

PROPUESTA DE PREVENCIÓN DE LESIONES DE RODILLA

QUERO, D.⁽¹⁾, PELÁEZ, M. A. ^(1,2) Y NÚÑEZ-SÁNCHEZ, F. J. ⁽³⁾

- 1) Máster en Prevención y Readaptación de lesiones en fútbol
- 2) Doctorando en CC. del Deporte
- 3) Profesor del departamento de Deporte e Informática de la Universidad Pablo de Olavide

RESUMEN

En la actualidad, las lesiones de rodilla continúan afectando a un gran porcentaje de la población deportiva, especialmente en deportes de equipo o multidireccionales. Aunque en los últimos años se están implementando programas de prevención como el FIFA 11+ con el objetivo de reducir la tasa lesional, las cifras permanecen siendo elevadas, incluso la tasa lesional de ligamento cruzado anterior en población infantil y adolescente que practica estos deportes se encuentra en crecimiento. Pese a que las lesiones presentan un carácter multifactorial, es necesario conocer los factores de riesgo modificables asociados a las lesiones de rodilla por no contacto, elegir test de valoración para detectar aquellos marcadores de riesgo intrínsecos en el deportista, y los puntos de corte de dichos test que establece la literatura científica que proporcionan mayor riesgo lesional. Todo ello, con la finalidad de realizar un trabajo individualizado en el deportista que modifique estos factores de riesgo y minimice la probabilidad de padecer una lesión de rodilla de no contacto o su recidiva.

PALABRAS CLAVE: Factores de riesgo, prevención de lesiones, valoración, rodilla

Fecha de recepción: 13/10/2017. Fecha de aceptación: 19/12/2017
Correspondencia: manolopelaez_7@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

Las lesiones de rodilla se han convertido en una de las lesiones más comunes tanto en atletas profesionales como amateurs. Las lesiones de ligamento cruzado anterior (LCA) constituyen al menos un 5% de todas las lesiones que se producen en fútbol. Significando entre un 0.5% y 6% en mujeres y 0.6% y 8.5% en hombres, teniendo las mujeres entre 2-3 veces más riesgo de sufrir una rotura de LCA y a edades más tempranas que los hombres (Walden, Hagglund, Werner & Ekstrand, 2011).

Hede, Jensen, Blyme & Sonne-Holm (1990) ya encontraron una

incidencia de rotura meniscal de 9.0 en hombres y de 4.6 en mujeres por cada 10000 habitantes. En concordancia con lo anterior, Peat, Bergknut, Frobell, Jöud & Englund (2014) afirman que las roturas meniscales son las lesiones más comunes que afectan a la rodilla en sujetos menores de 40 años, encontrando que al menos 112 de 172 lesiones registradas en una muestra de 100.000 personas fueron roturas meniscales.

El objetivo del artículo es analizar los factores de riesgo intrínsecos que incrementan la incidencia lesional de rodilla así como seleccionar, basándonos en la literatura científica, los diferentes test más validados y sus puntos de corte para valorar el riesgo lesional del deportista. Todo ello permitirá a los preparadores

físicos y readaptadores establecer una estrategia individualizada con el fin de minimizar la incidencia lesional.

FACTORES DE RIESGO INTRÍNSECOS ASOCIADOS A LA LESIÓN DE RODILLA

Patrones de movimiento

Las lesiones de rodilla de los deportistas ocurren predominantemente en acciones de no contacto como cambios de dirección, deceleraciones o aterrizajes del salto comúnmente observados en deportes como fútbol, baloncesto, balonmano... Las altas cargas externas que soporta la rodilla durante estas maniobras unido a un déficit en la biomecánica de las mismas predisponen al atleta a un alto riesgo de lesión (Hewett et al., 2005).

Padua et al. (2015) demuestran que aquellos deportistas que presentan una valoración de 5 o más en el Landing Error Scoring System (LESS), test que analiza la calidad de movimiento en el aterrizaje de un salto, poseen un mayor riesgo de lesión de LCA. Por otro lado, Hewett et al. (2005) hallaron un mayor riesgo lesional de LCA en aquellos deportistas que presentaban más de 9° de valgo dinámico de rodilla en el aterrizaje de un DropJump desde un cajón de 30cm.

En cuanto al apoyo monopodal, el 45% de los sujetos que habían padecido

una rotura de LCA, obtienen déficits en el control neuromuscular cuando se les valora con un Single-LegSquat Test seis meses después del traumatismo (Hall, Paik, Ware, Mohr & Limpisvasti, 2015).

Por otra parte, la cinemática de los cambios de dirección también se considera clave en la reducción del riesgo lesional. Para Dempsey et al. (2007) la técnica del cambio de dirección tiene un efecto significativo sobre la carga que soporta la rodilla. Un exceso de valgo y rotación interna de la rodilla, así como una sobrepronación del pie, una inclinación lateral y rotación del tronco hacia el lado opuesto al que se va a realizar el cambio de dirección podría aumentar el riesgo de lesión, ya que estas compensaciones desarrollan unas fuerzas compresivas y de cizalla superiores sobre la articulación de la rodilla. Jugadoras de fútbol que habían sufrido una rotura de LCA mostraron un ángulo de abducción de la rodilla y un momento de aducción mayor durante la fase de deceleración de un cambio de dirección, comparadas con jugadoras de fútbol sin historial de lesiones de rodilla (Stearns & Pollard, 2013).

Niveles de fuerza

Debilidad de la musculatura de la cadera

Déficit de fuerza la musculatura abductora y extensora de la cadera se presenta como un factor de riesgo con gran evidencia en las lesiones de rodilla. Khayambashi, Ghoddosi, Straub & Powers (2016) encontraron que aquellos atletas con valores de fuerza isométrica menores a 35,4% del peso corporal para los abductores de cadera y de 20,3% del peso corporal para los rotadores externos de la cadera muestran un mayor riesgo de sufrir una lesión de no contacto de rodilla. Baldon, Piva, Scattone-Silva & Serrao (2015) demostraron que un aumento de la fuerza de la musculatura de la cadera mejoró la cinemática del miembro inferior asociada a lesiones de rodilla: valgo dinámico, inclinación ipsilateral del tronco y caída de la pelvis contralateral.

Ratio H:Q

Un bajo ratio de fuerza isquiotibiales/cuádriceps (H:Q) se asocia con lesiones traumáticas en las extremidades inferiores, presentando aquellos deportistas con lesiones de LCA valores inferiores a 0.55 en el lado lesionado (Soderman, Alfredson, Pietila, & Werner, 2001). Por otra parte, Myer et al. (2009) hallaron niveles inferiores de fuerza en los isquiotibiales en jugadoras de fútbol y baloncesto que habían sufrido una rotura de LCA, no obstante, la fuerza del

cuádriceps no presentaba diferencias significativas.

Asimetrías entre lados

Se define como un desequilibrio funcional o de fuerza entre lados (Croisier, Ganteaume y Ferret, 2005). Hewitt, Cronin y Hume (2012) sugieren que valores de asimetría superiores al 15% elevan exponencialmente la probabilidad de sufrir una lesión, asociando porcentajes menores al 10% a deportistas no lesionados. Estos mismos autores consideran que el perfil de asimetría debe ser analizado en múltiples direcciones, valorando tanto el salto vertical, el salto horizontal y un salto en dirección horizontal.

Por otro lado, Mokha, Sprague & Gatens (2016) observan que los deportistas presentan 2.73 veces más riesgo lesional cuando los resultados de los test de FMS muestran asimetrías o valores de 0 y 1. Además, una asimetría mayor de 4 cm en el alcance anterior del Y Balance Test está asociada con un mayor riesgo de lesión en lesiones de no contacto (Smith, Chimera, & Warren, 2015).

Dorsiflexión de tobillo

Amraee, Alizadeh, Minoonejhad, Razi & Amraee (2015) en un estudio retrospectivo consideran que la dorsiflexión de tobillo puede predecir las lesiones de ligamento cruzado anterior. Un

aumento de 1° de dorsiflexión, reduce 0.62 el riesgo de sufrir una rotura de LCA. Por lo tanto, consideran la dorsiflexión de tobillo como un factor clave en la reducción del índice lesional de rodilla. Asimismo, Wahlstedt & Rasmussen-Barr (2015) concluyen que los deportistas que habían sufrido una lesión de LCA tienen presentan un menor rango dorsiflexión de tobillo (41.1°) frente a sujetos sanos (46.6°).

Además, una limitación en el rango de dorsiflexión de tobillo reduce la flexión de rodilla, incrementa las fuerzas de impacto y el valgo de rodilla durante el aterrizaje de un salto (Fong, Blackburn, Norcross, McGrath & Padua, 2011).

Pronación del pie

Allen & Glasoe (2000) proponen que una pronación del pie excesiva puede ser un factor de riesgo en lesiones de rodilla debido al aumento de la rotación interna de la tibia, lo que genera más estrés en el LCA. En cuanto a la caída del navicular, entre 6-9 milímetros se considera dentro de la normalidad (Loudon, Jenkins & Loudon, 1996). Valores por encima de estas cifras incrementa el riesgo de sufrir lesiones por sobreesfuerzo, tales como dolor patelofemoral y periostitis (Boling et al., 2009).

PROPUESTA PROPIA DE PREVENCIÓN

Test de valoración

Una vez determinados los factores de riesgo intrínsecos relacionados con las lesiones de rodilla, se seleccionan una serie de test de valoración para detectar dichos marcadores de riesgo lesional en el deportista. En la tabla 1 se nombran los test que se proponen para la valoración.

Estructura de la sesión

Siguiendo las recomendaciones de la NASM (National Academy Of Sports Medicine), se ha organizado la sesión de trabajo preventivo siguiendo el “Corrective Exercise Continuum”. Esta teoría se divide en cuatro fases siguientes (Clark, Scott y Shutton, 2010):

a) *Inhibición:* Primero se utilizarán técnicas de liberación miofascial sobre la musculatura que ha sido identificada como sobreactivada o acortada según las valoraciones realizadas. Estas técnicas reducen la tensión en dicha musculatura y ayuda a restaurar su longitud óptima.

b) *Movilidad:* El segundo paso constará de una serie de técnicas de movilidad, las cuáles incluirán ejercicios de estiramientos estáticos activos PNF (Proprioceptive Neuromuscular Facilitation). Mediante la combinación de

la liberación miofascial con estas técnicas de estiramiento se produce un efecto

sinergista que permite restablecer la longitud adecuada de la musculatura.

Tabla 1: Test de valoración para la detección de marcadores de riesgo lesional (fuente: elaboración propia)

	Nombre del test	Datos que aumentan el riesgo lesional	Referencias Bibliográficas
Test Globales de Baja Velocidad	Deep Squat	0 o 1	Mokha et al., 2016
	Hurdle Step	0 o 1, o asimetría entre lados	
	ASLR		
	Y Balance Test	Asimetría mayor de 4 cm en alcance anterior	Smith, Chimera y Warren (2015)
Test Globales de Alta Velocidad	Hop Test	Asimetría entre lados superior al 15%	Hewit et al., (2012)
	Lateral Hop Test	>9° de valgo de rodilla en el aterrizaje del salto	Hewett et al. (2005)
	CMJ unilateral		
	LESS	≥5	Padua et al., (2015)
	Cambio de dirección 45°	Valgo de rodilla, sobrepronación, inclinación lateral del tronco	Dempsey et al., (2007)
Test Analíticos	Navicular Drop	≥1cm	Boling et al., (2009)
	Dorsiflexión	<41.1°	Wahlstedt y Rasmussen-Barr, (2015)
	Ratio H:Q	< 0.55	Soderman et al., (2001)
	Thomas Test	<15° de extensión de cadera	Mills et al., (2015)
	Fuerza Iso ABD cadera	<35,4% Peso corporal	Khayambashi et al., (2016)
	Fuerza Iso RE cadera	<20,3% Peso corporal	Khayambashi et al., (2016)

c) **Activación:** El tercer paso consiste en activar la musculatura inhibida o débil. Este paso utiliza ejercicios de fortalecimiento aislado de dicha musculatura o bien ejercicios isométricos focalizando en la coordinación intramuscular.

d) **Integración:** Este paso es importante para crear el último cambio mediante la reintroducción integrada de movimientos dinámicos. El uso de ejercicios globales una vez la longitud de la musculatura es la apropiada y la musculatura inhibida alcanza niveles de

activación óptimos, permitirá una mejora de la coordinación intermuscular. Esta mejora permitirá al sistema nervioso activar la musculatura de manera apropiada, obteniendo como resultado unos patrones de movimiento mejorados.

Propuesta de prevención propia.

Asimetría entre lados.

Entrenamiento de fuerza

El objetivo de este trabajo preventivo es disminuir la asimetría contralateral. Como se puede ver en la tabla 2, se realizarán una serie de ejercicios de empuje de manera que se produzca una

triple flexo-extensión tobillo, rodilla y cadera. Dichos ejercicios se realizarán de manera monopodal, ya que es necesario aislar la pierna débil. La progresión irá desde ejercicios donde el sujeto no levante una carga superior o igual al peso corporal (Sentadilla búlgara, prensa de piernas unipodal, sentadilla a una pierna con asistencia de banda elástica...), hasta ejercicios donde la carga será igual o superior al peso corporal (sentadilla monopodal con o sin carga, prensa de piernas unipodal...).

En cuanto a la cuantificación del entrenamiento, se establecerá una pérdida máxima del 20% de la velocidad media propulsiva en la serie para maximizar las ganancias de fuerza (Pareja-Blanco et al., 2016).

El ratio de trabajo entre ambas piernas irá reduciendo conforme el ratio de asimetría va descendiendo, de manera que cuanto menor sea la asimetría más cercano a 1 será el ratio de trabajo entre ambas pierna.

Activación del glúteo medio

Estas tareas tendrán como objetivo provocar una correcta activación del glúteo medio en acciones dinámicas, evitando el valgo de rodilla tanto en apoyo monopodal como bipodal.

Como se muestra en la tabla 3, en la primera fase, se realizarán ejercicios analíticos en decúbito lateral para conseguir una activación aislada del glúteo medio. Posteriormente, se progresará a ejercicios en bipedestación como alcances, para finalizar con ejercicios pliométricos (Drop Jump monopodal, Hop monopodal, Bound...) en los que el foco será una correcta cinemática y deceleración.

Asimetría entre lados.

Entrenamiento pliométrico

Atendiendo a lo expuesto en la tabla 4, este trabajo tiene como fin reducir la asimetría contralateral entre ambas piernas y mejorar la biomecánica del salto.

Si un deportista presenta valores superiores a 5 en el test de LESS no se realizará entrenamiento pliométrico, ya que supondría un mayor riesgo lesivo. Se considera más oportuno comenzar con el trabajo de glúteo medio anteriormente descrito. Una vez alcance una puntuación inferior a 5 en el LESS, se comenzará con la pliometría bipodal.

En el siguiente ciclo, se inician los ejercicios pliométricos bipodales. Es partir de esta etapa 2 cuando el sujeto empiece con el trabajo de pliometría monopodal, por lo que uno de los objetivos de las

siguientes etapas será el disminuir la asimetría contralateral.

Los ejercicios a realizar (obviando la primera etapa) irán desde saltos bipodales (CMJ, SJ...), iniciación a los saltos monopodales (Drop squat de 2 a 1 pierna, drop squat monopodal...), pliometría monopodal buscando altura (CMJ, SJ, Abalakov...) y finalmente se pasará a la

pliometría multidireccional, siendo la conclusión de Hewitt et al. (2012) que en la mayoría de los deportes los saltos y movimientos son multidireccionales, por lo tanto se debe testear y entrenar a los deportistas en todos los planos (vertical, horizontal y lateral) para obtener unos datos fiables y un rendimiento óptimo.

Tabla 2. *Secuenciación del entrenamiento de fuerza. Asimetría entre lados* (fuente: elaboración propia).

GANANCIA DE FUERZA. ASIMETRÍA CONTRALATERAL			
	ETAPA 1	ETAPA 2	ETAPA 3
Asimetría	>15%	10%-15%	0%-10%
Objetivo	Asimetría 10% -15%	Asimetría 0%-10%	Mantener los valores
Ratio de Trabajo	1:3 a favor de la pierna débil	1:2 a favor de la pierna débil	1:1
Días/Semana	3	3	2
Cuantificación	Pérdida de VMP en ejercicios globales de fuerza	Pérdida de VMP en ejercicios globales de fuerza	Pérdida de VMP en ejercicios globales de fuerza
Tiempo descanso entre ejercicios	3 minutos	3 minutos	3 minutos
Tiempo descanso entre series	3 minutos	3 minutos	3 minutos
Ejercicios	Ejercicio unipodales de empuje del tren inferior, carga < peso corporal	Ejercicio unipodales de empuje del tren inferior, carga ≥ peso corporal	Ejercicio unipodales de empuje del tren inferior, carga ≥ peso corporal

Fuerza y activación del glúteo mayor

El fin de este trabajo, expuesto en la tabla 5, es conseguir una óptima activación del glúteo mayor, con el objetivo de provocar una mejora de la coordinación intermuscular durante acciones dinámicas

de extensión de cadera, además de aumentar los niveles de fuerza.

Se comenzará con contracciones isométricas para activar la musculatura de manera analítica y evolucionará progresivamente hasta incluir el ciclo estiramiento-acortamiento.

En la fase 3, se establece un 20% de pérdida de velocidad en la serie para determinar el número de repeticiones con

el fin de maximizar las ganancias de fuerza (Pareja-Blanco et al., 2016).

Tabla 3. *Secuenciación trabajo del glúteo medio y la estabilidad monopodal* (fuente: elaboración propia)

ACTIVACIÓN GLÚTEO MEDIO Y ESTABILIDAD EN APOYO MONOPODAL				
	ETAPA 1	ETAPA 2	ETAPA 3	ETAPA 4
Objetivo	Con el sujeto recostado lateralmente, mantener la pierna extendida con la cadera en posición de abducción total sin realizar rotación externa y extensión de la misma, durante 10 segundos y sin retroversión pélvica	En apoyo monopodal, mantener la posición sobre una sola pierna sin inclinar el tronco lateralmente durante 30 segundos, manteniendo la rodilla en línea con los dedos del pie	Realizar una media sentadilla con una sola pierna manteniendo el nivel de la pelvis, la rodilla en línea con los dedos del pie y sin inclinar el tronco de forma lateral	Mejorar la estabilidad monopodal en acciones dinámicas, evitando situaciones de valgo
Días/Semana	5	4	3	2
Tiempo descanso entre ejercicios	1 minutos	1 minuto	2 minutos	3 minutos
Tiempo descanso entre series	1 minutos	1 minuto	2 minutos	3 minutos
Ejercicios	Ejercicios de abducción de cadera en decúbito lateral.	Ejercicios de abducción de cadera en bidepestañación y además se incluirán ejercicios de estabilidad monopodal sin perturbación.	Alcances y variantes de sentadillas monopodales.	Pliometría focalizando atención en el aterrizaje.

Tabla 4. *Secuenciación del entrenamiento pliométrico. Asimetría entre lados* (fuente: elaboración propia)

PLIOMETRÍA					
	ETAPA 1	ETAPA 2	ETAPA 3	ETAPA 4	ETAPA 5
Asimetría			> 15%	10-15%	<10%
Biomecánica del salto	Puntuación en LESS > 5	Ineficiente en salto monopodal.			
Objetivo	Puntuación en LESS < 5	Mejorar biomecánica en salto monopodal	Reducir asimetría hasta 10-15% Mantener LESS < 5	Disminuir asimetría hasta < 10% Prolongar LESS < 5	Conservar asimetría <10% Mantener LESS < 5
Ratio de Trabajo			1:3 a favor de la pierna débil	1:2 a favor de la pierna débil	1:1
Días/Semana	4	4	3	2	2
Cuantificación		30-40 saltos por sesión	30-40 saltos por sesión	30-40 saltos por sesión	30 saltos por sesión
Ejercicios	Ejercicios propios de las etapas 2-3 de trabajo de Glúteo medio	Pliometría en bipodales	Pliometría monopodal con aplicación de fuerza vertical	Pliometría monopodal con aplicación de fuerza tanto vertical como horizontal	Pliometría multidireccional

Tabla 5. *Secuenciación del entrenamiento de fuerza. Glúteo mayor* (fuente: elaboración propia)

ACTIVACIÓN GLÚTEO MAYOR			
	ETAPA 1	ETAPA 2	ETAPA 3
Objetivo	Conseguir una activación óptima del glúteo mayor y se convierta en la musculatura que inicia la extensión de cadera	Incrementar los niveles de fuerza del glúteo mayor hasta alcanzar 20 repeticiones en un Glute Bridge monopodal	Aumentar los niveles de fuerza del glúteo mayor en ejercicios con cargas
Días/Semana	5	4	3
Cuantificación	Se realizarán 3 series, siendo el número de repeticiones variable en función de la fatiga del glúteo mayor	3 series de 15-20 repeticiones	Se cuantificará en función de la pérdida de VPM
Tiempo descanso entre ejercicios	1 minuto	1 minuto	1 minutos
Tiempo descanso entre series	1 minuto	2 minuto	3 minutos
Ejercicios	Ejercicios de extensión de cadera con bandas elásticas o maquinas	Glute Bridge	Hip Thrust

Mejora del rango de movimiento (ROM)

El objetivo de este trabajo es recuperar y/o mantener el ROM en dorsiflexión de tobillo, extensión de cadera y cadena posterior.

Se empezará con estiramientos estático-activos durante la primera etapa y posteriormente, en función de la evolución del deportista, se realizarán estiramientos dinámicos.

Los ejercicios a realizar serán los pertenecientes al protocolo “Corrective

Exercise Continuum” explicado con anterioridad. La carga de trabajo se reducirá a medida que el sujeto vaya incrementado su ROM.

CONCLUSIONES

Con la propuesta presentada se pretende valorar e identificar individuos con factores de riesgo que los predisponen a un mayor riesgo lesional en la articulación de la rodilla.

Cabe destacar la importancia de la valoración funcional y artromuscular como punto de partida en el programa de

prevención con el objetivo de individualizar el trabajo en función de los marcadores de riesgo del sujeto, así como para valorar la eficacia de la intervención llevada a cabo.

Asimismo, son necesarios más estudios de investigación para validar los puntos de corte de los test propuestos, a la hora de reducir el riesgo lesional de rodilla.

BIBLIOGRAFÍA

- Allen, M. K., & Glasoe, W. M. (2000). Metrecom measurement of navicular drop in subjects with anterior cruciate ligament injury. *Journal of athletic training*, 35(4), 403.
- Amraee, D., Alizadeh, M. H., Minoonejhad, H., Razi, M., & Amraee, G. H. (2017). Predictor factors for lower extremity malalignment and non-contact anterior cruciate ligament injuries in male athletes. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 25(5), 1625-1631.
- Baldon, R. D. M., Piva, S. R., Scattone Silva, R., & Serrão, F. V. (2015). Evaluating eccentric hip torque and trunk endurance as mediators of changes in lower limb and trunk kinematics in response to functional stabilization training in women with patellofemoral pain. *The American journal of sports medicine*, 43(6), 1485-1493.
- Boling, M. C., Padua, D. A., Marshall, S. W., Guskiewicz, K., Pyne, S., & Beutler, A. (2009). A prospective investigation of biomechanical risk factors for patellofemoral pain syndrome: the Joint Undertaking to Monitor and Prevent ACL Injury (JUMP-ACL) cohort. *The American journal of sports medicine*, 37(11), 2108-2116.
- Clark, M., & Lucett, S. (Eds.). (2010). *NASM essentials of corrective exercise training*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Croisier, J. L., Ganteaume, S., & Ferret, J. M. (2005). Preseason isokinetic intervention as a preventive strategy for hamstring injury in professional soccer players. *British Journal of Sports Medicine*, 39(6), 379.
- Dempsey, A. R., Lloyd, D. G., Elliott, B. C., Steele, J. R., Munro, B. J., & Russo, K. A. (2007). The effect of technique change on knee loads during sidestep cutting. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39(10), 1765-1773.
- Fong, C. M., Blackburn, J. T., Norcross, M. F., McGrath, M., & Padua, D. A. (2011). Ankle-dorsiflexion range of motion and landing biomechanics. *Journal of athletic training*, 46(1), 5-10.
- Hall, M. P., Paik, R. S., Ware, A. J., Mohr, K. J., & Limpisvasti, O. (2015). Neuromuscular evaluation with single-leg squat test at 6 months after anterior cruciate ligament reconstruction. *Orthopaedic journal of sports medicine*, 3(3), 2325967115575900.
- Hede, A., Jensen, D. B., Blyme, P., & Sonne-Holm, S. (1990). Epidemiology of meniscal lesions in the knee: 1,215 open operations in Copenhagen 1982-84. *Acta orthopaedica scandinavica*, 61(5), 435-437.
- Hewett, T.E., Myer, G.D., Ford, K.R., Heidt, R.S., Colosimo, A.L., McLean, S.G., van den Bogert, A.J., Paterno, M.V., & Succop, P. (2005). Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes. *The American Journal of Sports Medicine*, 33(4), 492-501.
- Hewitt, J., Cronin, J., & Hume, P. (2012). Multidirectional leg asymmetry assessment in

sport. *Strength & Conditioning Journal*, 34(1), 82-86.

Khayambashi, K., Ghoddosi, N., Straub, R. K., & Powers, C. M. (2016). Hip muscle strength predicts noncontact anterior cruciate ligament injury in male and female athletes: a prospective study. *The American journal of sports medicine*, 44(2), 355-361.

Loudon, J. K., Jenkins, W., & Loudon, K. L. (1996). The relationship between static posture and ACL injury in female athletes. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 24(2), 91-97.

Mokha, M., Sprague, P. A., & Gatens, D. R. (2016). Predicting musculoskeletal injury in National Collegiate Athletic Association Division II athletes from asymmetries and individual-test versus composite functional movement screen scores. *Journal of athletic training*, 51(4), 276-282.

Myer, G. D., Ford, K. R., Foss, K. D. B., Liu, C., Nick, T. G., & Hewett, T. E. (2009). The relationship of hamstrings and quadriceps strength to anterior cruciate ligament injury in female athletes. *Clinical journal of sport medicine*, 19(1), 3-8.

Padua, D. A., DiStefano, L. J., Beutler, A. I., De La Motte, S. J., DiStefano, M. J., & Marshall, S. W. (2015). The landing error scoring system as a screening tool for an anterior cruciate ligament injury-prevention program in elite-youth soccer athletes. *Journal of athletic training*, 50(6), 589-595.

Pareja-Blanco, F., Rodriguez-Rosell, D., Sanchez-Medina, L., Sanchis-Moysi, J., & Dorado, C. (2016). 487 Mora-Custodio R, Yanez-Garcia JM, Morales-Alamo D, Perez-Suarez I, Calbet JA, and 488 Gonzalez-Badillo JJ. Effects of velocity loss during resistance training on athletic 489 performance, strength gains and muscle adaptations. *Scand J Med Sci Sports*, 490.

Peat, G., Bergknut, C., Frobell, R., Jöud, A., & Englund, M. (2014). Population-wide incidence estimates for soft tissue knee injuries presenting to healthcare in southern Sweden: data from the Skåne Healthcare Register. *Arthritis research & therapy*, 16(4), R162.

Smith, C. A., Chimera, N. J., & Warren, M. (2015). Association of y balance test reach asymmetry and injury in division I athletes. *Medicine and science in sports and exercise*, 47(1), 136-141.

Söderman, K., Alfredson, H., Pietilä, T., & Werner, S. (2001). Risk factors for leg injuries in female soccer players: a prospective investigation during one out-door season. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 9(5), 313-321.

Stearns, K. M., & Pollard, C. D. (2013). Abnormal frontal plane knee mechanics during sidestep cutting in female soccer athletes after anterior cruciate ligament reconstruction and return to sport. *The American journal of sports medicine*, 41(4), 918-923.

Wahlstedt, C., & Rasmussen-Barr, E. (2015). Anterior cruciate ligament injury and ankle dorsiflexion. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 23(11), 3202-3207.

Waldén, M., Häggglund, M., Werner, J., & Ekstrand, J. (2011). The epidemiology of anterior cruciate ligament injury in football (soccer): a review of the literature from a gender-related perspective. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy*, 19(1), 3-10.