



Fecha de recepción: 21 de enero de 2024
Fecha de aceptación: 7 de febrero de 2025

ARTÍCULO ORIGINAL

<https://dx.doi.org/10.14482/sun.41.03.125.363>

Diferencias funcionales en futbolistas universitarios vallecaucanos con y sin antecedente de lesión en rodilla

Functional differences in Valle del Cauca university soccer players with and without a history of knee injury

MIGUEL CAMPO-RAMÍREZ¹, GABRIEL HERNÁNDEZ-OÑATE²

¹ Fisioterapeuta y especialista en Fisioterapia del Deporte, Institución Universitaria Escuela Nacional del Deporte (Colombia). Magíster en Epidemiología, Universidad Libre (Colombia). Docente, Institución Universitaria Escuela Nacional del Deporte. miguel.campo@endeporte.edu.co. <http://orcid.org/0000-0002-1122-8882>

² Fisioterapeuta, Universidad del Valle (Colombia). Especialista en Actividad Física, Institución Universitaria Escuela Nacional del Deporte (Colombia). Magíster en Intervención Integral en el Deportista, Universidad Autónoma de Manizales (Colombia). Docente, Institución Universitaria Escuela Nacional del Deporte. gabriel.hernandez@endeporte.edu.co. <https://orcid.org/0000-0003-3652-102X>

Correspondencia: Miguel Campo-Ramírez. miguel.campo@endeporte.edu.co

RESUMEN

Objetivo: El objetivo de este estudio fue examinar las posibles diferencias en variables como potencia, flexibilidad en miembro inferior, velocidad y agilidad en futbolistas universitarios vallecaucanos con antecedente de lesión en rodilla y sin antecedente de esta.

Materiales y métodos: Estudio de corte transversal; participaron 58 deportistas universitarios con antecedente de lesión de rodilla y sin antecedente de esta que habían realizado fase de readaptación, con un retorno al juego inferior a 6 meses. Se recolectaron datos sociodemográficos, antropométricos y se evaluó la flexibilidad mediante el test Back Saver Sit and Reach, potencia con el Drop Jump, agilidad y velocidad con el Illinois y V-Cut, respectivamente.

Resultados: Hubo diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre los deportistas con antecedente de lesión en rodilla y sin antecedente de esta en variables asociadas a la potencia de miembro inferior como el stiffness muscular y el índice de fuerza reactiva. Los deportistas con antecedente lesivo presentaron menor rendimiento en variables como altura del salto y tiempo de vuelo.

Conclusiones: La potencia se vio afectada en deportistas con antecedente de lesión de rodilla, incluso después de la fase de readaptación y retorno al juego.

Palabras clave: Return to play, lesión rodilla, deporte, prevención.

ABSTRACT

Objective: The objective of the study was to examine possible differences in variables such as power, lower limb flexibility, speed, and agility in university soccer players from Valle del Cauca with and without a history of knee injury.

Materials and methods: Cross-sectional study, 58 university athletes with and without a history of knee injury who had completed a rehabilitation phase, with a return to play in less than 6 months, participated. Sociodemographic and anthropometric data were collected and flexibility was evaluated using the Back Saver Sit and Reach test, power with the Drop Jump, agility and speed with the Illinois and V-Cut, respectively.

Results: There were statistically significant differences ($p < 0.05$) between athletes with and without a history of knee injury in variables associated with lower limb power, such as muscle stiffness and reactive strength index. Athletes with a history of injury had lower performance in variables such as jump height and flight time.

Conclusions: Power was affected in athletes with a history of knee injury, even after the rehabilitation and return to play phase.

Keywords: Return to play, knee injuries, sport, prevention.

INTRODUCCIÓN

Aproximadamente, el 90 % de las lesiones deportivas corresponde a esguinces, distensiones, contusiones, tendinopatías y fracturas (1); el 29,3 % afecta la rodilla (2). La mayoría de estas lesiones ocurre en deportes de alto impacto, como fútbol, voleibol, baloncesto, rugby, entre otros (3), en los que predominan acciones como correr, saltar, desacelerar, frenar y rotar. El aterrizaje después de un salto es el mecanismo lesivo más común para las rupturas del ligamento cruzado anterior (LCA) (4) o ligamento colateral medial (LCM) (2). Estudios epidemiológicos previos estiman que la proporción de lesiones de rodilla en fútbol es del 31%, con 14 % para lesión del LCA (5) y 3 % para el LCM (6).

Por otra parte, la fase de readaptación deportiva consiste en el proceso en el que el deportista, tras una lesión, adquiere capacidades funcionales para el entrenamiento y la competición (7); los déficits funcionales durante esta fase y posterior al Return to *play* (RTP) se han asociado a disminución del rendimiento deportivo, reincidencia de la lesión, temor de relesión e incluso abandono o estancamiento de la carrera deportiva (8,9).

Algunas herramientas para determinar el RTP seguro tras una lesión de rodilla son las pruebas de fuerza y salto (10). Loeza y colaboradores (11) sugieren evaluar la eficiencia en los cambios de dirección, la potencia y agilidad reactiva. Herman y colaboradores (12) reportan que los deportistas que continúan con déficit en la potencia y flexibilidad de miembro inferior posterior al RTP presentan patrones cinéticos y cinemáticos asociados a lesiones de rodilla. Variables como el Índice de Fuerza Reactiva (RSI por sus siglas en inglés) (13) y la elasticidad de la cadena posterior de miembro inferior determinan los patrones de salto y aterrizaje influyendo en el riesgo de lesiones deportivas (14).

Generar estrategias de evaluación específica es un reto para los profesionales que participan en el proceso de rehabilitación de una lesión deportiva con el fin de detectar deficiencias funcionales posterior a la fase de readaptación deportiva, potencializando las cualidades específicas del deporte, y así favorecer el avance investigativo para el RTP seguro (15). El objetivo de este estudio fue examinar las posibles diferencias en variables como potencia, flexibilidad en miembro inferior, velocidad y agilidad en futbolistas masculinos con y sin antecedente de lesión en rodilla.

MATERIALES Y MÉTODOS

Población y tipo de estudio

Estudio descriptivo de corte transversal. La población estuvo compuesta por 58 futbolistas universitarios del Valle del Cauca (Colombia). Se incluyeron jugadores entre 20 y 30 años que consintieran voluntariamente la participación, con experiencia deportiva de mínimo 2 años, con antecedente de lesión de LCA y sin antecedente de esta tratada de forma quirúrgica con técnica Hueso-Tendón-Hueso (HTH) o LCM que habían realizado fase de readaptación deportiva, con un RTP inferior a 6 meses y un tiempo de lesión no mayor a 1 año; se excluyeron los deportistas con lesiones de miembros inferiores al momento de la valoración y que presentaran dolor. Los deportistas se encontraban en fase precompetitiva a un torneo interuniversitario. Para corroborar el tipo de lesión e intervención se solicitó la historia clínica a cada participante. Se realizó un muestreo no probabilístico intencional por criterios y por conveniencia.

Variables y recolección de información

Los investigadores fueron entrenados en las técnicas y métricas para utilizar con el fin de disminuir sesgos de medición. Cada evaluador se encargó de un test en específico. Las valoraciones se llevaron a cabo en el Laboratorio Integral para el Análisis del Movimiento (LIAM) de la Institución Universitaria Escuela Nacional del Deporte, en Cali (Colombia).

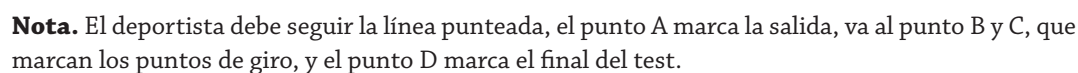
Para la recolección de los datos se destinaron tres fases en el mismo día. La primera inició con el registro de información sociodemográfica a través de entrevista, teniendo en cuenta variables como edad, estrato socioeconómico; el cual se clasificó con base en estudios demográficos para la población colombiana: los estratos bajos son 1 y 2, los medios 3 y 4, y los altos 5 y 6; también se tuvo en cuenta variables como dominancia de miembro inferior y antecedente/ tipo de lesión en rodilla.

En la segunda fase se realizó la toma de medidas antropométricas teniendo en cuenta variables como peso (kilogramos), talla (centímetros) e índice de masa corporal (Kg/m²). Se continuó con la última fase, realizando la valoración de la flexibilidad lumbar y de la cadena posterior de miembro inferior a través del test Back Saver Sit and Reach según el protocolo del manual de pruebas Prudential Fitnessgram (Cooper Institute for Aerobics Research, 1994), en el cual el sujeto se

sitúa en sedestación, con una rodilla extendida y la otra con flexión de cadera y rodilla de 135° y 90°, respectivamente. La planta del pie de la pierna evaluada se coloca perpendicular al suelo y en contacto con el cajón de medición. Durante el movimiento de flexión del tronco, el sujeto podía adoptar una ligera abducción coxofemoral de la pierna no evaluada. La medición se realiza en ambas piernas por separado de forma aleatoria (16).

Se continuó con la valoración de la potencia de miembro inferior con el test Drop Jump (DJ) a través de la aplicación móvil My Jump2®, según el protocolo descrito por Haynes y colaboradores (17). Este protocolo consiste en grabar un salto que se realiza cayendo de un banco de 30 cm de altura con una pierna de manera aleatoria, y al tocar el piso con los dos pies. El deportista debe saltar lo más rápido y alto posible, seleccionando en la aplicación con precisión el despegue y el aterrizaje; en esta prueba se consideraron las siguientes variables: altura del salto (cm), tiempo de vuelo (milisegundos), stiffness muscular (kN/metro) y RSI (m/s)(18). Con el objetivo de reducir la variabilidad en las medidas obtenidas, durante la realización del salto, los sujetos debían mantener las dos manos a nivel de las crestas ilíacas y no modificar esa posición durante toda la maniobra.

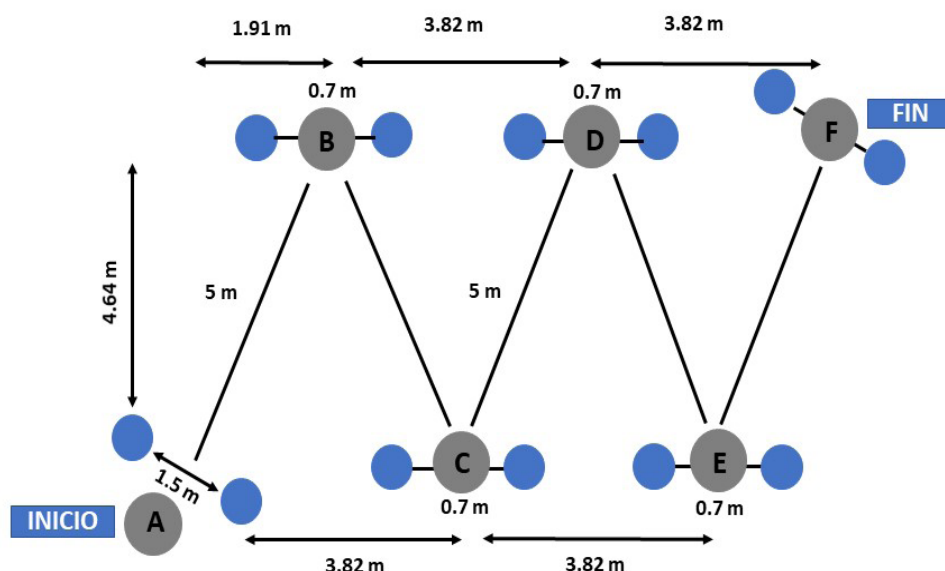
Posteriormente se realizó el Test de Illinois para evaluar la agilidad utilizando la metodología sugerida en otros estudios (19), que consistió en ubicar cuatro conos que forman el área de la prueba (10 metros de largo x 5 de ancho). El cono en el punto A marca la salida; los conos en B y C marcan los puntos de giro; el cono del punto D marca el final del test. Se debe colocar 4 conos en el centro del área de evaluación separados por 3,3 metros. La prueba inicia con el atleta acostado boca abajo con las manos a la altura de los hombros. Ante una orden de “salida”, el atleta comienza el test y el tiempo se inicia cuando se cruza el punto A; correrá por el camino establecido (de izquierda a derecha o de derecha a izquierda); en los puntos de giro B y C debe tocar los conos con la mano y, finalmente, la prueba se completa cuando cruza la línea de llegada (20) (figura 1).



Fuente: elaboración propia.

Figura 1. Representación de agilidad Illinois

Por último, se realizó el test V-Cut para evaluar la velocidad (21), donde debe de realizar cuatro cambios de dirección en forma de V cada 5 metros, iniciando en el punto A, seguido del punto B, C, D, E, finalizando en el punto F, pasando la línea de llegada. Cada vez que se llega a un punto se debe tocar la línea demarcada, sin sobrepasarla ni anticiparse a ella, de lo contrario queda anulado el test, para una distancia total de 25 metros. Cronometrado en el menor tiempo posible. Realizando dos intentos, con un descanso de tres minutos entre cada intento (22) (figura 2).



Nota. El deportista realiza cuatro cambios de dirección sin sobrepasar ni anticiparse a la línea de cada punto.

Fuente: elaboración propia.

Figura 2. Representación esquemática del test V-Cut

Con el fin de disminuir el sesgo de medición en los test Illinois y V-cut, las maniobras fueron grabadas y posteriormente analizadas con el programa Kinovea® versión 0.94 para calcular el tiempo exacto de salida y llegada de cada prueba.

Análisis estadístico

Los datos fueron analizados usando el paquete estadístico SPSS versión 25.0 (Inc. Chicago, Illinois). En el análisis univariado de los resultados, las variables categóricas fueron presentadas en forma de frecuencias absolutas y relativas. Para las variables numéricas se realizó la prueba de normalidad de Kolmogorov Smirnov teniendo en cuenta el tamaño de la muestra. Los datos con distribución paramétrica se presentaron en media $\pm$ desviación estándar y los datos con distribución no paramétrica se presentaron en mediana y rango intercuartílico (RIC).

Para explorar las diferencias entre deportistas con antecedente de lesión en rodilla y sin antecedente de esta en variables como el tiempo en el test V-Cut, se empleó la prueba Wilcoxon-Mann-Whitney según la distribución no paramétrica de los datos. Para variables con distribución

paramétrica, como altura del salto, tiempo de vuelo, stiffness muscular, índice de fuerza reactiva, tiempo en el test Illinois y los alcances del Back Saver Sit and Reach, se empleó la prueba de t Student, fijándose un intervalo de confianza de 95 %. Para estimar la relación de la clasificación en el test Illinois entre deportistas con antecedente de lesión y sin antecedente de esta, se llevó a cabo el estadístico de χ^2 o la prueba exacta de Fisher cuando más del 20 % de las frecuencias esperadas fueron menores que 5.

Se realizó un análisis de potencia estadística a priori ($\alpha = 0,05$, $1 - \beta = 0,80$) utilizando datos del estudio de Bookbinder et al. (23) con el programa G*Power (versión 3.1.9.7 Kiel University, Germany), y se estimó que sería necesario un tamaño de muestra de 58 participantes para determinar diferencias significativas entre los grupos en función de un tamaño del efecto moderado (d de Cohen 0,75) con contraste bilateral. La significancia estadística se expresó mediante el valor $p < 0.05$.

Consideraciones éticas

El estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la Institución Universitaria Escuela Nacional del Deporte, de la ciudad de Cali, en acta con código 17.606. Además, este estudio se rigió bajo los aspectos éticos establecidos en la Resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud y Protección Social y la Declaración de Helsinki.

RESULTADOS

El promedio de edad de la población fue de $22,6 \pm 2,3$ años. Más de la mitad de los deportistas eran de estratos socioeconómicos bajos (1 y 2), con una media de IMC de $29,9 \pm 2,9$ kg/m². Hubo mayor participación de deportistas sin antecedente de lesión, y el 77,8 % del total presenta dominancia de miembro inferior derecho. Los datos se resumen en la tabla 1.

Tabla 1. Características demográficas, clínicas, deportivas y antropométricas de la población de futbolistas masculinos

Variables	N=58	%
Estrato socioeconómico		
Bajos (1 y 2)	32	55,6
Medios (3 y 4)	23	38,9
Altos (5 y 6)	3	5,6
Antecedente/ tipo de lesión en rodilla		
Sin lesión	38	66,6
Ruptura LCA	10	16,7
Ruptura de LCM	10	16,7
Dominancia		
Derecha	45	77,8
Izquierda	13	22,2
Peso (kg)*	68,9±10,4	
Talla (cm)*	166±10	
IMC (kg / m ²) *	24,9±2,9	
Edad (años)	22,6±2,3	

Nota. *Variable expresada con media ± desviación estándar; aReturn to play menor a 6 meses; LCA = ligamento cruzado anterior; LCM=ligamento colateral medial.

Fuente: elaboración propia.

Hubo diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre los deportistas con antecedente de lesión en rodilla y sin antecedente de esta en variables asociadas a la potencia de miembro inferior como el stiffness muscular ($p = 0,050$) y el índice de fuerza reactiva ($p = 0,019$). Los deportistas con antecedente lesivo presentaron menor rendimiento en variables como altura del salto y tiempo de vuelo. Los datos se resumen en la tabla 2.

Tabla 2. Comparación de variables funcionales entre futbolistas y rugbiers con y sin antecedente de lesión en rodilla

Variable	Con antecedente de lesión en rodilla (N = 20)		Sin antecedente de lesión en rodilla (N = 38)		Est	p
	N	%	N	%		
Clasificación test Illinois					Fisher 0.677	1,00
Superior al promedio	0	0	3	8,3		
Promedio	13	66,7	22	58,3		
Inferior al promedio	7	33,3	13	33,3		
Drop Jump (DJ)*						
Altura del salto (cm)	30.1±10.6		34.4±9.0		T 0.897	0.383
Tiempo de vuelo (milisegundos)	489.4±85.9		525.4±71.4		T 0.944	0.359
Stiffness muscular (kN/metro)	5.9±3.0		11,2±5,7		T 2.117	0.050+
Índice de fuerza Reactiva (m/s RSI)	1.1±0.3		1,8±0.6		T 2.616	0.019+
Back Saver Sit And Reach*						
Alcance extremidad derecha	28,3±8,1		27,2±7,9		T -0,272	0,887
Alcance extremidad izquierda	27,8±7,2		27,8±7		T 0,000	0,979
Tiempo test Illinois*	17,9±1,2		17,8±1,3		T -0,149	0,738
Tiempo test V-Cut**	7,5(7,2-7,9)		7,6(6,9-8)		Wx 35,555	0,964

Nota. **Variable expresada con mediana (RIC=Q1-Q3). *Variable expresada con media (desviación estándar); Wx = prueba de Wilcoxon-Mann-Whitney. T = prueba de t Student; +Diferencias estadísticamente significativas.

Fuente: elaboración propia.

DISCUSIÓN

El objetivo del estudio fue examinar las posibles diferencias en variables como potencia, flexibilidad en miembro inferior, velocidad y agilidad en futbolistas masculinos con antecedente de lesión

en rodilla y sin antecedente de esta. El hallazgo más importante del estudio fue que hubo diferencias estadísticamente significativas en variables asociadas a la potencia de miembro inferior con mayor rendimiento en los deportistas sin antecedente de lesión en rodilla. Esto concuerda con el estudio de Setuain y colaboradores (24), en el que se observó mayor rendimiento en el salto de los deportistas sin antecedente lesivo del LCA.

Estos resultados sostienen la hipótesis del estudio, basada en la persistencia de déficits funcionales en los deportistas previamente lesionados de rodilla. Estos déficits deberían ser identificados y controlados con el objetivo de garantizar un óptimo RTP y evitando recaída de la lesión (25). Estudios previos reportan déficits funcionales en deportistas tras lesiones de rodilla (26-28). Sin embargo, este es el primer estudio en identificar déficits en algunas variables funcionales en deportistas universitarios de fútbol con antecedente de lesión en LCA o LCM y sin antecedente de está utilizando test validados y de bajo coste.

El desempeño similar entre los grupos en variables relacionadas con la agilidad y velocidad es atribuible a mecanismos compensatorios y adaptaciones neuromusculares (29) en tareas funcionales que involucran gestos de mayor complejidad. Al respecto, Myer y colaboradores (30) reportan déficit en el desempeño del salto vertical en atletas con reconstrucción de LCA y rendimiento similar en actividades con cambio de dirección comparado con controles. Sugieren emplear pruebas de salto (preferiblemente aislando la extremidad lesionada) para identificar los déficits en el rendimiento.

Por otra parte, la flexibilidad es una capacidad física que podría variar según diversos factores como el perfil genético, la edad y el nivel competitivo (31); esto pudo influir en los resultados de este estudio. Futuras investigaciones con temporalidad prospectiva podrían determinar los cambios en la flexibilidad atribuyendo causalidad a la lesión. Además, en el test Back Saver Sit and Reach puede influir la longitud de los miembros superiores, dado que extremidades más largas permitirían mayores alcances no atribuibles a la flexibilidad de la cadena posterior de miembro inferior.

La naturaleza multifactorial del mecanismo lesivo y la alteración de la función tras la lesión de rodilla podría explicar el déficit funcional en variables asociadas a la potencia de miembro inferior en los deportistas con antecedente lesivo. En ese sentido, el criterio de vuelta al deporte tras la

lesión de LCA o LCM debería recoger todas las consideraciones biomecánicas, de fuerza y control neuromuscular, que el proceso de readaptación debe restaurar antes de la vuelta a la competición del deportista lesionado. Al respecto Barber y colaboradores (32) reportan en una revisión sistemática que pocas publicaciones (13 %) incluían algún tipo de cuantificación objetiva de alguna variable relativa a la fuerza o al rendimiento funcional. También resaltan la falta de consenso acerca del criterio más apropiado que el atleta lesionado debiera seguir y superar para una vuelta a la competición segura.

Los resultados de esta investigación sugieren que variables obtenidas mediante una app móvil pueden tener potencial de acción clínico para detectar déficits funcionales en futbolistas con antecedente de lesión en rodilla tras el RTP. Se requiere más investigación para intentar esclarecer la existencia de una correlación entre las variables biomecánicas, físicas y neuromusculares actantes durante el proceso recuperador de la lesión de rodilla.

Este estudio presentó algunas limitaciones; por ejemplo, el hecho de no controlar el proceso de rehabilitación de los deportistas debido a las características del diseño de estudio. También, que las pruebas de salto se realizaron en posición bipodal sin aislar la extremidad lesionada. Futuras investigaciones prospectivas podrían determinar unipodalmente los cambios en las variables estudiadas tras la lesión de rodilla y el RTP. Además, el tiempo transcurrido desde la lesión y la complejidad de la misma pudo influir en los resultados.

En conclusión, los futbolistas con antecedente de lesión en rodilla presentaron déficits funcionales en variables de salto asociadas a la potencia de miembro inferior tras el RTP. Por último, es importante destacar la necesidad de realizar posteriores trabajos de investigación con el objetivo de desarrollar algoritmos de readaptación deportiva para lesiones de rodilla que guíen de manera objetiva el proceso con criterios específicos de RTP que incluyan test de salto funcionales.

Financiación: Los autores declaran que este proyecto fue financiado por la Institución Universitaria Escuela Nacional del Deporte.

Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

REFERENCIAS

1. Vereijken A, Aerts I, Jetten J, Tassignon B, Verschueren J, Meeusen R, et al. Association between Functional Performance and Return to Performance in High-Impact Sports after Lower Extremity Injury: A Systematic Review. *J Sports Sci Med*. 2020;19:564.
2. Goes RA, Cossich VRA, França BR, Campos AS, Souza GGA, Bastos R do C, et al. Return to play after anterior cruciate ligament reconstruction. *Rev Bras Med Esporte*. 2020;26:478-86. https://doi.org/10.1590/1517-8692202026062019_0056.
3. Mack CD, Kent RW, Coughlin MJ, Shiue KY, Weiss LJ, Jastifer JR, et al. Incidence of Lower Extremity Injury in the National Football League: 2015 to 2018. *Am J Sports Med*. 2020;48:2287-94. <https://doi.org/10.1177/0363546520922547>.
4. van Beijsterveldt AMC (Anne-M, Stubbe JH, Schmikli SL, van de Port IGL, Backx FJG. Differences in injury risk and characteristics between Dutch amateur and professional soccer players. *J Sci Med Sport*. 2015;18:145-9. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2014.02.004>.
5. Tondelli E, Boerio C, Andreu M, Antinori S. Impact, incidence and prevalence of musculoskeletal injuries in senior amateur male rugby: epidemiological study. *Phys Sportsmed*. 2022;50:269-75. <https://doi.org/10.1080/00913847.2021.1924045>.
6. Silvers-Granelli HJ, Bizzini M, Arundale A, Mandelbaum BR, Snyder-Mackler L. Does the FIFA 11+ Injury Prevention Program Reduce the Incidence of ACL Injury in Male Soccer Players? *Clin Orthop*. 2017;475:2447-55. <https://doi.org/10.1007/s11999-017-5342-5>.
7. Ardern CL, Glasgow P, Schneiders A, Witvrouw E, Clarsen B, Cools A, et al. 2016 Consensus statement on return to sport from the First World Congress in Sports Physical Therapy, Bern. *Br J Sports Med*. 2016;50:853-64. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096278>.
8. Paterno MV, Ford KR, Myer GD, Heyl R, Hewett TE. Limb Asymmetries in Landing and Jumping 2 Years Following Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Clin J Sport Med*. 2007;17:258-62. <https://doi.org/10.1097/JSM.0b013e31804c77ea>.
9. Myer GD, Paterno MV, Ford KR, Quatman CE, Hewett TE. Rehabilitation After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Criteria-Based Progression Through the Return-to-Sport Phase. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2006;36:385-402. <https://doi.org/10.2519/jospt.2006.2222>.

10. Webster KE, Feller JA. A research update on the state of play for return to sport after anterior cruciate ligament reconstruction. *J Orthop Traumatol*. 2019;20:10. <https://doi.org/10.1186/s10195-018-0516-9>.
11. Loeza-Magaña P, Quezada-González HR, Arias-Vázquez PI. Return to Sport, integrating the process from conventional rehabilitation up to reconditioning: a narrative review. *Arch Med Deporte*. 2021;38:253-60. <https://doi.org/10.18176/archmeddeporte.00049>.
12. Herman DC, Barth JT. Drop-Jump Landing Varies with Baseline Neurocognition: Implications for Anterior Cruciate Ligament Injury Risk and Prevention. *Am J Sports Med*. 2016;44:2347-53. <https://doi.org/10.1177/0363546516657338>.
13. Kipp K, Kiely MT, Giordanelli MD, Malloy PJ, Geiser CF. Biomechanical Determinants of the Reactive Strength Index During Drop Jumps. *Int J Sports Physiol Perform*. 2018;13:44-9. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2017-0021>.
14. Wu S-Y, Tsai Y-H, Wang Y-T, Chang W-D, Lee C-L, Kuo C-EA, et al. Acute Effects of Tissue Flossing Coupled with Functional Movements on Knee Range of Motion, Static Balance, in Single-Leg Hop Distance, and Landing Stabilization Performance in Female College Students. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19:1427. <https://doi.org/10.3390/ijerph19031427>.
15. Ardern CL, Bizzini M, Bahr R. It is time for consensus on return to play after injury: five key questions. *Br J Sports Med*. 2016;50:506-8. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095475>.
16. Hui S, Yuen P. Validity of the modified back-saver sit-and-reach test: a comparison with other protocols. *Med Sci Sports Exerc*. 2000;32. <https://doi.org/10.1097/00005768-200009000-00021>.
17. Haynes T, Bishop C, Antrobus M, Brazier J. The validity and reliability of the My Jump 2 app for measuring the reactive strength index and drop jump performance. *J Sports Med Phys Fitness* 2019;59. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.18.08195-1>.
18. Yingling VR, Castro DA, Duong JT, Malpartida FJ, Usher JR, O J. The reliability of vertical jump tests between the Vertec and *My Jump* phone application. *Peer J*. 2018;6:e4669. <https://doi.org/10.7717/peerj.4669>.
19. Stewart PF, Turner AN, Miller SC. Reliability, factorial validity, and interrelationships of five commonly used change of direction speed tests: Reliability of field-based CODS tests. *Scand J Med Sci Sports*. 2014;24:500-6. <https://doi.org/10.1111/sms.12019>.

20. Negra Y, Chaabene H, Amara S, Jaric S, Hammami M, Hachana Y. Evaluation of the Illinois Change of Direction Test in Youth Elite Soccer Players of Different Age. *J Hum Kinet.* 2017;58:215-24. <https://doi.org/10.1515/hukin-2017-0079>.
21. Gonzalo-Skok O, Tous-Fajardo J, Suarez-Arrones L, Arjol-Serrano JL, Casajús JA, Mendez-Villanueva A. Validity of the V-cut Test for Young Basketball Players. *Int J Sports Med.* 2015;94:893-9. <https://doi.org/10.1055/s-0035-1554635>.
22. Baena-Raya A, García-Ortega D, Sánchez-López S, Soriano-Maldonado A, Reyes PJ-, Rodríguez-Pérez MA. The Influence of Sprint Mechanical Properties on Change of Direction in Female Futsal Players. *J Hum Kinet.* 2021;79:221-8. <https://doi.org/10.2478/hukin-2021-0075>.
23. Bookbinder H, Slater LV, Simpson A, Hertel J, Hart JM. Single-Leg Jump Performance Before and After Exercise in Healthy and Anterior Cruciate Ligament Reconstructed Individuals. *J Sport Rehabil.* 2019;29:879-85. <https://doi.org/10.1123/jsr.2019-0159>.
24. Setuain Chourraut I. Diferencias en el rendimiento en el salto entre jugadores de balomneno de élite con o sin reconstrucción previa del ligamento cruzado anterior de la rodilla (LCA). Trabajo fin de Máster/Master Amaierako Lana. Universidad Pública de Navarra.. 2012.
25. Alentorn-Geli E, Myer GD, Silvers HJ, Samitier G, Romero D, Lázaro-Haro C, et al. Prevention of non-contact anterior cruciate ligament injuries in soccer players. Part 1: Mechanisms of injury and underlying risk factors. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2009;17:705-29. <https://doi.org/10.1007/s00167-009-0813-1>.
26. Ageberg E, Fridén T. Normalized motor function but impaired sensory function after unilateral non-reconstructed ACL injury: patients compared with uninjured controls. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2008;16:449-56. <https://doi.org/10.1007/s00167-008-0499-9>.
27. Gokeler A, Hof AL, Arnold MP, Dijkstra PU, Postema K, Otten E. Abnormal landing strategies after ACL reconstruction. *Scand J Med Sci Sports.* 2010;20:e12-9. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2008.00873.x>.
28. Mohammadi F, Salavati M, Akhbari B, Mazaheri M, Khorrami M, Negahban H. Static and dynamic postural control in competitive athletes after anterior cruciate ligament reconstruction and controls. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2012;20:1603-10. <https://doi.org/10.1007/s00167-011-1806-4>.

29. Paterno MV, Schmitt LC, Ford KR, Rauh MJ, Myer GD, Hewett TE. Effects of Sex on Compensatory Landing Strategies Upon Return to Sport After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2011;41:542-621. <https://doi.org/10.2519/jospt.2011.3591>.
30. Myer GD, Schmitt LC, Brent JL, Ford KR, Barber Foss KD, Scherer BJ, et al. Utilization of Modified NFL Combine Testing to Identify Functional Deficits in Athletes Following ACL Reconstruction. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2011;41:377-87. <https://doi.org/10.2519/jospt.2011.3547>.
31. Portilla-Dorado E, Villaquirán-Hurtado A, Molano-Tobar N. Potencia del salto en jugadores de fútbol sala después de la utilización del rodillo de espuma y la facilitación neuromuscular propioceptiva en la musculatura isquiosural. *Rev Acad Colomb Cienc Exactas Físicas Nat.* 2019;43:165. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.846>.
32. Barber-Westin SD, Noyes FR. Objective Criteria for Return to Athletics After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction and Subsequent Reinjury Rates: A Systematic Review. *Phys Sportsmed.* 2011;39:100-10. <https://doi.org/10.3810/psm.2011.09.1926>.