

Rendimiento de Futbolistas Sometidos a Reconstrucción del Ligamento Cruzado Anterior con Técnica Hueso Tendón Hueso

Mauricio Ángel Bejarano,¹ Mario Figueroa,¹ Reinaldo Carvajal,² Wilfredo Agredo³

¹Cirugía Articular Hombro y Rodilla. Universidad Javeriana, Centro Médico Imbanaco, Cali-Colombia ²Centro Médico Imbanaco, Cali-Colombia ³Universidad Autónoma, Cali-Colombia

RESUMEN

Objetivo: Evaluar el rendimiento en términos de fuerza, confianza, potencia y estabilidad en futbolistas sometidos a reconstrucción del ligamento cruzado anterior (LCA) con técnica hueso tendón hueso (HTH) y en comparación de futbolistas sanos.

Material y métodos: Estudio analítico de cohortes de futbolistas de alto rendimiento con lesión de LCA intervenidos con técnica HTH entre los años 2006 al 2013, y el grupo control estuvo conformado por futbolistas de alto rendimiento sin lesión del LCA. Se incluyeron nueve deportistas en cada grupo, y los mismos fueron sometidos a seis pruebas de salto en una única sesión que abarcó saltos horizontales y verticales monopodales, salto en caída más doble salto, salto al cuadrado y salto lateral.

Resultados: No se encontraron diferencias en el rendimiento entre los futbolistas operados y no operados. Pero si se encontraron en el salto vertical entre la rodilla operada y no operada de los deportistas con lesión de LCA (No operada: $25,7 \pm 3,6$, Operada: $23,4 \pm 3,9$, $p=0,041$).

Conclusión: Los futbolistas de alto rendimiento con lesión de LCA sometidos a reconstrucción del LCA con técnica HTH, después de un promedio de 40 meses de recuperación, mostraron resultados de rendimiento similar a los futbolistas sanos de alto rendimiento sin lesión de LCA.

Nivel de Evidencia: IV

Palabras Claves: Ligamento Cruzado Anterior; Reconstrucción del Ligamento Cruzado Anterior; Pruebas Funcionales; Jugadores de Fútbol; Hueso-Tendón Patelar-Hueso

ABSTRACT

Purpose: Evaluate soccer player's performance in terms of strength, power, confidence and stability that were subjected to reconstruction of anterior cruciate ligament (ACL) with bone-tendon-bone technique compared to healthy soccer players.

Methods: Analytical cohort study of high performance soccer players with LCA injuries treated with the HTH technique between the years 2006 to 2013, the study control group was made up of high performance soccer players without LCA injury. In each group, nine athletes were included and all of them were put through a six trial jump in one session which included horizontal, vertical jumps, freefall jump plus a double jump, squared jump and lateral jump.

Results: There were no differences in high performance between the surgically intervened soccer players and the non-surgically intervened players. There were differences found in the vertical jump performance between the operated knee and the not operated in players with LCA injuries.

Conclusion: High performance soccer players with LCA injury submitted to a LCA reconstruction with HTH technique after a 40 month average of recuperation, showed similar performance results in comparison with healthy high performance soccer players without LCA injury.

Level of Evidence: IV

Keywords: Anterior Cruciate Ligament; Anterior Cruciate Ligament Reconstruction; Functional Tests; Soccer Players; Bone-Patellar Tendon-Bone Grafts

INTRODUCCIÓN

La ruptura del LCA es una lesión frecuente y produce incapacidad en adultos jóvenes y deportistas. La incidencia de una lesión de LCA en futbolistas se estima entre 0.07 a 1.08 por 1000 horas de juego, y se ha descrito que las mujeres tienen 2 a 3 veces más probabilidad de sufrir una lesión de LCA.¹ Recientemente, se ha estimado que aproximadamente entre 60-80% de los atletas regresan al mismo nivel deportivo después del procedimiento quirúrgico.²

Se ha demostrado que la articulación de la rodilla sufre un deterioro biomecánico, en términos de cinemática, des-

pues de una lesión del LCA.^{3,4} Aunque las técnicas de reconstrucción tienen como objetivo restaurar la estabilidad funcional de la rodilla, en algunos casos no es posible restablecer plenamente estas adaptaciones.⁵ La técnica hueso tendón hueso (HTH) es un tipo de reconstrucción del LCA que ha demostrado tener resultados consistentes en relación a la estabilidad funcional y al retorno de actividades deportivas de alta intensidad.⁵ En deportistas de alto rendimiento, como los jugadores profesionales de fútbol, la habilidad para continuar sus actividades deportivas después de una lesión del LCA representa uno de los principales resultados clínicos de la reconstrucción debido al alto riesgo de ruptura.^{2,6,7} Las pruebas de salto en una sola pierna han sido utilizadas habitualmente para evaluar el rendimiento funcional después de una lesión del LCA o posterior a su reconstrucción.^{4,7-14}

Mario Figueroa

mfigueroa@imbanaco.com.co

Recibido: 23 de septiembre de 2016. **Aceptado:** 15 de febrero de 2017.

Conflicto de interés: Los autores declaran que no existen conflictos de interés

El objetivo de este estudio fue evaluar el rendimiento en términos de fuerza, confianza, potencia y estabilidad de futbolistas sometidos a reconstrucción del LCA con técnica HTH en comparación con futbolistas sanos.

MATERIAL Y MÉTODO

Estudio analítico de cohortes de futbolistas de alto rendimiento con lesión de LCA intervenidos con técnica HTH entre los años 2006 al 2013, y el grupo control estuvo conformado por futbolistas de alto rendimiento sin lesión del LCA. No se incluyeron deportistas con historia de lesión en ambas rodillas. La reconstrucción fue realizada por el mismo cirujano ortopedista siguiendo un protocolo estandarizado de rehabilitación. En ambos grupos se realizaron las seis pruebas de salto en una sola sesión considerando una diferencia mínima de 16 cm en salto horizontal monopodal, con un nivel de confianza y poder del 95%. El tamaño de muestra estimado fue de 8 futbolistas en cada grupo y la selección de la misma fue realizada con un muestreo aleatorio simple del listado de jugadores de un mismo club deportivo. Este estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la Institución y todos los participantes firmaron el consentimiento informado del estudio.

Descripción de las pruebas

Cada jugador fue sometido a seis pruebas de salto y el orden de ejecución fue aleatorio en ambas extremidades en los futbolistas operados. En el grupo sin lesión del LCA, la extremidad de estudio fue elegida al azar. Todas las pruebas fueron supervisadas por dos investigadores del estudio y se alentó verbalmente a todos los futbolistas durante cada uno de los saltos y todos usaron zapatos tipo tenis durante las mismas. Antes de comenzar dichas pruebas, los futbolistas completaron una sesión de calentamiento consistente en 5 minutos de bicicleta estática, dos series de 10 sentadillas y una serie de saltos libres. Las seis pruebas utilizadas son una serie de saltos comúnmente descriptos en la literatura.^{4,7,9,10,15} Entre cada una de las pruebas se le dio un mínimo de tres minutos de descanso.

La prueba de salto horizontal monopodal fue utilizada para evaluar la fuerza y la confianza en la pierna lesionada. Esta se realizó de pie sobre una pierna con las manos libres en la espalda pidiéndoles que saltaran lo más adelante posible y, dicha distancia saltada se midió en cm. Tres ensayos se realizaron tanto en el miembro inferior operado y el no operado en los deportistas con lesión del LCA, tomándose el valor más alto de cada extremidad evaluada. El índice de salto se calculó como la relación de la distancia media saltada entre la extremidad operada sobre la no operada. Un índice de puntuación de 0.90 o superior se considera normal para esta prueba.

La prueba de salto vertical monopodal se realizó para valorar la potencia en la extremidad y esta misma, se realizó de pie sobre una pierna con las manos libres en la espalda pidiéndole al paciente un salto vertical lo más alto posible en la misma pierna. Esta prueba se realizó en una plataforma computarizada especial y se tomó el valor más alto de cada extremidad evaluada y el índice de salto se calculó similar al índice de salto horizontal.

La prueba salto de caída seguido por doble salto de distancia evaluó la potencia de la extremidad. Se realizó con el jugador de pie sobre una pierna en una caja de 30 cm de altura con las manos en la espalda. A 45 cm de la caja se estableció una marca en el suelo para definir la línea de partida, después el jugador saltó en una pierna, sin cruzar o tocar la línea de partida, posteriormente se realizaron dos saltos máximos en la misma pierna. En total, se realizaron tres saltos con cada extremidad y se tomó el valor más alto. El índice de salto se calculó como la relación de la distancia media saltada entre la extremidad operada sobre la no operada.

La prueba denominada salto al cuadrado, permitió valorar la confianza y la estabilidad de la rodilla. Se realizó de pie sobre una pierna con las manos detrás de la espalda, delimitándose un cuadrado con cinta en el piso de 40cm x 40cm con un marco de 10 cm, y pidiéndoles a los futbolistas que saltaran dentro y fuera del cuadrado tantas veces como les fue posible sin tocar el marco durante 30 segundos. Para la pierna derecha los futbolistas saltaron en el cuadrado siguiendo las manecillas del reloj y para la izquierda en el sentido contrario. Tocar la cinta del marco se reportó como un error, y si más del 25% de los saltos eran errores, se debería realizar nuevamente esta prueba después de un descanso de 30 segundos.

La prueba de salto lateral permitió evaluar la estabilidad de la extremidad en estudio. Esta prueba se realizó de pie sobre una pierna con las manos en la espalda, pidiéndole al futbolista saltos de lado a lado entre dos bandas paralelas de cinta separadas 40 cm tantas veces como le fuera posible, sin tocar las cintas durante 30 segundos. Tocar la cinta se reportó como un error y si más del 25% de los saltos eran errores, se debía realizar nuevamente esta prueba después de un descanso de 30 segundos. La última prueba se realizó con un análisis cinemático tibio-femoral en tres dimensiones para evaluar la estabilidad de la rodilla. El futbolista saltó desde una plataforma de 40 centímetros de altura hacia el suelo con los dos pies, y tras aterrizar en el piso, realizó una rotación externa de 90° y, mientras giraba la pierna contralateral osciló alrededor del cuerpo y el tronco se orientó perpendicularmente a la plataforma. Se realizó y se evaluó tanto la extremidad operada como la no operada en los futbolistas operados, y una extremidad al azar en los no operados.

Se utilizó el programa Muscledab (Ergotest, Noruega) para las pruebas de salto, con un sensor infrarrojo. Para el análisis de salto 3D tibio femoral se utilizaron 9 cámaras de marca Basler (Basler AG, Alemania) con el programa de captura 3d Maxpro® y, el procesamiento visual de las imágenes 3D se realizó con el programa C-motion (C-motion Inc, Estados Unidos).

Análisis Estadístico

La descripción de las variables del estudio se realizó con base en las medidas de tendencia central y dispersión: media, desviación estándar, rango mediana y rango intercuartílico.

Para la comparación de las medias entre los grupos se utilizó el análisis de varianza con medidas repetidas. Se estableció a priori un nivel de significancia estadística del 0.05. Los análisis fueron realizados en el programa IBM SPSS versión 20.0.

RESULTADOS

Se incluyeron nueve deportistas en cada grupo de estudio. Los grupos evaluados fueron comparables por edad, peso y talla (Tabla I). No se encontraron diferencias significativas entre ellos ($p > 0,05$). La media del tiempo entre la cirugía de reconstrucción de LCA y la realización de las pruebas fue 40,2 meses, con un rango de 9 a 82 meses.

Al comparar el rendimiento de la rodilla operada con

una rodilla escogida al azar de los jugadores no operados (Tabla II), no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los dos grupos en ninguno de los seis saltos ($p > 0,05$).

Se realizó un conjunto de pruebas al grupo de jugadores operados para comparar el rendimiento de la rodilla operada con la rodilla no operada (Tabla III), con resultados similares en las medias de las rodillas en cinco saltos ($p > 0,05$). Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el salto vertical monopodal ($p: 0,041$) entre la rodilla operada (23,4 cms) y la rodilla no operada (25,7 cms).

Para evitar que los resultados estuvieran influenciados por la dominancia de la extremidad evaluada, se comparó solo las rodillas operadas cuya extremidad fuera la dominante (siete rodillas) en comparación de la extremidad dominante de jugadores no operados. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en ninguno de los saltos entre los dos grupos (Tabla IV).

Por último, se evaluó la rodilla no operada en el grupo de futbolistas operados con la rodilla del grupo control encontrando resultados similares en todos los saltos en ambos grupos ($p > 0,05$) (Tabla V).

DISCUSIÓN

Los hallazgos de este estudio sugieren que no existen diferencias en el rendimiento de futbolistas sometidos a reconstrucción de LCA en comparación con futbolistas de alto rendimiento sin lesión. Los saltos en una sola pierna son comúnmente utilizados para estudiar la función de las rodillas en pacientes con lesión del LCA y están diseñados para dar un reflejo de la actividad física de alto nivel.^{4,7-14}

En el presente estudio se analizaron seis tipos de saltos distintos para estudiar el rendimiento de la rodilla en términos de potencia, confianza, resistencia y estabilidad. La potencia definida como trabajo por tiempo (fuerza por distancia), confianza como la posibilidad coordinativa de realizar un mejor movimiento, resistencia como la posibilidad de realizar un esfuerzo en estado de fatiga y estabilidad como la capacidad de mantener el equilibrio tibio femoral. Los diferentes tipos de saltos utilizados en este estudio permiten evaluar alteraciones en el rendimiento, y han sido ampliamente evaluadas en la literatura lo que permite aumentar la sensibilidad del presente estudio. Es fundamental realizar pruebas de salto en deportistas sometidos a reconstrucción de LCA en estado de fatiga.¹³

En este estudio no se encontraron diferencias significativas, entre la rodilla operada y la extremidad contralateral en futbolistas de alto rendimiento intervenidos con reconstrucción del LCA, en la mayoría de las pruebas. Sólo se encontraron diferencias en el salto vertical entre la rodilla operada y no operada sin embargo, estas diferencias no

TABLA I. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS GRUPOS EVALUADOS

Características	Grupo		p
	Operados (N=9)	No Operados (N=9)	
EDAD (años)			
Media ± DS	22,4 ± 4,2	21,1 ± 4,0	0,502
Rango	17 – 29	16 – 29	
PESO (Kg)			
Media ± DS	77,1 ± 5,4	74,8 ± 4,7	0,344
Rango	68 – 85	64 – 81	
TALLA (cm)			
Media ± DS	178,8 ± 6,5	176,8 ± 5,2	0,483
Rango	167 – 184	165 – 182	
TIEMPO (meses) post cirugía			
Media ± DS	40,2 ± 24,8	-	-
Rango	9 – 82		

TABLA II. EVALUACIÓN ENTRE RODILLA OPERADA CON RODILLA DE NO OPERADOS

Pruebas rodilla operada / rodilla no operados	Rodilla		p
	De no operados (N=9)	Operada (N=9)	
Salto horizontal monopodal rodilla no operada (cm)			0,064
Media ± DS	185,4 ± 13,9	174,3 ± 15,4	
Rango	160 – 206	148 – 200	
Salto Vertical monopodal rodilla no operada (cm)			0,367
Media ± D. estándar	24,0 ± 4,5	23,4 ± 3,9	
Rango	17 – 32	15 – 29	
Salto caída más doble salto distancia rodilla no operada (cm)			0,16
Media ± DS	374,3 ± 30,7	359,1 ± 32,3	
Rango	307 – 418	303 – 412	
Salto al cuadrado rodilla no operada (cm)			0,188
Media ± DS	71,9 ± 9,9	76,7 ± 12,3	
Rango	61 – 87	62 – 102	
Salto Lateral rodilla no operada (cm)			0,317
Media ± DS	77,3 ± 9,2	79,2 ± 7,2	
Rango	63 – 88	70 – 94	
Análisis Tibio Femoral rodilla no operada (grados)			0,298
Media ± DS	16,7 ± 2,2	15,9 ± 3,7	
Rango	12 – 20	12 – 23	

fueron relevantes en comparación de rodillas de futbolistas sin lesión del LCA. Estos hallazgos son contrario a lo reportado por Laudner et al., quien encontró diferencias en la prueba de salto vertical y menos fuerza en atletas de diferentes deportes, intervenidos con reconstrucción de LCA en comparación de deportistas sanos a los 6 meses postquirúrgicos.⁸

TABLA III. EVALUACIÓN DE RODILLAS EN EL GRUPO OPERADO

Pruebas en jugadores operados	Rodilla		p
	No Operada (N=9)	Operada (N=9)	
Salto Horizontal monopodal rodilla no operada (cm)			0,051
Media ± DS	183,7 ± 14,2	174,3 ± 15,4	
Rango	166 – 204	148 – 200	
Salto Vertical monopodal rodilla no operada (cm)			0,041*
Media ± DS	25,7 ± 3,6	23,4 ± 3,9	
Rango	21,1 – 34,0	15,4 – 27,1	
Salto caída más doble salto distancia rodilla no operada (cm)			0,413
Media ± DS	367,4 ± 41,4	359,1 ± 32,3	
Rango	298 – 419	303 – 412	
Salto al cuadrado rodilla no operada (cm)			0,217
Media ± DS	72,6 ± 13,3	76,7 ± 12,3	
Rango	53 – 89	62 – 102	
Salto Lateral rodilla no operada (cm)			0,636
Media ± DS	78,3 ± 8,1	79,2 ± 7,2	
Rango	65 – 90	70 – 94	
Análisis Tibio Femoral rodilla no operada (grados)			0,886
Media ± DS	15,7 ± 2,9	15,9 ± 3,7	
Rango	11 – 20	12 – 23	

(*) Diferencias estadísticamente significantes

Durante los dos saltos de resistencia y confianza, los futbolistas realizaron la mayor cantidad de saltos posibles durante 30 segundos, estas pruebas demandan estabilidad de la rodilla mientras se produce fatiga muscular. La prueba de salto lateral utilizada por Itoh,⁴ fue modificada por Gustavsson et al.,¹⁶ aumentando la duración de la prueba de 2 a 30 segundos e incrementando la distancia que los futbolistas debían saltar de 30 a 40 cm.

Respecto al salto al cuadrado, el cual fue empleado por Ostenberg et al.¹⁷ y luego modificado por Gustavsson et al.¹⁶ con el objetivo de forzar la realización de saltos más

TABLA IV. RESULTADOS ENTRE GRUPOS Y DOMINANCIA

Pruebas grupo / dominancia	Grupo		Grupo
	Operados (N=7)	No Operados (N=7)	
Salto Horizontal monopodal (cm)			
Media ± DS	171,1 ± 13,9	187,0 ± 15,5	0,067
Rango	148 – 194	160 – 206	
Salto Vertical monopodal (cm)			
Media ± DS	22,5 ± 4,0	24,9 ± 4,3	0,316
Rango	15,4 – 25,8	20,7 – 31,8	
Salto caída más doble salto distancia (cm)			
Media ± DS	362,7 ± 36,2	374,3 ± 34,7	0,553
Rango	303 – 412	307 – 418	
Salto al cuadrado (cm)			
Media ± DS	76,4 ± 14,0	74,1 ± 10,1	0,733
Rango	62 – 102	61 – 87	
Salto Lateral (cm)			
Media ± DS	78,9 ± 8,3	80,9 ± 6,7	0,63
Rango	70 – 94	73 – 88	
Análisis Tibio Femoral (grados)			
Media ± DS	16,6 ± 3,9	16,7 ± 2,5	0,936
Rango	12 – 23	12 – 20	

demandantes, se encontró que ninguno de los futbolistas evaluados presentaron un error mayor del 25% en la repetición de las dos pruebas. Esto logró minimizar los efectos de fatiga al disminuir el número de repeticiones de saltos finalmente evidenciado en los resultados.

En cuanto al estudio de la potencia de las rodillas estudiadas con respecto a los tres saltos utilizados, se encontró que en el clásico salto horizontal y en el salto doble,¹⁶ no se encontraron diferencias entre futbolistas intervenidos en comparación con aquellos sin lesión del LCA. Es importante resaltar que esta prueba demanda una mayor intensidad física, incluidas fuerzas de aceleración y desaceleración, exigiendo aún más al rendimiento de las rodillas intervenidas por la técnica HTH.

Se encontraron diferencias significativas en el salto vertical cuando se comparó la rodilla operada con la no ope-

TABLA V. RESULTADOS ENTRE RODILLAS NO OPERADAS EN EL GRUPO OPERADO VERSUS RODILLAS DEL GRUPO CONTROL

Pruebas	Rodillas no operadas		p
	Grupo Operados	Grupo No Operados	
Salto Horizontal monopodal rodilla no operada (cm)			
Media ± DS	183,7 ± 14,2	185,4 ± 13,9	0,791
Rango	166 – 204	160 – 206	
Salto Vertical monopodal rodilla no operada (cm)			
Media ± DS	25,7 ± 3,6	24,0 ± 4,5	0,406
Rango	21,1 – 34,0		
Salto caída más doble salto distancia rodilla no operada (cm)			
Media ± DS	367,4 ± 41,4	374,3 ± 30,7	0,694
Rango	298 – 419	307 – 418	
Salto al cuadrado rodilla no operada (cm)			
Media ± DS	72,6 ± 13,3	71,9 ± 9,9	0,906
Rango	53 – 89	61 – 87	
Salto Lateral rodilla no operada (cm)			
Media ± DS	78,3 ± 8,1	77,3 ± 9,2	0,809
Rango	65 – 90	63 – 88	
Análisis Tibio Femoral rodilla no operada (grados)			
Media ± DS	15,7 ± 2,9	16,7 ± 2,2	0,418
Rango	11 – 20	12 – 20	

rada en el futbolista con lesión de LCA. Estos hallazgos se pueden atribuir a la complejidad del movimiento debido a la demanda de un mayor estrés mecánico y esfuerzo. Además, en este tipo de saltos la fuerza de gravedad a vencer se centra en el eje vertical y no en forma de parábola como ocurre en los saltos horizontales y en el salto doble. Otro factor que puede influir es la traslación anterior de la tibia sobre el fémur, al momento del impulso el cual se acentúa más en comparación de los saltos horizontales.¹⁸ También, este resultado entre la rodilla operada y la sana puede ser explicado por la asimetría entre las extremidades de un mismo individuo. Lo anterior explicaría porque no se encontraron diferencias en el rendimiento observa-

do en la prueba de salto vertical entre futbolistas con y sin lesión del LCA.

Entre las fortalezas del presente estudio se resalta la utilización de procedimientos estandarizados que favorece la comparación de los resultados con otros estudios. Además, la utilización de pruebas estándar garantiza la adecuada valoración del rendimiento en población de alto riesgo para lesiones de LCA como son los jugadores de fútbol. La utilización de un grupo control de características similares permitió evaluar indirectamente la capacidad de los jugadores de retornar el mismo nivel deportivo después de una lesión del LCA. Entre las limitaciones del estudio, se encuentra la valoración a diferentes tiempos postquirúrgicos desde la intervención del LCA, pudiendo generar una mayor heterogeneidad en los resultados. Sin embargo, las puntuaciones de las pruebas fueron similares entre los jugadores generando mayor confianza en los hallazgos del presente estudio.

Para futuras investigaciones es necesario incluir un ma-

yor número de jugadores con el fin de identificar aquellos factores que pueden influir en la recuperación después de una lesión del LCA.

CONCLUSIÓN

La reconstrucción del LCA realizada con autoinjerto de tendón patelar continúa siendo una gran opción en la reconstrucción de deportistas de contacto de alto rendimiento.

Usamos pruebas dinámicas para la evaluación del rendimiento en términos de fuerza, confianza, potencia y estabilidad.

Los futbolistas profesionales con lesión del LCA, sometidos a reconstrucción con autoinjerto de tendón patelar, después de un promedio de 40 meses de recuperación, mostraron resultados de rendimiento similares a los futbolistas profesionales sanos sin lesión del LCA.

BIBLIOGRAFÍA

- Dai B, Mao D, Garrett WE, Yu B. Anterior cruciate ligament injuries in soccer : Loading mechanisms, risk factors, and prevention programs. *J Sport Heal Sci. Elsevier Ltd*; 2014;3(4):299–306.
- Lai CCH, Ardern CL, Feller JA, Webster KE. Eighty-three per cent of elite athletes return to preinjury sport after anterior cruciate ligament reconstruction : a systematic review with meta- analysis of return to sport rates, graft rupture rates and performance outcomes. *Br J Sport Med*. 2017;0:1–10.
- Barber SD, Noyes FR, Mangine RE, McCloskey JW, Hartman W. Quantitative assessment of functional limitations in normal and anterior cruciate ligament-deficient knees. *Clin Orthop Relat Res. United States*; 1990 Jun;(255):204–14.
- Itoh H, Kurosaka M, Yoshiya S, Ichihashi N, Mizuno K. Evaluation of functional deficits determined by four different hop tests in patients with anterior cruciate ligament deficiency. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. Germany*; 1998;6(4):241–5.
- Shaerf DA, Pastides PS, Sarraf KM, Willis-owen CA. Anterior cruciate ligament reconstruction best practice : A review of graft choice. *World*. 2014;5(1):23–9.
- Notarnicola A, Maccagnano G, Barletta F, Ascaticigno L, Astuto L, Panella A, et al. Returning to sport after anterior cruciate ligament reconstruction in amateur sports men : a retrospective study. *Muscles Ligaments Tendons J*. 2016;6(4):486–91.
- Fitzgerald GK, Axe MJ, Snyder-Mackler L. A decision-making scheme for returning patients to high-level activity with nonoperative treatment after anterior cruciate ligament rupture. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2000;8(2):76–82.
- Laudner K, Evans D, Wong R, Allen A, Kirsch T, Long B. Relationship between isokinetic knee strength and jump characteristics following anterior cruciate ligament reconstruction. *Int J Sports Phys Ther*. 2015;10(3):272–80.
- Eastlack ME, Axe MJ, Snyder-Mackler L. Laxity, instability, and functional outcome after ACL injury: copers versus noncopers. *Med Sci Sports Exerc. United States*; 1999 Feb;31(2):210–5.
- Noyes FR, Barber SD, Mangine RE. Abnormal lower limb symmetry determined by function hop tests after anterior cruciate ligament rupture. *Am J Sports Med. United States*; 1991;19(5):513–8.
- Rudolph KS, Axe MJ, Snyder-Mackler L. Dynamic stability after ACL injury: who can hop? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. Germany*; 2000;8(5):262–9.
- Abrams GD, Harris JD, Gupta AK, McCormick FM, Bush-Joseph CA, Verma NN, et al. Functional Performance Testing After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Orthop J Sport Med. SAGE Publications*; 2014 Jan 1;2(1):2325967113518305.
- Augustsson J, Thomee R, Karlsson J. Ability of a new hop test to determine functional deficits after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2004 Sep;12(5):350–6.
- Sernert N, Kartus J, Kohler K, Stener S, Larsson J, Eriksson BI, et al. Analysis of subjective, objective and functional examination tests after anterior cruciate ligament reconstruction. A follow-up of 527 patients. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. Germany*; 1999;7(3):160–5.
- Logerstedt D, Grindem H, Lynch A, Eitzen I, Engebretsen L, Risberg MA, et al. Single-legged hop tests as predictors of self-reported knee function after anterior cruciate ligament reconstruction: the Delaware-Oslo ACL cohort study. *Am J Sports Med. United States*; 2012 Oct;40(10):2348–56.
- Gustavsson A, Neeter C, Thomee P, Silbernagel KG, Augustsson J, Thomee R, et al. A test battery for evaluating hop performance in patients with an ACL injury and patients who have undergone ACL reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. Germany*; 2006 Aug;14(8):778–88.
- Ostenberg A, Roos E, Ekdahl C, Roos H. Isokinetic knee extensor strength and functional performance in healthy female soccer players. *Scand J Med Sci Sports. Denmark*; 1998 Oct;8(5 Pt 1):257–64.
- Manske R, Reiman M. Functional Performance Testing for Power and Return to Sports. *Sports Health*. 2013;5(3):244–50.