G, Magounakis T, Werner S. Muscle injuries of the lower extremity: a comparison between young and old male elite soccer players. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2016; 24(7): 2293-2299.
8. Hoshikawa Y, Iida T, Muramatsu M, Li N, Nakajima Y, Chumank K, et al. Effects of stabilization training on trunk muscularity and physical performances in youth soccer players. *J Strength Cond Res*, 2013; 27(11): 3142-3149.
9. Kobal R, Pereira L, Zanetti V, Ramírez-Campillo R, Loturco I. Effects of Unloaded vs. Loaded Plyometrics on Speed and Power Performance of Elite Young Soccer Players. *Front Physiol*, 2017; 8: 742-748.
10. Gómez-Piqueras P, González-Villora S, Sainz M, Contreras-Jordán O. Functional assessment and injury risk in a professional soccer team. *Sports (Basel)*, 2017; 5(1): 1-10.
11. Menzel H, Chagas M, Szmuchrowski L, Araújo S, de Andrade A, de Jesus-Moraleida F. Analysis of lower limb asymmetries by isokinetic and vertical jump tests in soccer players. *J Strength Cond Res*, 2013; 27(5): 1370-1377.
12. McErlain-Naylor S, King M, Pain M. Determinants of countermovement jump performance: a kinetic and kinematic analysis. *J Sports Sci*, 2014; 32(19): 1805-1812.
13. Jiménez-Reyes P, Cuadrado-Peñañel V, González-Badillo J. Analysis of Variables Measured in Vertical Jump Related to Athletic Performance and its Application to Training. *CCD*, 2011; 6(17): 113-119.
14. Van Hooren B, Zolotarjova J. The Difference Between Countermovement and Squat Jump Performances: A Review of Underlying Mechanisms with Practical Applications. *J Strength Cond Res*, 2017; 31(7): 11-20.
15. Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia. Resolución número 2465 del 14 de junio de 2016. (Internet). (Consultado 27/12/2017). Disponible en: [https://www.icbf.gov.co/sites/default/files/resolucion no. 2465 del 14 de junio de 2016.pdf](https://www.icbf.gov.co/sites/default/files/resolucion_no._2465_del_14_de_junio_de_2016.pdf).
16. Murtagh C, Vanrenterghem J, O'Boyle A, Morgans R, Drust B, Erskine R. Unilateral jumps in different directions: a novel assessment of soccer-associated power? *J Sci Med Sport*, 2017; 20(11): 1018-23.

17. Alvim F, Lucareli P, Menegaldo L. Predicting muscle forces during the propulsion phase of single leg triple hop test. *Gait Posture*, 2018; 59: 298-303.
18. Harriss D, Atkinson G. Ethical standards in sport and exercise science research. *Int J Sports Med*, 2011; 32(12): 819-821.
19. Svensson K, Alricsson M, Olausson M, Werner S. Physical performance tests - a relationship of risk factors for muscle injuries in elite level male football players. *J Exerc Rehabil*, 2018; 14(2): 282-288.
20. Arnason A, Sigurdsson S, Gudmundsson A, Holme I, Engebretsen L, Bahr R. Physical fitness, injuries, and team performance in soccer. *Med Sci Sports Exerc*, 2004; 36(2): 278-285.
21. Chena M, Pérez-López A, Álvarez I, Bores A, Ramos-Campo D, Rubio-Arias J, et al. Influence of body composition on vertical jump performance according with the age and the playing position in football players. *Nutr Hosp*, 2015; 32(1): 299-307.
22. Zwolski C, Schmitt L, Thomas S, Hewett T, Paterno M. The Utility of Limb Symmetry Indices in Return-to-Sport Assessment in Patients with Bilateral Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Am J Sports Med*, 2016; 44(8): 2030-8.
23. Clark N, Mullally E. Prevalence and magnitude of preseason clinically-significant single-leg balance and hop test asymmetries in an English adult netball club. *Phys Ther Sport*, 2019; 40: 44-52.