

Entrenamiento del core para la prevención de lesiones de rodilla. TFG



Jose Asensio Juan

Tutor: Francisco David
Barbado Murillo

Trabajo de Fin de Grado en Ciencias de la Actividad
Física y el Deporte. Curso 2014-2015

Universidad Miguel
Hernández de Elche



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	2
2. MÉTODO	3
3. RESULTADOS	3
4. DISCUSIÓN	4
5. CONCLUSIONES	7
6. LIMITACIONES	9
7. BIBLIOGRAFÍA	10



1. INTRODUCCIÓN

Las lesiones de rodilla, y en especial, la lesión del ligamento cruzado anterior (LCA), son muy comunes dentro del deporte, sobre todo en aquellos deportes de “alto riesgo”, en los que abundan los saltos, aterrizajes, pivotajes o cambios bruscos de dirección (Hughes 2014 y Brown, Palmieri-Smith y McLean, 2014). La lesión de este ligamento supone el 50% de las lesiones de rodilla y el 70% son debidas a situaciones sin contacto (Hughes, 2014). Existen varios mecanismos de lesión, pero el más común es la posición en valgo de la rodilla (hacia adentro) acompañada de rotación interna del fémur sobre la tibia que queda fija (Gerwyn, 2004). Los factores de riesgo tienen un abanico más amplio de posibilidades, abarcando desde el tipo de deporte, hasta la edad o el sexo, siendo este último el que más diferencias presenta (Gerwyn, 2004), ya que las mujeres presentan una anatomía favorable para este tipo de lesión (rodillas en valgo). Las mujeres, presentan mayor incidencia de lesión (de 4-6 veces más) que los hombres en los mismos deportes de “alto riesgo” (Hughes 2014, Myer, Ford, Brent y Hewett, 2007, Pfile et al., 2013), por lo que la literatura que hemos encontrado habla mayormente de intervenciones para el tratamiento de este tipo de lesión en el sexo que mayor incidencia tiene.

De entre los factores mecánicos que pueden incrementar la carga que sufre la rodilla durante acciones deportivas, en especial aquellas unipodales, se encuentra una excesiva desviación lateral del tronco. Dicha desviación, junto a una posición de abducción de la rodilla provocaría una carga muy fuerte en los ligamentos, por lo que se ha postulado que aumentar el control del tronco durante las acciones deportivas sería una herramienta eficaz para reducir dicha carga y reducir por tanto el riesgo de lesión. (Hewett y Myer, 2011).

Hughes (2014) concluye que el control neuromuscular está basado en el feedback por lo que una mala propiocepción puede desembocar en un mal control del tronco y, consecuentemente, en una reducción del control de las articulaciones del miembro inferior, llegando al término de core stability, el cual definimos como la habilidad del cuerpo de mantener o reanudar la posición de equilibrio del tronco tras una perturbación.

Por otra parte, Zazulak, Hewett, Reeves, Goldberg y Cholewicki (2007) y Leporace et al. dicen que las intervenciones que incorporan entrenamiento neuromuscular, pliométrico y ejercicios propioceptivos pueden reducir significativamente el riesgo.

El objetivo de esta revisión es saber si los programas de entrenamiento de tronco planteados en los artículos consiguen reducir el riesgo de sufrir una lesión de rodilla y al mismo tiempo, saber si las lesiones producidas durante un período de tiempo están relacionadas con los factores que predicen la lesión, como son una flexión insuficiente de la rodilla o la cadera en un aterrizaje o una rotación interna excesiva que provoque una posición en valgo con abducción de rodilla.

Antes de empezar con la revisión, definimos el término core stability al que nos vamos a referir muchas veces en el texto: habilidad del cuerpo de mantener o reanudar la posición de equilibrio del tronco tras una perturbación

2. MÉTODO

Búsqueda bibliográfica

Para esta revisión se ha realizado una búsqueda sistemática de artículos en la base de datos informática PUBMED, en la que se han probado diversas combinaciones: “core training knee injury”, “core training ACL injury”, “trunk training ACL injury” y “core OR trunk training and “knee OR ACL injury”, obteniendo un total de 39 resultados. Se han descartado aquellos artículos que a pesar de tratar el tema de esta revisión, no estaban relacionados con el deporte. También han sido excluidas las revisiones, que aunque no han sido objeto de estudio, algunas nos han servido para completar la información sobre el tema.

Puntuación de los artículos

Los artículos seleccionados para revisión han sido puntuados utilizando la escala PEDro (Physical Therapy Evidence Database), en la que el valor de la puntuación dependía del cumplimiento de 11 criterios diseñados para evaluar la validez interna y externa de la prueba.

3. RESULTADOS

De los 39 artículos encontrados en la primera búsqueda descartamos en primer lugar aquellos que trataban lesiones que no tenían relación con la temática de la revisión (lesiones musculares u otras articulaciones, n=9). Desechamos también los que hablaban de diferencias biomecánicas o de cinemática de movimiento sin tener en cuenta las lesiones, o que efecto preventivo podían tener en ellas (n=8). Por último, fueron eliminadas las revisiones (n=16), quedando 6 artículos de intervención que hemos utilizado para realizar nuestra revisión propia (Fig.1).

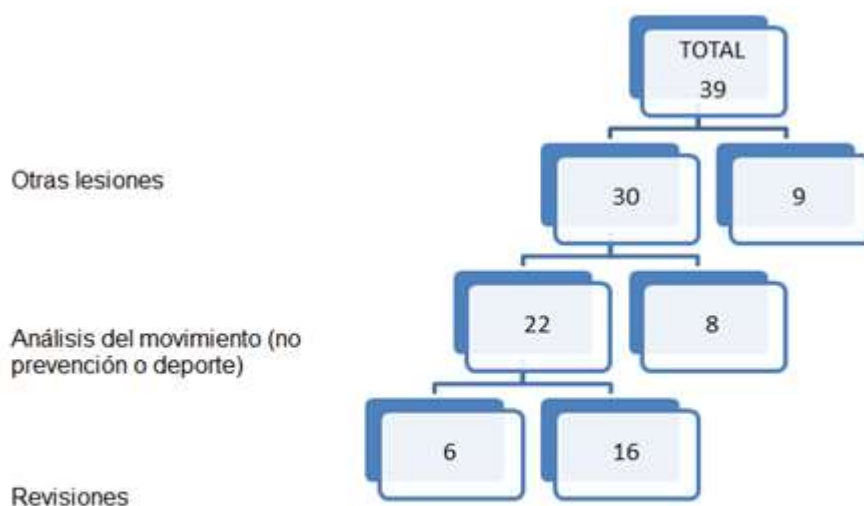


Fig. 1: criterios de elección o descarte de los artículos

4. DISCUSIÓN

El número de estudios sobre entrenamiento del core para la prevención de lesiones de LCA en mujeres ha ido en aumento, ya que es una población que ha ido aumentando en los últimos años en el mundo del deporte y tiene mayor predisposición a este tipo de lesión por diversos factores.

DISCUSIÓN ESTUDIOS

En este apartado exponemos de manera resumida los títulos y contenidos de cada artículo (Fig.2) y a continuación debatimos cada artículo de manera individual, incidiendo en aquellos aspectos que resultan de mayor importancia para la comprensión del tema que tratamos.

Myer et al. (2007) compararon el efecto de un entrenamiento neuromuscular sobre el riesgo de lesión de LCA en personas con alto y bajo riesgo. El programa se aplicó en un grupo de chicas adolescentes durante 7 semanas (3 sesiones por semana), siendo divididas en dos grupos (alto y bajo riesgo-intervención y control). Obtuvieron como resultado un descenso en el grado de abducción para los individuos de menor riesgo. La muestra del estudio es bastante reducida (18 personas en los grupos control), y los deportes practicados por los participantes son el baloncesto y el fútbol, por lo que existe una gran diferencia en el perfil biomecánico predominante. La medida utilizada para observar los resultados (caída de un cajón seguida de un salto máximo) nos podría valer para el baloncesto, por ser una acción más típica en los lanzamientos, pero para el fútbol puede no ser tan fiable, ya que no se suelen dar ese tipo de saltos. Respecto a los resultados, sólo el grupo de menor riesgo obtiene mejoras, lo que nos hace pensar que los ejercicios utilizados no son válidos para cualquiera y gente con mayor riesgo necesita la realización de ejercicios más específicos.

Jamison et al. (2012) aplicaron un programa de estabilización de tronco para ver en qué medida había un descenso en el riesgo de lesión del tren inferior. En él, se llevó a cabo una intervención de 6 semanas para los grupos control e intervención, con la única diferencia que el grupo intervención realizaba una serie de ejercicios "extra", los cuales estaban desarrollaban resistencia, fuerza y control del core. El objetivo era aumentar el control del tronco, ya que es un factor importante para la transmisión de fuerza tanto al tren inferior como superior. Para saber si el entrenamiento había tenido efecto, se tomaban medidas para los diferentes grupos de trabajo: en la carga biomecánica se realizaba un cambio de dirección repentino mediante señalización con flechas; en la resistencia del tronco se mantenían en planchas el mayor tiempo posible; en la fuerza y control del tronco se colocaba a los participantes sentados en un

aparato que liberaba fuerza de forma repentina a través de una cuerda que iba sujeta al tronco mediante un arnés. Un menor desplazamiento del tronco suponía un salto mayor control del mismo. Al final del estudio, se observaron diferencias significativas entre el grupo control y el de intervención, siendo efectivo el programa en la reducción del riesgo de lesión.

ESTUDIO	POBLACION/Nº PARTICIPANTES	PROBLEMÁTICA	INTERVENCIÓN	MEDIDAS	RESULTADOS	PUNTUACIÓN ESCALA PEDro
Differential neuromuscular training effects on ACL injury risk factors in "high-risk" versus "low-risk" athletes (2007)	27 chicas 16 ± 1 años	El entrenamiento neuromuscular puede reducir el riesgo de lesión de LCA. Determinar el efecto sobre personas con alto/bajo riesgo.	Entrenamiento neuromuscular: (pliométrico, estabilidad dinámica, equilibrio) 3 sesiones/semana, 7 semanas.	DVI (caída de salto vertical) +salto máximo al aterrizar. 37 marcadores para analizar posición del tren inferior.	ANOVA: personas con alto riesgo lo reducen un 13%. Personas con bajo riesgo no presentan diferencias significativas.	5
Randomized controlled trial of the effects of a trunk stabilization program on trunk control and knee loading (2012)	22 hombres	Riesgo de lesión por control reducido del tronco al transferir fuerza al tren inferior.	4 grupos de entrenamiento (carga biomecánica, fuerza core, control tronco, resistencia core). 6 semanas de entrenamiento, 1 hora por semana.	Carga biomecánica: test de cambio de dirección. Control y fuerza del tronco: test de aplicación de fuerza repentina en el tronco en posición semisentada. Resistencia core: planchas laterales y frontales.	Fuerza core: aumenta la fuerza lateral y frontal. Resistencia core: mayor resistencia.	6
Prevention of acute knee injuries in adolescent female football players: cluster randomised controlled trial (2012).	4564 jugadoras de fútbol suecas entre 12-17 años		Programa de calentamiento neuromuscular: 15 minutos, 2 veces por semana durante toda la temporada		Reducción en un 64% el riesgo de lesión de LCA. No hay diferencias significativas para otras lesiones agudas de rodilla.	10
Influence of a preventive training program on lower limb kinematics and vertical jump height of male volleyball athletes (2012).	15 jugadores 12-14 años		Programa de entrenamiento preventivo (ejercicios pliométricos, equilibrio y core stability) 2 veces a la semana durante 6 semanas.	Se midieron cambios cinemáticos en rodilla y cadera y la altura conseguida en los saltos verticales.	Aumento en la flexión de rodilla, desciende riesgo de lesión.	4
Different exercise training interventions and drop-landing biomechanics in high school female athletes (2013)	23 chicas 14.8 ± 0.8	Lesión de ACL en mujeres muy común por falta de control neuromuscular, pero no se sabe que componente del entrenamiento puede ser mejor (core stability o	4 semanas de entrenamiento, 3 sesiones/semana de core stability o programa pliométrico	Cinemática y cinética de cadera, rodilla y tronco durante la caída en un salto vertical durante el primer 25% de la fase de aterrizaje.	Programa pliométrico: reduce los grados de flexión de rodilla y la rotación interna. Core stability: reduce la flexión y rotación interna de cadera.	6
Comparative adaptations of lower limb biomechanics during unilateral and bilateral landings after different neuromuscular-based ACL injury prevention protocols (2014)	43 chicas entre 13 y 18 años.	Protocolos demasiado largos que comprometen el cumplimiento del plan por parte de los participantes.	3 sesiones/semana durante 6 semanas en los grupos: equilibrio del core, pliométrico, neuromuscular y control.	Comparaciones pre- y post- para aterrizajes uni/bilaterales. Resultados en 3D de la posición de rodilla y cadera.	Neuromuscular: aumenta el pico de flexión de rodilla en uni y bilateral. Pliométrico: reducción de la aducción de cadera y mayor flexión de rodilla. Equilibrio: no hay resultados significantes.	7

Fig. 2: título y breve resumen de los artículos de la revisión

En el ensayo aleatorio llevado a cabo por Waldén et al. (2012) sobre la prevención de lesiones agudas de rodillas en jugadoras de fútbol adolescentes encontramos el único estudio que reúne una gran muestra. Proponen un programa de calentamiento de 15 minutos con ejercicios de core stability, equilibrio y correcta alineación de la rodilla, aplicándolo dos veces por semana durante toda la temporada. Se obtuvo un número de lesiones muy similar para ambos grupos (control e intervención), pero la diferencia significativa residía en el número de lesiones de LCA, siendo mayor en el grupo control (14vs7), dando como resultado un descenso de un 64% del riesgo de sufrir este tipo de lesión.

Leporace (2012) en su estudio “Influence of a preventive training program on lower limb kinematics and vertical jump height of male volleyball athletes” propuso un programa de entrenamiento preventivo de 6 semanas con aumentos de la dificultad cada 2, para aprovechar el principio de sobrecarga. A pesar de que la incidencia era mayor en mujeres, la prevalencia era superior en hombres, probablemente por la mayor cantidad de participantes. Para ver los efectos, se realizaba un CMJ con la caída bipodal y unipodal, y tras el entrenamiento (basado en ejercicios pliométricos, equilibrio y core stability), no hubo mejora del rendimiento (altura), pero sí cambios biomecánicos que redujeron el riesgo de lesión, por ejemplo, aumento de la flexión de la rodilla en la recepción de un salto. Una gran limitación del estudio, aparte de que la muestra es muy pequeña, es que no había grupo control con el que comparar el grupo que realizó el programa.

Pfifer et al. en su estudio “Different exercise training interventions and drop-landing biomechanics in high school female athletes” (2013) se preocupan por la alta incidencia de lesión de LCA en mujeres a causa del escaso control neuromuscular y proponen una intervención de 4 semanas en core stability o programa pliométrico en la que los ejercicios tienen una dificultad menor durante las dos primeras semanas y luego aumenta. Los resultados de ambas intervenciones son medidos en el aterrizaje de un salto desde un cajón, concretamente utilizando los datos del 25% de la fase de apoyo, ya que ese momento es el de mayor riesgo de lesión. Se consigue reducir el riesgo de lesión en ambos grupos, pero mientras en un grupo hay jugadores de lacrosse y fútbol, en el otro sólo los hay de lacrosse, por lo que los resultados pueden verse influidos por este mal reparto.

En el estudio de Brown et al. (2014) se planteó la realización de protocolos más cortos para reducir la falta de compromiso por parte del participante. Se propuso 3 tipos diferentes de intervención (neuromuscular, core y equilibrio, pliométrico) para comparar y decidir cuál era mejor, pero llegaron a la conclusión de que para conseguir los mejores resultados era preferible la combinación de varios tipos de entrenamiento, ya que con cada uno de ellos conseguían reducir el riesgo de alguna de las partes implicadas en el mecanismo de lesión (ángulo de flexión de rodilla, abducción de rodilla, flexión de cadera...). De los tres tipos propuestos, el pliométrico tiene un factor muy importante para la mejora, el feedback, ya que los participantes tienen mayor constancia del ejercicio debido al apoyo visual que ofrece.

5. CONCLUSIONES

De los estudios analizados, sólo había participantes varones en 2 de ellos. Eso se debe a que en el mundo deportivo ha habido un incremento de la práctica femenina, y ha derivado en un mayor número de estudios hacia este sexo ya que como hemos visto, las mujeres son más propensas a sufrir este tipo de lesión.

La mayoría de estudios van dirigidos a deportistas de edad joven (14-20 años), ya que en estas edades el sistema nervioso no está completamente desarrollado y no hay patrones de movimiento definidos, por lo que resulta más fácil modificarlos.

La muestra utilizada en los estudios es tan pequeña que supone una limitación para hablar de resultados seguros, salvo en el estudio llevado a cabo por Waldén (2012), ya que con muestras reducidas no podemos observar una gran incidencia y trasladarlo a poblaciones mayores.

Tras la revisión de los artículos, observamos que los programas con los que se realizan las diferentes intervenciones tienen éxito a la hora de reducir el riesgo de lesión de rodilla o LCA. Existen diferencias en el número de semanas, días de aplicación o duración del entrenamiento (aunque suelen coincidir en muchos de ellos), pero hay algo que tienen en común y es que utilizan ejercicios pliométricos, de equilibrio y core stability, por lo que queda demostrado que incluyendo estos ejercicios en los entrenamientos durante un período de tiempo determinado, no se obtendrán mejoras en el rendimiento pero sí se conseguirá prevenir a los jugadores de posibles lesiones, por lo tanto, conseguir rendimiento durante toda la temporada.

Un aspecto muy importante y que se tuvo en cuenta en un estudio (Brown, 2014), es el compromiso por parte de los participantes. Es habitual que los protocolos tengan una duración excesiva en el tiempo y que haya falta de compromiso de los participantes, por lo que Brown propuso la idea de que programas más cortos podían tener los mismos beneficios que los demás y no afectaría al compromiso del participante.

Aunque el objetivo fuese implementar el rendimiento del tronco para la prevención de lesiones, los resultados de esa mejora de rendimiento los observamos en otros factores como el grado de flexión de rodilla y de cadera (entre otros), ya que la mejora de éstos, que inciden directamente sobre una posible lesión, provienen de un mayor control postural. Si hay mejora en el control del cuerpo, me permite llegar a ángulos en otras zonas que reducen el riesgo de lesión.

A continuación, hablamos de cómo algunos de los factores que intervienen en el mecanismo de lesión se ven alterados por un programa de entrenamiento.

Flexión de rodilla

Un descenso en el movimiento de flexión de rodilla puede incrementar el riesgo de sufrir lesión de ligamento, aunque un pico de flexión demasiado elevado puede comprometer la activación de los músculos isquiotibiales para frenar el desplazamiento anterior de la tibia (Pfile et al., 2013), por lo que es importante trabajar aquellos rangos de movimiento en los que disminuya la carga directa sobre la rodilla sin que tenga efectos sobre la activación de otros músculos.

En este apartado observamos cómo el entrenamiento pliométrico y neuromuscular reduce el ángulo de flexión entre el 10-25% de la fase de aterrizaje (Pfile et al., 2013), ya que es durante este período en el que existe mayor peligro de lesionarse. Otro estudio (Brown et al.) corrobora que el entrenamiento neuromuscular mejora la flexión de rodilla en apoyos bilaterales tras un salto, mientras que no existen diferencias significativas en apoyos unilaterales.

Rotación interna rodilla

Esta posición suele venir por movimientos de pivote en los que el fémur rota hacia el interior desplazándose sobre una tibia fija, aumentando directamente la carga sobre el LCA, y por lo tanto, aumentando el riesgo de lesión del mismo. Si se consigue disminuir ese estrés, se reducirá el peligro de lesión (Pfile et al., 2013).

Podemos conseguir una reducción de este gesto con un entrenamiento pliométrico, ya que con el entrenamiento se consigue reducir durante el 25% de la fase de apoyo, que como hemos dicho antes, esta fase corresponde a la de mayor peligro de lesión (Pfile et al., 2013).

Momento de fuerza de abducción de rodilla

Este apartado está muy relacionado con las lesiones de rodilla y LCA, teniendo gran especificidad y sensibilidad para su predicción (Myer et al., 2007). Se pueden generar picos de fuerza muy grandes ($> 25.25\text{Nm}$) en las recepciones de un salto. Este valor nos sirve para diferenciar aquellas personas que tienen más o menos riesgo de lesionarse, ya que se ha demostrado que un aumento de la abducción de la rodilla aumenta directamente la carga sobre el LCA. Esto, trasladado a las acciones de recepción, supone un aumento del riesgo de lesionarse, por lo que si aumentamos el control sobre el valgo de la rodilla (corrección de la postura), se puede prevenir.

El entrenamiento, que estuvo basado en ejercicios pliométricos y de equilibrio del tronco, hizo más efecto en aquellas personas denominadas de "alto riesgo", reduciendo este pico de abducción con lo que se consiguió un descenso de un 13% el pico de Torque (unos 5Nm).

Otro estudio (Jamison et al., 2012) también habla de que a mayor abducción mayor riesgo ya que aumenta la carga directa sobre el LCA. En este caso, el grupo control aumentaba el pico de abducción, mientras que en el de intervención, no empeoraba, lo que nos sugiere que un entrenamiento específico evita que aumente la abducción.

Por otra parte, un año después, un nuevo estudio (Pfile et al., 2013) concluye que realizando un entrenamiento pliométrico se puede reducir este pico a partir del 10% de la fase de apoyo, reduciendo el riesgo en la fase de mayor peligro.

Desviaciones del tronco

La posición lateral del tronco es un factor importante en el mecanismo de lesión del LCA (Jamison et al., 2012) y un desplazamiento lateral debido a una perturbación predice el riesgo de lesionarse (Pfile et al., 2013).

En un estudio de estabilización de tronco (Jamison et al., 2012), el grupo control muestra mayor desviación lateral mientras que el grupo de intervención, sometido a entrenamiento de resistencia del core (planchas laterales y frontales), muestra mayores niveles de control del tronco tras el entrenamiento y una menor abducción, lo que sugiere que al aumentar el control del tronco, en este caso lateralmente, disminuye la abducción de la rodilla, por lo que se reduce la carga sobre la misma.

Un estudio posterior (Pfile et al., 2013) corrobora que el entrenamiento con planchas beneficia el control del tronco, ya que activa un gran porcentaje de fibras de manera voluntaria.

6. LIMITACIONES

Una de las grandes limitaciones de casi todos los estudios es la muestra, por lo general baja, ya que con un número tan pequeño de participantes es muy difícil obtener resultados que se puedan extrapolar y generalizar a otros deportes o situaciones.

No hay una clasificación aleatoria de los participantes en los grupos de intervención y control, y en algún caso el estudio carece de grupo control (Leporace, 2012).

Otra limitación o problema del estudio es que no se ha cegado a los participantes ni a los testadores que aplican el programa.

En otros estudios, el programa ha sido impartido por entrenadores que ni si quiera han sido formados para aplicarlo.

7. BIBLIOGRAFÍA

1. McGill, S. Core training evidence translating to better performance and injury prevention. *National strength and conditioning association* 2010.
2. Hughes, G. A review of recent perspectives on biomechanical risk factors associated with anterior cruciate ligament injury. *Research in sports medicine* 2014.
3. Huxel Bliven, K. and Anderson, B.. Core stability training for injury prevention. Still University, Mesa, Arizona 2013.
4. Silvers, HJ. And Silvers, BM. Prevention of anterior cruciate ligament injury in the female athlete. *J Sports Med* 2007
5. Pfeiffer, R., Shea, K., Grandstrand, S., Roberts, D. and Bond, L. Lack of effect of a knee ligament injury prevention program on the incidence of noncontact anterior cruciate ligament injury. *The Journal of Bone & Joint Surgery* 2006.
6. Hewett, T. and Myer, G. The mechanistic connection between the trunk, hip, knee and anterior cruciate ligament injury. *NIH Public Access* 2011.
7. Zazulak, B., Hewett, T., Reeves, P., Goldberg, B and Cholewicki, J. Deficits in Neuromuscular control of the trunk predict knee injury risk. *The American Journal of Sports Medicine* 2007.
8. Zazulak, B., Hewett, T., Reeves, P., Goldberg, B and Cholewicki, J. The effects of core proprioception on knee injury. *The American Journal of Sports Medicine* 2007.
9. Myer, G., Ford, K., Brent, J. and Hewett, T. Differential neuromuscular training effects on ACL injury risk factors in “high-risk” versus “low-risk” athletes. *BMC Musculoskeletal Disorders* 2007
10. Jamison, S., McNeilan, R., Young, G., Givens, D., Best, T. and Chaudhari, A. Randomized controlled trial of the effects of a trunk stabilization program on trunk control and knee loading. *Medicine & Science in Spots & Exercise* 2012.
11. Pfile, K., Hart, J., Herman, D., Hertel, J., Kerrigan, C. and Ingersoll, C. Different exercise training interventions and drop-landing biomechanics in high school female athletes. *Journal of Athletic Training* 2013.
12. Brown, T., Palmieri-Smith, R. and McLean, S. Comparative adaptations of lower limb biomechanics during unilateral and bilateral landing after different neuromuscular-

based ACL injury prevention protocols. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2014.

13. Walden, M., Atroshi, I., Magnusson, H., Wagner, P., Hägglund, M. Prevention of acute knee injuries in adolescent female football players: cluster randomized controlled trial. *BMJ* 2012.
14. Leporace, G., Praxedes, J., Ribeiro, G., Medeiros, S., Chagas, D., Metsavath, L., Chame, F., Batista, L.A. Influence of a preventive training program on lower limb kinematics and vertical jump height of male volleyball athletes. *Physical Therapy in Sport* 2012.

