



Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud Licenciatura en Kinesiología y Fisiatría

**Año 2023
Trabajo Final de Carrera (Tesis)**

**Efectividad de un programa de entrenamiento neuromuscular y
propioceptivo sobre la incidencia de lesiones de LCA en atletas
adolescentes
Revisión Sistemática**

**Effectiveness of a neuromuscular and proprioceptive training
program on the incidence of ACL injuries in adolescent athletes
Systematic Review**

Alumna:

María Sol Bodini

Mariasol.bodini@alumnos.uai.edu.ar

Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud

Universidad Abierta Interamericana

Tutor:

Javier Crupnik

Javier.crupnik@uai.edu.ar

Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud

Universidad Abierta Interamericana

Agradecimientos:

Principalmente a mi familia, a mi mamá, Cecilia y a mi papá, Carlos, por su apoyo incondicional en todo momento de la carrera, que me alentaron para perseguir mis metas y cumplir mis objetivos. Por la paciencia que me tuvieron para terminar la carrera y poder seguir practicando el deporte que más me gusta. Por su impulso constante para superar los desafíos y nunca dudar de mis capacidades.

Agradezco también a mis hermanos, Tomás y Francisco “Panchi”, que junto a mis papás son mis pilares.

A Facundo, mi novio, que estuvo presente en este camino, por ser mi compañero y brindarme apoyo emocional en todo momento.

A mis amigas de siempre y las del club, que a lo largo de la carrera me ayudaron a estudiar, que me entendieron en momentos de crisis y me tuvieron paciencia en todo momento. Por todas sus palabras de aliento y, sobre todo, celebrar mis triunfos.

Por último, a mi gran compañera de esta carrera, Wanda. Gracias por los momentos de estudio compartidos, debates y las risas contagiosas han sido verdaderos alivios en medio de las exigencias académicas. Por energía positiva y motivación constante que nos llevaron a disfrutar el proceso.

Efectividad de un programa de entrenamiento neuromuscular y propioceptivo sobre la incidencia de lesiones de LCA en atletas adolescentes

Revisión Sistemática

Effectiveness of a neuromuscular and proprioceptive training program on the incidence of ACL injuries in adolescent athletes

Systematic Review

Bodini S, Crupnik J.

Resumen

Introducción: Deportes como el fútbol, básquet y handball se consideran entre los más riesgosos de sufrir lesiones del ligamento cruzado anterior. En consecuencia, es importante desarrollar métodos de prevención eficaces para disminuir la incidencia de lesiones de rodilla en deportistas. Programas de entrenamiento neuromuscular aumentan la fuerza muscular, equilibrio y propiocepción. **Objetivos:** Describir la evidencia publicada con respecto a la efectividad de un programa de entrenamiento sobre la incidencia de lesiones del ligamento cruzado anterior (LCA) en atletas adolescentes. **Material y métodos:** Revisión bibliográfica basada en la búsqueda de artículos científicos sobre planes de entrenamiento en jugadoras adolescentes de handball, fútbol y básquet amateurs y/o profesionales.

Palabras Clave: *Handball; Football; Basketball; Neuromuscular; Anterior cruciate ligament; prevention; female; athletes*

Abstract

Introduction: Sports such as soccer, basketball and handball are considered among the most risky sports for anterior cruciate ligament injuries. Consequently, it is important to develop effective prevention methods to decrease the incidence of knee injuries in athletes. Neuromuscular training programs increase muscle strength, balance and proprioception. **Objectives:** To describe the published evidence regarding the effectiveness of a training program on the incidence of anterior cruciate ligament (ACL) injuries in adolescent athletes. **Material and methods:** Literature review based on the search of scientific articles on training plans in adolescent female handball, soccer and amateur and/or professional basketball players.

Keywords: *Handball; neuromuscular; Anterior cruciate ligament; prevention; female; athletes*

INTRODUCCIÓN

Deportes como el handball, básquet y, principalmente, el fútbol, se encuentran dentro de los más conocidos en todo el mundo, especialmente en Europa. Por sus características de alta exigencia y contacto físico, con un gran número de acciones que requieren habilidad, potencia y resistencia, surge el alto riesgo de lesiones. Por lo tanto, ha adquirido un interés creciente para los médicos deportivos.^{1,5}

Existen tres mecanismos principales de alto riesgo para el jugador: el lanzamiento, el contacto y el aterrizaje. Estos pueden provocar lesiones agudas o causar microtraumatismos repetitivos con lesiones por sobreuso.¹

Las lesiones del ligamento cruzado anterior (LCA) son especialmente frecuentes. Se deben a una distensión de la rodilla con el pie bien asentado sobre el suelo. Suelen producirse al realizar un movimiento de corte con cambio de dirección o al aterrizar de un salto. El mecanismo de lesión se genera por una rotación forzada en valgo externo de rodilla. La fuerza de rotación del cuerpo girando sobre la articulación fija es suficiente para dañar la fuerza de rotación de la rodilla. En muchos casos, el LCA se lesiona tras la aplicación de una fuerza externa a la rodilla, y este tipo de traumatismo puede implicar a diferentes estructuras de la rodilla. La desafortunada tríada de O Donohue (LCA, LLI y menisco) es el clásico ejemplo.^{1,2,4,14}

Existe una diferencia de género en la incidencia de las lesiones del LCA, ya que las jugadoras sufren de cuatro a seis veces más que los atletas masculinos.¹

La prevención de las lesiones, sobre todo en el ámbito de las roturas del LCA, ha crecido considerablemente en los últimos años y ya ha demostrado su eficacia mediante la aplicación de programas de entrenamiento neuromuscular (NM) y de calentamiento estructurado. Los componentes del entrenamiento, como el entrenamiento de fuerza, la pliometría, junto con el equilibrio, la propiocepción y la educación de la técnica correcta son de vital importancia.^{1,6}

Estos tipos de deportes, que se caracterizan por los cambios de direcciones en el juego, que tienen altas tasas de incidencia de lesiones, en particular, del LCA, es importante investigar la prevención de este tipo lesiones en el deporte para asegurar una participación deportiva sostenible, evitar tiempo perdido de participación y competencia, abandono de la práctica deportiva y desarrollo de osteoartritis temprana.^{3,5}

La estabilización dinámica a través del sistema de control NM ayuda a proteger la articulación de la rodilla durante las tareas dinámicas relacionadas con el deporte. Las relaciones antagonista-agonista son cruciales para la estabilidad de la articulación. En el caso de la articulación de la rodilla, la coactivación de los isquiotibiales y el cuádriceps puede ser fundamental para evitar o reducir el movimiento de la rodilla y las cargas que aumentan el riesgo de lesión del LCA. El reclutamiento de los isquiotibiales reduce las cargas del LCA procedentes del cuádriceps y puede ayudar a la rodilla al resistir la traslación tibial anterior y lateral de la tibia y las rotaciones transversales de la tibia.^{3,4}

Se ha demostrado que, dentro de los factores de riesgo, el control NM es modificable mediante el entrenamiento NM, lo que permite mejorar el rendimiento deportivo. Programas de entrenamiento de salto basados en mejorar en la técnica de aterrizaje para disminuir las fuerzas mediante la enseñanza el control NM de los miembros inferiores durante el aterrizaje, disminuyeron la incidencia de lesiones graves de rodilla.^{5,9}

El alto impacto físico, mental, emocional y económico de esta lesión lleva a este trabajo de investigación, al estudio de estrategias de prevención a través del entrenamiento de fuerza, estabilidad central, educación, control neuromuscular, agilidad y polimetría.

Es por esto, que el objetivo de esta revisión bibliográfica es determinar la efectividad de la implementación de programas de entrenamiento preventivos en la reducción de la incidencia de lesiones de LCA en deportistas adolescentes.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio es una revisión sistemática con metodología cualitativa. Se realizó en un ámbito universitario.

Estrategia de búsqueda

Se realizó una búsqueda bibliográfica formulada para la base de datos PubMed y modificada para Google Académico y Research Gate.

Con respecto a PubMed, se utilizaron los siguientes términos Mesh: “Anterior Cruciate Ligament”, “ACL injuries”, “athlete”, “Athletic Injuries”, “Knee Injuries / prevention & control”. Estos términos fueron combinados con operadores booleanos “AND”, “OR”, “NOT” para ajustar la búsqueda.

Donde se encontraron 2944 resultados.

Se restringió la búsqueda por sexo femenino, edad y se limitó al tipo de artículo “randomized controlled trial”, “controlled clinical trial”, “clinical trial” y “trial”.

Esto limitó la búsqueda a 93 resultados.

Además, se utilizaron palabras claves: handball, football, basketball, neuromuscular, training, femenino, prevención.

Finalmente, se obtuvieron 7 resultados.

En la base de datos Research Gate, con tan solo escribir las palabras claves utilizadas en Pubmed, y los filtros aplicados, se obtuvo un resultado.

En google académico se obtuvieron algunos resultados ya obtenidos en Pubmed.

En total, se utilizaron siete artículos para esta revisión sistemática. (Figura 1).

Criterios de elegibilidad

Los criterios de inclusión utilizados para esta revisión sistemática fueron: Estudios prospectivos, ensayos clínicos, sin distinción de idioma, publicados entre los años 1995 a 2022, en donde se aplicaron un programa preventivo destinado a reducir la incidencia de LCA, en jugadoras de handball, fútbol y básquet profesional y/o amateur.

Criterios de exclusión: revisión sistemática o narrativa, meta-análisis, artículos en donde se incluyan solo jugadores de sexo masculino. (Figura 1).

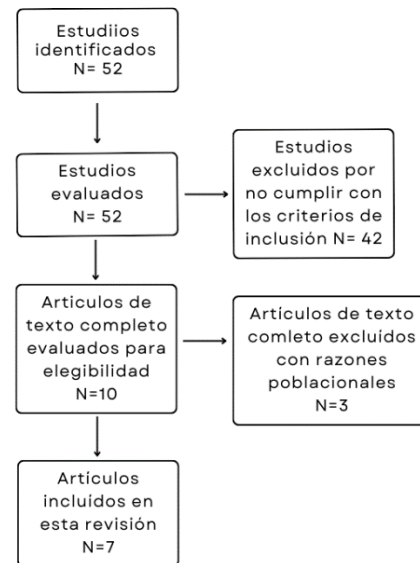


Figura 1. Diagrama de flujo.

Datos recolectados

Se utilizaron 7 artículos correspondientes a ensayos clínicos y estudios primarios de la base de datos revisadas. A continuación, ya traducidos, leídos críticamente y recolectando las variables a analizar para así ampliar la discusión del tema en cuestión.

Se describieron las variables más relevantes debido a la heterogeneidad de las características de los estudios incluidos: Autor y año publicado, lugar de población reclutada, población, grupos de intervención, grupos control, tipo de programa, duración del programa, entrenamiento y frecuencia semanal (Tabla 1). Asimismo, se describieron los componentes del programa de entrenamiento y resultados de los mismos. (Tabla 2).

Tabla 1. Variables

Autor y año publicado	Diseño	País	Población	Grupo de Intervención N/ Tipo de programa	Grupo Control N/ Tipo de programa	Duración del programa / entrenamiento / frecuencia
M. Zebis 2015	Ensayo Aleatorio	Dinamarca	15 - 16 años Escuela superior de deportes	N=20 Programa NM	N= 20 EH	12 semanas/15 minutos/3 x semana
L. Achenbach 2017	Ensayo Aleatorio	Alemania	14 - 18 años Liga Sub 16 / Liga Sub 18	N= 98 Programa NM	N= 76 EH	10/12 semanas + 1 temporada /15 minutos/ 2/3 x semana
K. Steffen 2008	Ensayo Aleatorio	Noruega	13 - 17 años Liga Sub 17	N= 1073 Programa NM	N= 947 CH	1 temporada (8 meses) / 15 minutos/ Díarios (15 días)/ 1 x semana
Bee-Oh Lim 2009	Estudio cohorte	USA	15 - 17 años Equipos de escuelas secundarias	N= 11 Programa NM	N= 11 CH	8 semanas / 20 minutos / no especifica
M. Walden 2012	Ensayo Aleatorio	Suecia	12 - 17 años Federación Sueca de fútbol	N= 2479 Programa NM	N= 2085 CH	1 temporada (7meses) / 15 minutos / 2 x semana
N. Wedderkopp 1999	Estudio Prospectivo	Dinamarca	16 - 18 años Asociación Danesa de Handball	N= 111 Programa NM y PC	N= 126 EH	10 meses / 15 minutos / todos los entrenamientos
O. Olsen 2005	Ensayo Aleatorio	Noruega	15 - 17 años Federación Noruega de Handball	N= 808 Programa NM y PC	N= 778 CH	15 entrenamientos / 15-20 minutos / No especifica

CH: Calentamiento habitual

EH: Entrenamiento habitual

NM: Neuromuscular

PC: Propioceptivo

Tabla 2. Componentes del entrenamiento.

Autor	Componentes del programa	Resultados
M. Zebis	Ejercicios con tablas de bamboleo, colchonetas de equilibrio y pelotas. Trabajos de conciencia corporal y control motor de caderas, rodillas y tobillos durante tareas de bipedestación, carrera, corte lateral, salto y aterrizaje	GC: incidencia lesiones 35% GI: incidencia lesiones 5%
L. Achenbach	Ejercicios de saltos, aterrizajes (unipodales y contralateral de aterrizaje a una pierna), propioceptivos (estabilización a una pierna), polimétricos (saltos multidireccionales bipodal/unipodal/ y breve tiempo de contacto con el suelo) y fuerza para los cuádriceps, isquiotibiales (curl nórdicos) y core (plancha y variantes)	No se encontraron diferencias significativas (GC 34% / GI 32%)
K. Steffen	Estabilidad central (Plancha frontal/lateral), equilibrio, fuerza muscular (Isquiotibiales nórdicos), pliometría (Saltos bipodal/unipodal/multidireccionales), agilidad (trote/carrera) y educación (folleto impreso que explicaba la ejecución de los ejercicios).	No se encontraron diferencias significativas
Bee-Oh Lim	Trabajos de estiramientos de los músculos de los miembros inferiores, fuerza muscular (estocadas/gemelos/curls nórdicos). Pliometría (bipodales, multidireccionales, unipodales)	No se encontraron diferencias significativas
M. Walden	Estabilidad central/core (puente glúteo bipodal/unipodal, planchas laterales/frontal), fuerza muscular (Sentadilla bipodal/unipodal, estocada), equilibrio, y técnica de salto/aterrizaje con énfasis en alineación adecuada (bipodal/unipodal/multidireccionales). 4 fases de dificultad progresiva y 1 ejercicio en pareja (precedidos por 5 minutos de carrera de baja intensidad).	GC: incidencia lesiones 0,67% GI: incidencia lesiones 0,28%
N. Wedderkopp	Entrenamiento habitual con discos de tobillo durante 15min. Pliometría (saltos unipodales y bipodales)	GC: 66 jugadoras lesionadas GI: 14 jugadoras lesionadas
O. Olsen	Trabajos sobre la mejora de la conciencia y control de rodillas y tobillos durante la bipedestación, carrera, corte, salto y aterrizaje. Se utilizaron tablas de equilibrio y colchonetas. Hincapié en la estabilidad de tronco. Fuerza de miembros inferiores	No especifica porcentaje. Sin embargo, hubo tendencia hacia la reducción de lesiones LCA

RESULTADOS

De los siete estudios que se incluyeron en esta revisión, cuatro demostraron diferencias significativas en la reducción de la incidencia de lesión del LCA y/o lesiones graves de rodilla: M. Zebis et al.⁶; G; O. Olsen et al.³; N. Wedderkopp et al.¹³; M. Walden et al.¹⁷; Basados en programas de entrenamiento neuromusculares y propioceptivos.

Tanto en el estudio de K. Steffen et al.¹⁵; como el de L. Achenbach et al.⁴; y Bee Oh-Lim et al.¹⁸

se observó, aunque no fue significativo, un porcentaje menor de lesiones del LCA en comparación con el de grupo control.

Tres de los siete estudios incluidos, proponen aplicar el plan de entrenamiento durante la pretemporada y toda la temporada de juego (L. Achenbach et al.⁴, K. Steffen et al.¹⁵ y M. Walden et al.¹⁷). Mientras que los estudios de M. Zebis et al.⁶ propone doce semanas, O. Olsen et al.³ quince entrenamientos, Bee Oh-Lim et al.¹⁸ propone ocho semanas y N. Wedderkopp et al.¹³ diez meses. (Tabla 1)

En cuanto al tiempo de aplicación del programa, todos proponen entre diez a veinte minutos por entrenamiento.

Dos de los siete artículos proponen una frecuencia de tres veces por semana (M. Zebiz et al.⁶; y L. Achenbach et al.⁴), todas las entradas en calor de todos los entrenamientos (N. Wedderkopp et al.¹³), dos veces por semana (M. Walden et al.¹⁷), una vez por semana (W. K. Steffen et al.¹⁵) y dos de los estudios no específica (O. Olsen et al.³ y Bee Oh-Lim et al.¹⁸).

Componentes

El énfasis se ha puesto en los factores de riesgo modificables con el objetivo de abordar los posibles déficits biomecánicos.

Los ejercicios incluidos en los programas de entrenamiento tienen como objetivo incrementar la fuerza de los músculos de miembros inferiores (isquiotibiales y cuádriceps principalmente), lograr una buena estabilidad de core, una buena conciencia y control corporal y una correcta técnica de aterrizaje poniendo énfasis en la alineación adecuada y un mayor grado de flexión de rodilla (para evitar aterrizajes rígidos). Además de exponer a las deportistas a gestos deportivos específicos considerados desencadenantes de una lesión de LCA. (Tabla 2).

DISCUSIÓN

Un plan de entrenamiento sobre la incidencia de lesión de LCA, teniendo en cuenta los factores de riesgo desencadenantes de la misma, ha demostrado ser beneficioso para la prevención de la misma, como una estrategia motora más protectora del LCA.

Con respecto a la prevención de lesiones del LCA se han centrado en identificar los factores de riesgo de la misma, incluidos los factores neuromusculares y propioceptivos.^{6,9}

En el estudio de K. Zebis et al (2015), se aplicó un programa de prevención de lesiones como calentamiento antes de su entrenamiento habitual durante 12 semanas. Luego se evaluaron las jugadoras utilizando electromiografía de superficie (EMG) y análisis

tridimensional del movimiento, en donde se calculó la amplitud EMG del vasto lateral (VL), semitendinoso (ST) y bíceps femoral 10ms antes de entrar en contacto inicial (CI) normalizada a la amplitud EMG máxima registrada durante la contracción isométrica voluntaria máxima y la diferencia de preactividad EMG VL-ST durante los 10ms antes del contacto con el pie (resultado primario). Se midió el momento valgo máximo de la articulación de la rodilla y el ángulo valgo de la rodilla en el CI. Como resultados hubo una diferencia entre grupos en el seguimiento de la preactividad VLST (43% de diferencia entre grupos; IC del 95%: 32% a 55%). No se observaron diferencias entre los grupos en las variables cinemáticas y cinéticas.

En cuanto al artículo de L. Achenbach et al. (2017) el programa se aplicó durante el entrenamiento habitual durante 12 semanas más una temporada completa. Cada mes, los entrenadores tenían que documentar en minutos la exposición a entrenamientos y partidos de cada jugador y tenían que informar de los detalles de la lesión, como el diagnóstico y el tratamiento, mediante un cuestionario en línea o poniéndose en contacto directamente con el equipo del estudio. El cuestionario de notificación de lesiones se adaptó a los protocolos de notificación de lesiones utilizados habitualmente en los deportes de equipo y en estudios anteriores. La incidencia de lesiones se calculó por 1000 h de exposición al balonmano de equipo durante los partidos y los entrenamientos, así como la suma de los entrenamientos y los partidos.

O. Olsen et al (2005), desarrollaron un programa de entrenamiento durante quince encuentros en el que se pidió a los entrenadores y/o a los fisioterapeutas del equipo que informaran de todas las lesiones del LCA, y se contactó con ellos por teléfono para asegurarse de que no se pasaba por alto ninguna lesión de rodilla. Los fisioterapeutas entrenados entrevistaron a los jugadores con sospecha de lesiones del LCA, utilizando un cuestionario estándar. Entre la información solicitada en cada caso figuraban los datos personales, los antecedentes menstruales y el mecanismo de la lesión.

N. Wedderkopp et al. (1999) crearon un programa de entrenamiento de programas de atletas de elite y los diseñados para la

rehabilitación de atletas lesionados con rotura de LCA, aplicado durante una temporada de 10 meses todos los entrenamientos durante 10 - 15 minutos. Al terminar la temporada, los resultados indicaron que el uso del programa de intervención disminuyó significativamente el número de lesiones tanto traumáticas como por sobreuso

Con respecto al estudio de Bee-Oh Lim et al (2009), en el que se aplicó un programa de entrenamiento para la prevención de lesiones deportivas durante ocho semanas, los primeros 20 minutos de cada entrenamiento, se les pidió a los preparadores físicos que realicen tres controles de seguimiento cada dos semanas para asegurarse que los ejercicios se realizaban correctamente y estimular el cumplimiento del programa. Para evaluar a las participantes se realizaron análisis tridimensionales del movimiento de la fase de aterrizaje del salto de rebote para medir variables cinemáticas y cinéticas seleccionadas, que incluían altura del salto, ángulo máximo de flexión de la rodilla, distancia entre rodillas, ángulo máximo de rotación interna de la rodilla, momento máximo de extensión de rodilla y momento máximo valgo de la rodilla. Comparando los resultados del grupo experimental antes y después del entrenamiento, identificó efectos del entrenamiento en todos los parámetros de fuerza ($P = 0,004$ a $0,043$) y en la flexión de rodilla, que refleja una mayor flexibilidad ($P = 0,022$). El grupo experimental mostró mayores ángulos de flexión de la rodilla ($P = 0,024$), mayores distancias entre las rodillas ($P = 0,004$), menores relaciones isquiotibiales-cuádriceps ($P = 0,023$) y menores pares máximos de extensión de rodilla ($P = 0,043$) tras el entrenamiento.

M. Walden et al. (2012), con un programa de calentamiento neuromuscular de 15 minutos (centrado en la estabilidad central, equilibrio y alineación correcta de las rodillas) que se llevó a cabo dos veces por semana durante una temporada, se reclutaron fisioterapeutas y médicos para instruir a los entrenadores en la recogida de datos y registro de lesiones. Al final de la temporada, se registraron 21 lesiones de LCA de las cuales 7 (0,28%) pertenecían al GI y 14 (0,67%) al GC. Así mismo, se observó una reducción de la incidencia de otras lesiones de miembros inferiores en el GI en comparación del GC.

El estudio de K. Steffen et al. (2008), similar al de M. Walden en el cual se aplicó un programa de entrenamiento neuromuscular durante una temporada en durante el calentamiento habitual y se basaron en el análisis de registro de lesiones al final de la temporada. Pero, a diferencia del anterior, no se observaron diferencias en la tasa global de lesiones entre el GI y el GC.

Conclusión

Según los estudios analizados en esta revisión bibliográfica se determinó que la implementación de programas de entrenamiento preventivos, basados en ejercicios neuromusculares específicos, reduce la incidencia de lesiones de LCA en deportistas adolescentes. Sin embargo, el éxito de la prevención depende del buen cumplimiento y adherencia de los participantes sumado a una correcta aplicación del mismo.

Asimismo, se necesitan más investigaciones para determinar el efecto de cada componente del programa de entrenamiento sobre la función neuromuscular y riesgo de lesiones.

CONFLICTOS DE INTERÉS

Los autores declaran no tener conflictos de interés

BIBLIOGRAFÍA

- 1) Rocha Piedade S, Neyret João P, Espregueira-Mendes, Cohen M, Hutchinson M. (2021) Specific Sports-Related Injuries.
- 2) Eduard Alentorn-Geli, Gregory D. Myer, Holly J. Silvers, Gonzalo Samitier, Daniel Romero, Cristina La'zaro-Haro, Ramón Cugat. 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) 17:705–729.

- 3) Olsen, O.-E., Myklebust, G., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2004). Injury Mechanisms for Anterior Cruciate Ligament Injuries in Team Handball. *The American Journal of Sports Medicine*, 32(4), 1002–1012
- 4) Achenbach, L., Krutsch, V., Weber, J., Nerlich, M., Luig, P., Loose, O., Krutsch, W. (2017). Neuromuscular exercises prevent severe knee injury in adolescent team handball players. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 26(7), 1901–1908.
- 5) Michaelidis, M., & Koumantakis, G. A. (2014). Effects of knee injury primary prevention programs on anterior cruciate ligament injury rates in female athletes in different sports: A systematic review. *Physical Therapy in Sport*, 15(3), 200–210.
- 6) Zebis MK, Andersen LL, Brandt M, Myklebust G, Bencke J, Lauridsen HB, Bandholm T, Thorborg K, Hölmich P, Aagaard P. Effects of evidence-based prevention training on neuromuscular and biomechanical risk factors for ACL injury in adolescent female athletes: a randomised controlled trial. *Br J Sports Med*. 2016 May;50(9):552-7. doi: 10.1136/bjsports-2015-094776. Epub 2015 Sep 23. PMID: 26400955.
- 7) Holm, I., Fosdahl, M. A., Friis, A., Risberg, M. A., Myklebust, G., & Steen, H. (2004). Effect of Neuromuscular Training on Proprioception, Balance, Muscle Strength, and Lower Limb Function in Female Team Handball Players. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 14(2), 88–94.
- 8) Mandelbaum, B. R., Silvers, H. J., Watanabe, D. S., Knarr, J. F., Thomas, S. D., Griffin, L. Y., ... Garrett, W. (2005). Effectiveness of a Neuromuscular and Proprioceptive Training Program in Preventing Anterior Cruciate Ligament Injuries in Female Athletes. *The American Journal of Sports Medicine*, 33(7), 1003–1010.
- 9) Myklebust, G., Engebretsen, L., Brækken, I. H., Skjølberg, A., Olsen, O.-E., & Bahr, R. (2003). Prevention of Anterior Cruciate Ligament Injuries in Female Team Handball Players: A Prospective Intervention Study Over Three Seasons. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 13(2), 71–78.
- 10) Myklebust, G., Engebretsen, L., Brækken, I. H., Skjølberg, A., Olsen, O.-E., & Bahr, R. (2003). Prevention of Anterior Cruciate Ligament Injuries in Female Team Handball Players: A Prospective Intervention Study Over Three Seasons. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 13(2), 71–78.
- 11) Olsen, O.-E., Myklebust, G., Engebretsen, L., Holme, I., & Bahr, R. (2005). Exercises to prevent lower limb injuries in youth sports: cluster randomised controlled trial. *BMJ*, 330(7489), 449.
- 12) Petersen, W., Braun, C., Bock, W., Schmidt, K., Weimann, A., Drescher, W. Zantop, T. (2005). A controlled prospective case control study of a prevention training program in female team handball players: the German experience. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, 125(9), 614–621.
- 13) Wedderkopp, N., Kaltoft, M., Lundgaard, B., Rosendahl, M., & Froberg, K. (2007). Prevention of injuries in young female players in European team handball. A prospective intervention study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 9(1), 41–47.
- 14) W. E. Prentice. (2001). Técnicas de rehabilitación en medicina deportiva. 3º Edición. Editorial Paidotribo.)
- 15) Steffen, K., Myklebust, G., Olsen, O. E., Holme, I., & Bahr, R. (2008). Preventing injuries in female youth football - a cluster-randomized controlled trial. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 18(5), 605–614.

- 16) Bram, J. T., Magee, L. C., Mehta, N. N., Patel, N. M., & Ganley, T. J. (2020). Anterior Cruciate Ligament Injury Incidence in Adolescent Athletes: A Systematic Review and Meta-analysis. *The American Journal of Sports Medicine*, 036354652095961.
- 17) Walden, M., Atroshi, I., Magnusson, H., Wagner, P., & Hagglund, M. (2012). Prevention of acute knee injuries in adolescent female football players: cluster randomised controlled trial. *BMJ*, 344(may03 1), e3042–e3042.
- 18) Lim, B.-O., Lee, Y. S., Kim, J. G., An, K. O., Yoo, J., & Kwon, Y. H. (2009). Effects of Sports Injury Prevention Training on the Biomechanical Risk Factors of Anterior Cruciate Ligament Injury in High School Female Basketball Players. *The American Journal of Sports Medicine*, 37(9), 1728–1734.