

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

Resumen: **Objetivo:** el objetivo del estudio fue identificar la relación entre los resultados de las pruebas saltabilidad horizontal y vertical con la incidencia las lesiones musculoesqueléticas de miembros inferiores en futbolistas de un club de la liga profesional colombiana. **Materiales y métodos:** se realizó 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, así mismo como la saltabilidad y asimetrías funcionales de las extremidades inferiores a través de pruebas de saltos verticales (CMJ y CMJs) y horizontales (3-Hop Test). El análisis consistió en la comparación los registros de las variables estudiadas entre los futbolistas con (lesionados n=11) y sin lesión (no lesionados n=19) en el transcurso del primer semestre de la temporada 2019. **Resultados:** en los hallazgos no se encontraron diferencias estadísticas entre los grupos en las características biológicas, antropométricas y de composición corporal ($p>0,05$). Derivado de los hallazgos en la saltabilidad vertical, no se observaron diferencias significativas en las asimetrías funcionales entre grupos ($p>0,05$), sin embargo, si se encontraron diferencias en las pruebas de saltabilidad horizontal entre lesionados y no lesionados ($p<0,01$). **Conclusión:** de este estudio podemos concluir que, en comparación a los futbolistas profesionales sin lesiones, se encontraron significativamente mayores asimetrías funcionales detectadas a través de la prueba de saltabilidad horizontal en los deportistas con lesión.

Palabras clave: Fuerza muscular; Deportes; Fútbol; Traumatismos en atletas; Rendimiento atlético.

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

² Fisioterapeuta, Especialista en Kinesiología, Magíster en Actividad Física. Programa de Fisioterapia, Universidad Libre Seccional Barranquilla. Colombia. Correo: robertoc.rebolledoc@unilibre.edu.co. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7292-3718>

Abstract: **Objetives:** 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.

Key words: Muscle Strength; Sports; Football; Athletics Injuries; Athletic Performance.

INTRODUCCIÓN

El fútbol es un deporte de equipo extremadamente popular, que se practica en todo el mundo, existiendo diferentes niveles de organización competitiva en regiones y países. A nivel profesional, este deporte es una de las actividades deportivas más rentables a nivel económico, por ello, la integridad física y óptimo rendimiento atlético del futbolista son fundamentales para los intereses competitivos de una organización deportiva o club. Por estos motivos, las lesiones en 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 denote una implicación de carácter funcional que limita la práctica o ejecución motora de las actividades físicas requeridas (2, 3), siendo las más frecuentes las lesiones del sistema musculoesquelético. Recientes estudios describen que al menos el 60% de los jugadores profesionales de fútbol han tenido una lesión musculoesquelética en una temporada (4, 5). Se estima que la incidencia general de lesiones es de 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 se asocia a sobrecargas y fatiga periférica (5, 6). De todas las lesiones musculoesqueléticas, son más probables de localizarse 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 diferentes factores etiológicos (2), donde se incluyen: características y particularidades biológicas y morfo-funcionales del deportista; factores que se derivan a la condición del ambiente o entorno físico donde se ejecuta la práctica; 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 es sometido el cuerpo el deportista (1-3).

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

El equilibrio general entre la producción de fuerza explosiva entre una extremidad y otra, se relaciona con la conservación de las propiedades biomecánicas de los tejidos esqueléticos (10). Sin embargo, 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 pueden observar respuestas motoras negativas acrecientan 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 son consideradas como una forma eficaz de determinar la potencia y las diferencias funcionales entre las extremidades inferiores, siendo utilizadas como factor de riesgo de lesiones musculoesqueléticas (12). La altura del salto es un buen predictor de la potencia muscular, y, por tanto, varios tipos de saltos verticales se han empleado como pruebas estandarizadas del rendimiento deportivo (13, 14). Existe en la literatura científica internacional muy poca información concerniente a la aplicabilidad de pruebas con saltos horizontales en la identificación de desequilibrios entre extremidades y su relación con posibles lesiones musculoesqueléticas.

Es de importancia en el entrenamiento del fútbol, tanto para el cuerpo técnico como para el médico, generar situaciones de análisis funcionales que puedan describir de manera acertada la integridad musculoesquelética, bajo condiciones de simple metodología, fácil acceso y bajo costo, que puedan promover una acertada caracterización de la potencia muscular, asimetrías funcionales y de los posibles riesgos de lesión que estos conllevan. A raíz de todos los planteamientos anteriormente expuestos, el presente estudio tuvo como objetivo identificar la relación entre los resultados de las pruebas de saltabilidad horizontal y vertical con la incidencia las 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 profesional de fútbol de Colombia. El presente estudio se basa en la exposición de 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 subsiguiente.

Sujetos

Con autorización de la administración y del cuerpo técnico y médico, fueron invitados a participar en el estudio 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 a través de una estrategia de muestreo por conveniencia, aceptaron participar en el estudio un total de 32 de los 34 futbolistas adscritos oficialmente a alguna de las 3 competiciones oficiales del año (liga profesional colombiana, copa de la liga profesional y Copa Libertadores).

Fueron establecidos como criterios de inclusión: 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. Fueron excluidos 2 futbolistas que

para la pretemporada 2019-I presentaban una lesión musculoesquelética sin alta médica. Con el objetivo de explorar de manera comparativa los resultados de los procedimientos de evaluación de saltabilidad, de la totalidad de sujetos fueron divididos en dos grupos, un grupo que en el transcurso del semestre competitivo presentó algún tipo de lesión que requiriera restricción en la práctica deportiva (grupo Lesionados $n= 11$) y un grupo que al final del semestre no presentó ningún tipo de lesión musculoesquelética (grupo No Lesionados $n=19$).

Procedimientos de recolección de información

Las pruebas destinadas a al diagnóstico general fueron realizadas en dos jornadas distintas por los miembros del cuerpo médico del club, llevadas a cabo en dos días diferentes de una misma semana dentro de la sede deportiva del club, ubicada en el municipio de Malambo (Atlántico). En un primer encuentro se desarrolló la anamnesis, valoración antropométrica y las pruebas de salto vertical. En un segundo encuentro, no mayor a 72 horas luego de las primeras pruebas, se desarrollaron las pruebas de saltabilidad con desplazamiento horizontal. A continuación, se detalla cada procedimiento.

Identificación y caracterización general

Con el fin de realizar una identificación oportuna y exhaustiva de las particularidades sociodemográficas, biológicas y el historial médico de la totalidad de los sujetos estudiados, se llevó a cabo una caracterización como medida inicial en el marco de los procedimientos de recolección de información. La caracterización se realizó a través de un instrumento de anamnesis y entrevista aplicado por un miembro del cuerpo médico del club.

Evaluación antropométrica

En el presente estudio se direccionarán 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), $\text{masa (kg)/altura (mts}^2\text{)}$, se evaluará el peso corporal una balanza electrónica (OMRON HN-289, Tokio-Japón, con precisión de 0,1 kg), la medición de altura en pie con un tallímetro

de pared (Perspective Enterprises, Portage, USA.) A través de un impedanciómetro bioeléctrico marca Tanita (TDB 300A Wrestling Body Composition Analyzer, tetrapolar de 50 kHz, error de 0.1%) fue determinada la composición corporal, calculando el porcentaje de grasa corporal y de masa magra. Este procedimiento fue realizado según lo establecido por el fabricante del instrumento, que indica que se debe realizar cuando el sujeto se encuentre lo más ligero de ropa posible y al menos, 3 horas desde 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, empleando el mejor resultado de tres intentos. La prueba se realiza partiendo de posición erguida y 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 ángulo de 90 grados 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 de contacto final, los pies en el momento debían promover el apoyo en la zona del metatarso y posteriormente, el talón (12).

Utilizando la misma plataforma y de manera consecutiva al protocolo CMJ, se realizó las pruebas de saltos unilaterales (CMJs), basándose en el mismo protocolo anteriormente descrito solo que con un esfuerzo unilateral. Al azar, se estableció cuál de las extremidades 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

El 3-Hop Test es una prueba que mide la potencia de las extremidades inferiores a través de tres saltos horizontales consecutivos realizados de manera unilateral, siendo una alternativa de fácil acceso y simple metodología para la estimación de niveles de fuerza de acuerdo con la longitud del salto (17). El protocolo de

realización inicio con el deportista ubicado detrás de una línea con los pies separados al ancho de los hombros, al momento de una indicación de preparación para la prueba, el sujeto deberá apoyarse en el miembro que será evaluado. De manera consecutiva se procederán a realizar tres saltos amplios consecutivos sin escalas, utilizando un estilo de salto hacia adelante y arriba, buscando siempre obtener la máxima distancia horizontal posible, pudiendo utilizar libremente las extremidades superiores.

La medida resultante fue tomada 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 del primer semestre de la temporada 2019 (enero), hasta el final de la misma (junio del mismo año), donde el Club Deportivo Atlético Junior F.C. se proclamó campeón de la liga colombiana de fútbol profesional, se recolectó 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 número de sesiones de terapia física, factores determinantes para el análisis comparativo entre futbolistas. La acreditación de las lesiones derivadas de la práctica deportiva fue determinada por el cuerpo médico del club, liderado por el ortopedista y especialista en medicina deportiva, donde criterios como el contexto de desarrollo, signos, síntomas e imágenes diagnósticas fueron empleados para todos los casos que requirieron restricción para la práctica deportiva.

Control de sesgos

En el presente estudio se planteó una estrategia estructurada de control de sesgos de medición antes de la aplicación de los protocolos de evaluación y estrategias de seguimiento, esto fue gracias a un análisis exhaustivo de procedimientos evaluativos con pruebas de saltabilidad aplicadas a las ciencias médicas en el ejercicio y deporte. El sesgo de selección fue controlado 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 la identificación de los días de inactividad deportiva para todos los sujetos estudiados. Algunos sesgos que pueden causar confusión y que son motivo de especial análisis se exponen en el apartado de limitaciones.

Análisis estadístico

A través del programa estadístico SPSS versión 22.0 se realizó un análisis estadístico descriptivo y correlacional. La prueba de normalidad utilizado fue el de Shapiro-Wilk mostrando distribución normal en la totalidad de registros comparados. Posteriormente fue empleado la prueba T de Student para la comparación de medias entre los registros de un único momento de evaluación de saltabilidad en los grupos de deportistas con alguna lesión en la temporada y los que no presentaron. Así mismo, fue empelado el coeficiente de correlación de Pearson para determinar el grado de asociación entre algunas variables de análisis. El nivel de significancia fue de $p < 0.05$, considerándolo en todos los análisis comparativos.

Consideraciones éticas

El diseño del presente estudio se apega los principios éticos que protegen a los sujetos que participen en estudios científicos, fundamentados por 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 la edad, el peso, la talla y lateralidad. El 80% de los sujetos objeto de estudio tienen menos de 30 años, además el 92% tiene una talla entre 1,70 y 1,89 cm. Al menos, tres quintas partes de sujetos son diestros. También en la tabla 1 se pueden apreciar el número de sujetos que se lesionaron en el transcurso del semestre explorado, un poco más de la tercera parte de la totalidad de futbolistas. De las 11 lesiones diagnosticadas en el periodo de análisis, 6 fueron de origen muscular y las restantes afectaron directamente las articulaciones de rodilla y tobillo, datos expuestos en la 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		
Si	11	36,66
No	19	63,44

Fuente: datos recolectados para el presente estudio.

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

<i>Lesión</i>	<i>N</i>	<i>%</i>
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: datos recolectados para el presente estudio.

La comparación de medias entre sujetos con lesión y los que no, con relación a las características antropométricas se muestra en la tabla 3, donde no se observan diferencias significativas en ninguna de las variables de análisis. En la tabla 4, los saltos verticales mostraron resultados muy similares entre los grupos de análisis y no representaron significancia estadística ($p > 0,05$), observando que la media de los saltos verticales con una sola extremidad fue aproximadamente el 50% del resultado con la combinación de las extremidades. En la prueba CMJ con ambas extremidades, se pudo observar al menos una diferencia de 1,12 cm a favor de los sujetos con lesión al final de la temporada en comparación a los que no presentaron lesión. En contraste a 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 ±	S ²	IC 95%	Promedio ±	S ²	IC 95%	
Edad (años)	25,92±4,62	22,45	22,41 - 28,81	24,78±4,57	20,66	22,80 - 27,19	0,71
Peso (kg)	79,33±5,60	34,49	75,41 - 83,30	76,16±7,66	37,83	72,70 - 79,90	0,25
Talla (m)	1,81±0,05	0,002	1,77 - 1,84	1,78±0,07	0,004	1,74 - 1,81	0,18
IMC (kg/m ²)	24,33±1,83	3,64	22,98 - 25,55	24,12±1,66	2,97	23,37 - 24,94	0,86
% Grasa	9,68±2,99	9,74	7,65 - 11,85	9,21±2,47	8,79	8,03 - 10,35	0,58
% Masa Magra	90,32±2,99	9,74	88,14 - 92,34	90,79±2,47	8,79	89,64 - 91,96	0,58
Peso Graso (kg)	7,76±2,62	7,48	5,98 - 9,66	7,24±2,39	6,41	6,10 - 8,34	0,52
Peso Magro (kg)	68,73±5,40	32,01	64,96 - 72,56	64,22±15,97	39,57	63,88 - 70,67	0,55

Fuente: datos recolectados para el presente estudio.

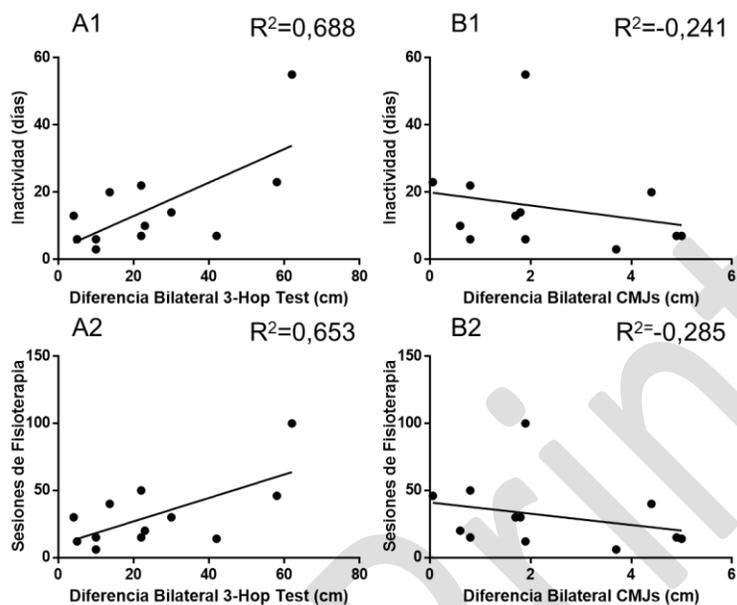
Tabla 4. Comparación de los valores promedio de las pruebas de saltabilidad en los deportistas que desarrollaron lesión y los que no (n=30).

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

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: datos recolectados para el presente estudio.

DISCUSIÓN

En la literatura internacional, se ha descrito la importancia de determinar las asimetrías entre extremidades inferiores de futbolistas y su relación con el riesgo de lesiones en deportistas (19). El presente estudio exploratorio trató de mostrar la posible asociación entre las asimetrías funcionales detectadas a través de pruebas de saltabilidad y el alto riesgo para desenvolver lesiones en futbolistas. El principal hallazgo mostró que, en promedio, aquellos 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 literatura trata de describir 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., propusieron un análisis muy similar al presente trabajo de investigación. En dicho estudio se observaron asimetrías encontradas a través 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 si 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 del presente estudio se enmarca en la comparativa 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, y se basan simplemente en el análisis de las fuerzas verticales que generan los miembros inferiores, lo que limita la capacidad de generar análisis multidimensionales, como la misma naturaleza del movimiento corporal humano.

Desde décadas pasadas se planteaba la idea de identificar la saltabilidad como un factor trascendental de rendimiento en futbolistas profesionales. Los primeros protocolos se basaban estrictamente en la saltabilidad vertical, exhibiendo ventajas

en el rendimiento físico general de futbolistas de elite con resultados superiores, como lo demostrado en 2004 por 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., 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 (11).

Estudios más recientes como el de Svensson et al., en 2018, han mostrado la importancia de la evaluación funcional como indicador de lesiones en futbolistas profesionales, sin embargo, en este estudio la saltabilidad no demostró ser una variable que se relacionó de manera directa con la incidencia durante temporadas seguidas en los deportistas, debido a que de manera 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 del presente trabajo de investigación, los autores del anterior estudio no presentaron la asimetría funcional de las extremidades inferiores como indicador o factor predictor de lesiones, sin embargo, los autores resaltan la importancia de realizar una evaluación y calificación de las aptitudes físicas que condicionan el rendimiento en el deporte, lo que puede generar una aproximación más integral el riesgo de lesión.

El desequilibrio funcional entre extremidades inferiores debe concebirse como un fenómeno multicausal con injerencia en la plasticidad neuromuscular, respuesta motora y capacidad adaptativa del sistema musculoesquelético al esfuerzo, y no como únicamente una consecuencia derivada de la lateralidad fisiológica del individuo (10, 14). Controlar los riesgos de lesiones es un objetivo primordial en la práctica y quehacer diario de los profesionales encargados de la integridad y cuidado del sistema musculoesquelético de deportistas profesionales, por esto, las estrategias que puedan dilucidar mecanismos plausibles de identificación de riesgos

funcionales de lesiones se convierten en alisados 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 rendimiento, los autores proponemos incluir como estrategia de tamizaje o ruta metodológica que necesita mayor abordaje científico, la implementación de alguna de las pruebas de saltabilidad horizontal referenciadas en la literatura internacional como herramienta para la detección de asimetrías funcionales en extremidades y posible predictor de riesgo. Zwolski et al., en 2016 (22) y Clark et al., en 2019 (23), han mostrado propuestas metodológicas similares a la expuesta en el presente estudio, con indicadores simples como la altura y longitud en pruebas de saltos verticales y horizontales, respectivamente, siendo herramientas consideradas como amigables con la integridad musculoesquelética y con suficiente valor clínico para la implementación de estrategias de intervención correctivas en asimetrías funcionales en diferentes deportes.

El cuerpo médico en el fútbol profesional o aficionado debe contar con la capacidad de identificar factores predictivos de lesiones musculoesqueléticas que, a futuro, reducir la progresión del deterioro deportivo y prolongar en el tiempo la adecuada función del sistema locomotor. El deterioro deportivo, como la pérdida de funciones corporales se vincula de manera estrecha a desviación en las capacidades motrices de la transferencia de energía mecánica durante la participación en el deporte, lo que 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 y utilizados nos 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 la realización de 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

Del presente estudio se puede concluir que, en comparación a los futbolistas profesionales sin lesiones, se encontraron significativamente mayores asimetrías funcionales detectadas a través de la prueba de saltabilidad horizontal (3-Hop Test) en aquellos 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 empleadas (CMJs) no mostraron evidencia significativa en el mismo análisis.

Declaración de financiación y conflicto de intereses: el presente estudio no conto con financiación de entidades o empresas diferentes a las que los autores declaramos su afiliación. Los autores manifestamos que no existe ningún tipo de conflicto de intereses que hayan 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, Ramirez-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-Víllora 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, Araujo 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-Peñafiel 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. (Consultado 27/12/2017). Disponible en: 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.

Post-Print