



Revisión



Prevención y tratamiento de lesiones de ligamento cruzado anterior relacionadas con el deporte

D. Vaamonde^{a,b}, A. Vega Lozano^a, A. Canales Domínguez^a, J. Barossi^c

^a Departamento de Ciencias Morfológicas. Facultad de Medicina y Enfermería. Universidad Córdoba. Córdoba. España.

^b International Network on Physical Exercise and Fertility (INPEF). Córdoba. España.

^c Clínica Jeff Barossi Fisioterapia do Esporte. São Leopoldo. Brasil.

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO: Recibido el 27 de diciembre de 2018, aceptado el 7 de mayo de 2019, online el 6 de junio de 2019

RESUMEN

El ligamento cruzado anterior de la rodilla, debido a sus características anatómicas, es una de las estructuras más vulnerables y, por ende, con mayor probabilidad de sufrir lesiones. En el ámbito deportivo la lesión de este elemento puede llegar a suponer el 50-60% del total de todas las lesiones que requieren cirugía. A pesar de todos los esfuerzos preventivos y las numerosas técnicas quirúrgicas que existen actualmente, continúa siendo difícil el disminuir la tasa de incidencia de rotura debido a su alta exposición.

El objetivo en el programa de rehabilitación consta de una preparación del paciente y su rodilla previa a la cirugía, una restauración de la flexo-extensión postcirugía y finaliza con un protocolo de rehabilitación acelerada de la estabilización y el control dinámico de la articulación, el cual es fundamental para recuperar la función normal y devolver, de manera exitosa, al paciente a la actividad deportiva.

Palabras clave: LCA; Competición; Rehabilitación; Deportista; Baloncesto.

Prevention and treatment of sports-related anterior cruciate ligament injuries

ABSTRACT

Due to its anatomical characteristics, the anterior cruciate ligament of the knee is one of the most vulnerable structures, and, therefore, the likelihood of suffering injuries is higher. In sports, this injury could represent 50-60% of the total number of injuries needing surgery. Although nowadays there are many preventive efforts as well as several different surgical techniques, it is still difficult to decrease the rupture incidence rate.

The successful rehabilitation program focuses on the preparation of patient and knee before the surgery takes place, the quickest possible post-surgical restoration of the flexion-extension and, finally, the accelerated rehabilitation of stabilization and dynamic control of the joint. The latter aspect is essential to recover the normal functioning of the joint and to be able to successfully return the patient to the sports activity.

Keywords: ACL; Competition; Rehabilitation; Sportsmen; Basketball.

Prevenção e tratamento de lesões de ligamento cruzado anterior relacionadas ao esporte

RESUMO

O ligamento cruzado anterior do joelho, devido as suas características anatómicas, é uma das estruturas mais vulneráveis e, portanto, com maior probabilidade de sofrer lesões. No âmbito esportivo, a lesão dessa estrutura pode chegar a 50-60% do total de todas as lesões que requerem cirurgia. Apesar de todos os esforços preventivos e das numerosas técnicas cirúrgicas que existem atualmente, continua sendo difícil reduzir a taxa de incidência de ruptura devido a sua alta exposição.

O objetivo do programa de reabilitação consiste em uma preparação do paciente e seu joelho antes da cirurgia, uma restauração da flexo-extensão pós-cirúrgica e finaliza com um protocolo de reabilitação acelerada para estabilização e controle dinâmico da articulação, que é fundamental para recuperar a função normal e devolver, de maneira exitosa, o paciente para a atividade esportiva.

Palavras chave: LCA; Competição; Reabilitação; Atleta; Basquete.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: fivresearch@yahoo.com (D. Vaamonde).

<https://doi.org/10.33155/j.ramd.2019.05.006>

Consejería de Educación y Deporte de la Junta de Andalucía. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND

(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

Introducción

La rodilla es una de las articulaciones más susceptibles de sufrir una lesión debido a su situación anatómica entre la articulación coxofemoral y la articulación del tobillo, donde se expone a la transmisión de fuerzas procedentes del miembro inferior¹. Los ligamentos cruzados, como estabilizadores de esta articulación son responsables del control de la cinemática de la rodilla y actúan como órganos sensoriales que nos informan de la musculatura que rodea la articulación².

El ligamento cruzado anterior (LCA) es una de las estructuras que mayor incidencia de lesión presenta, en torno al 50%, llegando incluso hasta el 60% cuando se trata de lesiones en el ámbito deportivo que necesitan cirugía³. No sólo el deporte es un condicionante para sufrir una rotura del LCA, sino que también numerosos factores intrínsecos del deportista como el peso, estatura, tono muscular y sexo, entre otros, favorecen la lesión.

La principal función del ligamento es impedir el desplazamiento a anterior de la tibia en relación al fémur, y en menor medida, controlar durante la carga la laxitud en valgo, en varo y la rotación², por lo que el mecanismo lesional de dicho ligamento sucede realizando una serie de actividades como: detenerse de forma brusca y súbita; hacer giros con el pie apoyado provocando la rotación del fémur sobre la tibia; aterrizar después de un salto o tras un contacto directo con una persona o un objeto, aunque esto sea menos frecuente⁴.

Numerosos estudios afirman que se produce un importante número de lesiones del LCA con contacto. Sin embargo, la realidad es que la mayoría de las lesiones se producen sin un contacto directo, aunque la presencia de rivales alrededor aumenta el riesgo de sufrir esta lesión³. Incluso la existencia de fatiga supone un factor de riesgo más a considerar, ya que aumenta la probabilidad de rotura del ligamento⁵.

La rotura del LCA, devastadora tiempo atrás, supuso el fin de la carrera deportiva de muchos atletas. No obstante, actualmente existen gran cantidad de técnicas quirúrgicas refinadas⁶ que, junto con un diagnóstico temprano y eficaz y un tratamiento multidisciplinar son de gran importancia para que la persona pueda volver con normalidad a la práctica deportiva.

Con el presente trabajo de revisión se pretende tener un conocimiento actual de la prevención y tratamiento de lesiones de LCA en deportistas.

Método

Para la selección de artículos que han conformado este trabajo de revisión bibliográfica se llevó a cabo una búsqueda mediante palabras clave en las bases de datos PubMed, Google Académico y Medline. Los términos empleados fueron sports, injuries, pain, "anterior cruciate ligament", knee y rehabilitation unidos a los términos prevention and control, diagnosis, treatment y proprioception junto a otros términos como "joint instability", "osteoarthritis knee", athletes y fibrosis. De todos los términos mencionados anteriormente, corresponden a términos MeSH los siguientes: sports, pain, "anterior cruciate ligament", athletes, knee, rehabilitation, diagnosis y fibrosis.

La búsqueda de artículos se llevó a cabo desde abril de 2018 hasta diciembre de 2018. La búsqueda inicial se acotó a un periodo de publicación entre 2008 a 2018, exceptuando una serie de artículos de años anteriores a 2008 que aportaban información relevante y de interés para la presente revisión. Para la selección de los artículos se aplicaron unos criterios de inclusión entre los que se encontraba el idioma (español e inglés), que fueran artículos de investigación, artículos de revisión narrativa, artículos de revisión sistemática o metaanálisis. Mientras que los criterios de exclusión fueron aquellos artículos que no estaban relacionados con el deporte. Además de los criterios mencionados,

los resúmenes se leyeron independientemente por dos investigadores para determinar su relevancia científica y determinar la inclusión final de artículos, que fue de 36.

Resultados

Anatomía

El LCA es una estructura primaria muy importante en la estabilización y biomecánica de la articulación de la rodilla. Su inserción proximal se sitúa en una fosa en la cara posterior de la superficie medial del cóndilo femoral lateral, mientras que su inserción distal se encuentra en una fosa situada en la cara anterior de la espina tibial anterior⁷.

El ligamento está compuesto por diferentes fibras de colágeno que se entrelazan entre sí formando una compleja red⁸, siendo el colágeno tipo I el más predominante con unas dimensiones de unos 20 µm de ancho que se agrupan en fascículos con una orientación especial⁹. Algunos de estos fascículos son anchos y densos, mientras que otros son pequeños y laxos, rodeados de tejido conectivo. Además, presentan una serie de mecanorreceptores como los corpúsculos de Pacini, los corpúsculos de Ruffini, órganos de Golgi y terminaciones libres¹⁰.

La irrigación del ligamento es escasa y depende principalmente de las arterias geniculares medias (ramas ligamentosas y terminales), inferiores y laterales (ramas terminales) y además depende del plexo sinovial^{8,11}. Por otra parte, la inervación depende de ramificaciones del nervio tibial.

Biomecánica

El LCA está formado por dos fascículos, donde las fuerzas transmitidas a lo largo de éstos varían según la posición de flexoextensión de la rodilla¹². El fascículo anteromedial (AM) es el más posterior y externo en la tibia y más posterior y distal en el fémur¹¹ y tiene como principal función estabilizar el cajón anterior de la rodilla entre los 0 y los 90° de flexión. Por otro lado, el fascículo posterolateral (PL) es más anterior e interno en la tibia y más proximal y anterior en el fémur¹¹ y se encarga de controlar la rotación interna.

Por su dirección, el fascículo AM es el más largo y el que se mantiene expuesto a la mayor parte de los traumatismos. En cambio, el fascículo PL se considera que es el que confiere mayor estabilidad de forma global a la rodilla, por lo que la intervención quirúrgica se basa en la reconstrucción del mismo¹.

Mecanismo Lesional

La lesión del LCA tiene lugar cuando el ligamento es incapaz de mantener la estabilidad de la articulación durante la actividad muscular y se produce un aumento de las fuerzas y de la tensión que finalizan con la rotura del ligamento¹³.

La rotura genera alteraciones en la cinemática de la rodilla y los pacientes lo describen, de forma general, como un ruido o chasquido de carácter seco, acompañado de dolor e incapacidad para la marcha, hinchazón moderada o severa de la rodilla y una consecuente inestabilidad en la articulación^{2,14}.

Aproximadamente el 70% de las lesiones de LCA se producen sin contacto "directo" mediante mecanismos de desaceleración bruscos del miembro inferior con el cuádriceps en contracción y la rodilla cercana a la extensión máxima, o debido a cambios de dirección con un apoyo fijo del pie en el suelo. Por otro lado, el 30% restante de las lesiones de LCA y a su vez menos frecuente, se deben a mecanismos de contacto directo con otra persona u objeto cuando la pierna queda fija en el suelo y recibe una serie de fuerzas externas^{7,13}. Según Vaquero Martín, la presencia de lesiones meniscales y ligamentosas son las causantes de las repercusiones negativas sobre los resultados de la reconstrucción de LCA¹⁵.

Diagnóstico

La evaluación y el diagnóstico de la lesión de LCA se deben realizar con la mayor rapidez y brevedad posible, aunque la inflamación y el dolor limite este proceso. Este abordaje de manera inmediata favorece los resultados y evita problemas consecuentes de una inadecuada praxis médica.

La evaluación debe realizarse por un examinador cualificado, mediante la realización de una batería de test funcionales que, de realizarse correctamente, permiten de modo muy preciso el diagnóstico de lesión de LCA, con una sensibilidad del 82% y una especificidad del 94%⁷. Las pruebas más utilizadas para detectar una posible rotura del LCA son la prueba del cajón anterior (con una sensibilidad del 9% al 93%), la prueba de Lachman (con una sensibilidad del 60% al 100%) y la prueba de desplazamiento del pivote (cuya sensibilidad oscila del 27% al 95%)^{7,16}. La prueba de Lachman y la artroscopia son los métodos más significativos para el diagnóstico de LCA¹⁶.

La calidad de los equipos de imagen y la habilidad observadora y experimental de los examinadores influyen sobre la precisión y eficacia del diagnóstico^{17,18}. La resonancia magnética es la prueba por excelencia para diagnosticar la rotura de LCA¹⁹.

Consecuencias de la lesión del LCA

Inestabilidad articular: la estabilidad articular, basada en los ligamentos cruzados (anterior y posterior), los colaterales (medial y lateral) y los meniscos, se ve comprometida en las lesiones de LCA. De tal modo, se produce hipermovilidad e inestabilidad biomecánica y funcional⁴.

Alteración de la masa y la fuerza muscular: al producirse una rotura del LCA, se genera un déficit de masa y fuerza muscular de manera inmediata posterior a la lesión debido a la inactividad de la musculatura de ambos miembros inferiores. Diversos estudios reflejan una mayor atrofia sobre todo de los músculos vasto interno y vasto externo de cuádriceps y, en menor medida, de los músculos flexores de la rodilla. Para intentar combatir la atrofia, el tratamiento más efectivo incluye ejercicios excéntricos, en especial de los músculos cuádriceps y glúteo mayor, la suplementación con proteínas y la estimulación eléctrica^{20,21}.

Alteración en el mantenimiento del equilibrio y la propiocepción: el control postural y el equilibrio se ven alterados en pacientes con rotura unilateral de LCA, debido a la afectación de los mecanorreceptores encargados de informar sobre la posición de la rodilla²⁰. Al perder mecanorreceptores tras la lesión de LCA, se provoca una pérdida tanto de la sensibilidad como del control motor de la rodilla que genera inestabilidad y dificultad en la capacidad de detectar el posicionamiento de la articulación^{20,22}.

Alteración de la marcha: existen cambios en el patrón de la marcha según si el paciente se encuentra en la fase aguda (menos de un mes tras la lesión) o fase crónica (más de dos años tras la lesión). Los pacientes en fase aguda muestran durante el apoyo un momento extensor mantenido en la rodilla y una disminución significativa más prolongada del momento extensor de la cadera. Por su parte, los pacientes crónicos desarrollan un patrón flexor mantenido en la rodilla durante el apoyo del medio-pie, el cual sirve para reducir el posible esfuerzo antero-lateral sobre la tibia durante la marcha²³.

Tratamiento

Las lesiones del LCA en el ámbito deportivo, como baloncesto o esquí, se deben principalmente al pivote sobre la rodilla¹⁵. El tratamiento más común consta de una reconstrucción del ligamento, complementada con un proceso fisioterapéutico postoperatorio²⁴. Existe un alto porcentaje de eficacia con los injertos, que ofrecen excelentes resultados a corto y largo plazo, permitiendo la rápida reincorporación a la rutina deportiva, con

un rendimiento comparable al de deportistas ilesos²⁵. No obstante, existe el riesgo de que se genere osteoartritis en los 7-12 años posteriores a la cirugía²⁶.

Según la lesión, se pueden distinguir dos tipos de pacientes:

-Tolerantes: aquellos que pueden continuar con sus actividades previas, puesto que sólo padecen una laxitud anterior de rodilla. En su caso no se realiza reconstrucción del LCA.

-No tolerantes: representan el 60% de los casos, presentan inestabilidad articular (modificación de la marcha, movilidad reducida en rodilla y aumentada en cadera). Requieren la reconstrucción del ligamento para volver a su vida diaria¹⁵.

Reconstrucción de ligamento

El ligamento roto se sustituye por un injerto que cumpla su función anatómica y biomecánica. Dicha sustitución puede llevarse a cabo de dos formas: intraarticular, intervención sobre la tibia, o extraarticular, intervención a cierta distancia de la inserción del LCA. La técnica escogida es determinante sobre la respuesta del injerto en el paciente¹⁵.

El injerto para la reconstrucción del LCA puede ser o bien un autoinjerto o bien un aloinjerto. Para pacientes con múltiples lesiones u operaciones, la mejor opción son los autoinjertos, típicamente del tercio medio del tendón rotuliano o del semitendinoso o del recto interno del muslo¹⁰, aunque el tendón del cuádriceps podría ser la mejor alternativa (menos dolorosa)²⁷. No obstante, los aloinjertos como el tendón de Aquiles y el rotuliano son una correcta elección cuando la calidad del tendón del propio paciente no es buena y, además, se disminuye el tiempo quirúrgico y de recuperación¹⁰.

Actualmente el uso de los ligamentos sintéticos está aumentando debido a su fácil accesibilidad y simplicidad en la cirugía. Sin embargo, pueden presentar altas tasas de rechazo; no obstante, los LARS® han ganado popularidad por ser mejor aceptados²⁴.

Además de una correcta técnica, numerosas variables influyen sobre el resultado del tratamiento: tipo de fijación, tensión del injerto, durabilidad y disminución de la morbilidad de la zona. Por último, la rehabilitación en el preoperatorio es fundamental para un buen resultado pues disminuye la inflamación y mejora la movilidad¹⁰. En este sentido puede recomendarse el postergar la cirugía hasta que el paciente normalice su marcha y la inflamación sea mínima²⁸.

Proceso de rehabilitación

Un correcto programa de rehabilitación consta de una preparación previa a la cirugía, una restauración de la flexoextensión postcirugía y una estabilización y un control dinámico de la articulación²⁶.

El objetivo es que el paciente pueda volver al 100% de su nivel funcional previo, no sólo a corto sino a largo plazo también. Para tal efecto son fundamentales los ejercicios de fortalecimiento y también los de control propioceptivo y neuromuscular que permitan la recuperación de la estabilidad dinámica requerida en la competición atlética²⁶. Las movilizaciones activas y pasivas postcirugía y una planificación preventiva aumentan notablemente la efectividad para obtener una correcta rehabilitación²⁹.

El protocolo básico sigue los siguientes principios:

-Reducción del edema y el dolor y recuperación del arco de movimiento (debe ser progresiva para no aumentar el edema y dolor), el control y la estabilidad de la articulación.

-Realización de ejercicios isométricos para disminuir la atrofia y aumentar la fuerza en cuádriceps, flexores de rodilla y en el gastrosoleo.

-Tras controlar el proceso inflamatorio y de disminución atrófica se inicia la rehabilitación intensiva evitando movimientos bruscos o de traslación.

-Cuando se recupera alrededor del 70% de la fuerza y resistencia del lado sano se inician técnicas propioceptivas, aumentando la confianza del paciente en sí mismo⁸.

Los protocolos de rehabilitación acelerada después de la reconstrucción del LCA emplean comúnmente estimulación inmediata, levantamiento de peso, electroestimulación neuromuscular y ejercicio para evitar la inactividad y la hipotrofia muscular³⁰.

Las pruebas isocinéticas son muy útiles para evaluar la estabilidad dinámica de la articulación una vez finalizados los procesos operatorio y postoperatorio, ayudando a planificar el tratamiento³¹.

Rehabilitación acelerada

Los pacientes sometidos al programa acelerado de rehabilitación se incorporan a la función normal y a las actividades deportivas mucho antes que los pacientes que siguieron un programa convencional de fisioterapia³². Además, aumentar el rango de movimiento (ROM), la fuerza y la función mediante este programa permite las mejoras indicadas sin comprometer ni el injerto ni la estabilidad de la rodilla.

El tratamiento se realiza de manera progresiva comenzando por una inmovilización de rodilla en extensión y compaginándolo con movilizaciones pasivas durante los primeros días hasta que el dolor vaya disminuyendo y la rodilla recupere los grados de extensión por completo y sea capaz de cargar peso con muletas. La siguiente fase (primeras semanas tras la intervención) consiste en realizar flexión activa asistida por el fisioterapeuta, fortalecimiento de cuádriceps, utilización de escalones, carga parcial de la rodilla afectada y disminución de manera gradual de la inmovilización de rodilla. Se introducen actividades en la sala de musculación como prensa de piernas, sentadillas, cinta de correr o natación para trabajar flexiones de rodilla unilaterales, elevaciones de glúteo o utilización de escalones. La utilización fuera del hogar de rodilleras funcionales sin límites de movilidad establecidos es de gran utilidad en el primer mes.

Tras el primer mes se evalúa la fuerza de la pierna afectada mediante ejercicios isocinéticos y, cuando ésta supere el 70% respecto a la pierna opuesta el paciente puede comenzar a realizar movimientos laterales, trote ligero, salto con comba, ejercicios de agilidad y otras actividades en la sala de pesas. El refuerzo adicional se disminuye cuando el tono y la fuerza de la rodilla son suficientes.

Durante el segundo y tercer mes el rango de movimiento debe ser completo, y se evalúa de nuevo la fuerza, aumentando los ejercicios de agilidad y adaptándose la rehabilitación al deporte del paciente.

El proceso finaliza con la vuelta a la actividad deportiva, siempre y cuando el ROM sea adecuado, exista movilidad articular y se haya finalizado el programa completo de rehabilitación. La duración de este proceso es mucho más breve que el tradicional (4-6 meses vs. 9)³².

El principal inconveniente de la rehabilitación acelerada es el rápido retorno a la actividad deportiva lo que puede llevar al fracaso, dado que al tratarse de un injerto parcialmente vascularizado el riesgo de lesión aumenta al someterlo a una movilidad intensa. A veces el tipo de rehabilitación no es el mayor determinante para que el proceso finalice con éxito o no; el tiempo transcurrido, las lesiones asociadas o la técnica utilizada en el proceso operatorio también influyen en el resultado. La rehabilitación acelerada obtiene los mejores resultados con autoinjertos hueso-tendón y patelar-hueso³³.

Prevención

La mayoría de las lesiones del LCA son de contacto indirecto e implican una biomecánica no controlada. Los programas de entrenamiento de prevención de lesiones que mejoran el control

biomecánico y neuromuscular pueden proteger la rodilla de cargas excesivas y representan la mejor opción para reducir el riesgo de rotura del LCA y de otras lesiones traumáticas.

En general, los atletas que participan en programas de prevención de lesiones muestran una disminución de la incidencia de lesión en el LCA. Por lo general, los programas de prevención de lesiones del LCA implican una combinación de ejercicios pliométricos en extremidades inferiores, de fuerza dinámica, agilidad, equilibrio, estiramiento o toma de decisiones, entre muchos otros³⁴, realizándose en sesiones de 15 minutos 2 a 3 veces por semana pudiendo disminuir la tasa de lesión hasta un 75%³⁵. Una vez realizados los programas de prevención, el deportista dispone de una anticipación en el campo mayor para la toma de decisiones además de optimizar la obtención de habilidades. La implantación de programas preventivos en pretemporada y temporada o en edades tempranas, continuándose a lo largo de los años, optimiza el aprendizaje motor además de reducir el riesgo de lesión³⁵.

De cara a aquellos deportistas que ya han sufrido la rotura del LCA es imprescindible una correcta prevención complementando la rehabilitación con el fin de evitar la recaída en la lesión. Dicha prevención comenzaría antes de la operación y finalizaría con la vuelta a la actividad física del deportista, haciendo hincapié en el control de la hinchazón y una correcta coordinación de los miembros inferiores²⁸. Existen una serie de factores que pueden aumentar las probabilidades de lesión del LCA como son: surco intercondíleo estrecho, mala alineación de la extremidad, laxitud anteroposterior de la rodilla, el calzado, la superficie del terreno, etc.⁸.

Para prevenir la aparición de la artrofibrosis tras la reconstrucción del LCA se aconseja retrasar la operación al menos 3 semanas desde la rotura, además de una correcta preparación preoperatoria sobre todo en ejercicios de extensión³⁶.

Conclusión

La lesión del LCA es una de las más habituales en el ámbito deportivo. Si bien en años pasados podía suponer la retirada del atleta de su práctica deportiva y la competición, con los nuevos protocolos de prevención y tratamiento lesional, se consigue un alto grado de recuperación funcional y por tanto la continuidad de la práctica deportiva con un nivel óptimo igual o similar al que tenía previo a la lesión.

Autoría. Todos los autores han contribuido intelectualmente en el desarrollo del trabajo, asumen la responsabilidad de los contenidos y, asimismo, están de acuerdo con la versión definitiva del artículo. **Financiación.** Los autores declaran no haber recibido financiación. **Conflicto de intereses.** Los autores declaran no tener conflicto de intereses. **Origen y revisión.** No se ha realizado por encargo, la revisión ha sido externa y por pares. **Responsabilidades éticas.** Protección de personas y animales: Los autores declaran que los procedimientos seguidos están conforme a las normas éticas de la Asociación Médica Mundial y la Declaración de Helsinki. Confidencialidad: Los autores declaran que han seguido los protocolos establecidos por sus respectivos centros para acceder a los datos de las historias clínicas para poder realizar este tipo de publicación con el objeto de realizar una investigación/divulgación para la comunidad. Privacidad: Los autores declaran que no aparecen datos de los pacientes en este artículo.

Bibliografía

1. Siegel L, Vandenakker-Albanese C, Siegel D. Anterior cruciate ligament injuries: anatomy, physiology, biomechanics, and management. *Clin J Sport Med.* 2012;22(4):349-55.
2. Forriol F, Maestro A, Vaquero Martín J. El ligamento cruzado anterior: morfología y función. *Trauma Fund MAPFRE.* 2008;9(1):7-18.
3. Kaeding CC, Léger-St-Jean B, Magnussen RA. Epidemiology and diagnosis of anterior cruciate ligament injuries. *Clin Sports Med.* 2017;36(1):1-8.
4. Ramos Álvarez JJ, López-Silvarrey FJ, Segovia Martínez JC, Martínez Melen H, Legido Arce JC. Rehabilitación del paciente con lesión del ligamento cruzado anterior de la rodilla (LCA). Revisión. *Rev Int Med Cienc Act Fis Deporte.* 2008;8(29):62-92.
5. Barber-Westin SD, Noyes FR. Effect of fatigue protocols on lower limb neuromuscular function and implications for anterior cruciate ligament injury prevention training: a systematic review. *Am J Sports Med.* 2017;45(14):3388-96.
6. Fotios Tjoumakaris P, Herz-Brown AL, Legath-Bowers A, Sennett BJ, Bernstein J. Complications In Brief Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Clin Orthop Relat Res.* 2012;470(2):630-6.
7. Cimino F, Volk BS, Setter D. Anterior cruciate ligament injury: diagnosis, management, and prevention. *Am Fam Physician.* 2010;82(8):917-22.
8. Márquez Arabia JJ, Márquez Arabia WH. Lesiones del ligamento cruzado anterior de la rodilla. *Iatreia.* 2009;22(3):256-71.
9. Cooper AD, Khoury MA. Ligamento Cruzado Anterior. *Rev Arg Artroscop.* 1996;3(7).
10. Sánchez Ibáñez J.M. Reconstrucción del ligamento cruzado anterior (LCA). Fisioterapia acelerada en sobrecarga excéntrica. *EFisioterapia.* 2008.
11. Ayala Mejías JD, García-Estrada GA, Alcocer Pérez-España L. Actualización en las Lesiones del Ligamento Cruzado Anterior. Análisis de los Resultados Mediante TAC y Escalas Clínicas. *Artroscopia.* 2015;2(1):1-11.
12. Bolívar Arroyo V, Raya Villarraso A, Garrido Gómez J. Anterior cruciate ligament injury. New treatment options by tissue engineering. *Actual Med.* 2014;99(793):157-61.
13. Sutton KM, Bullock JM. Anterior cruciate ligament rupture: differences between males and females. *J Am Acad Orthop Surg.* 2013;21(1):41-50.
14. Arastu MH, Grange S, Twyman R. Prevalence and consequences of delayed diagnosis of anterior cruciate ligament ruptures. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2015;23(4):1201-5.
15. Vaquero Martín J, Calvo Haro JA, Forriol Campos F. Reconstruction of the anterior cruciate ligament. *Trauma Fund MAPFRE.* 2008;19(1):22-38.
16. Campuzano Marín MA, Gómez-Castresana Bachiller F. Anterior cruciate ligament failure: Diagnostic value of the clinical examination and magnetic resonance imaging. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol.* 2010;54(6):363-71.
17. Bin Abd Razak HR, Sayampanathan AA, Koh TH, Tan HC. Diagnosis of ligamentous and meniscal pathologies in patients with anterior cruciate ligament injury: comparison of magnetic resonance imaging and arthroscopic findings. *Ann Transl Med.* 2015;3(17):243.
18. Mulligan EP, Harwell JL, Robertson WJ. Reliability and diagnostic accuracy of the Lachman test performed in a prone position. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2011;41(10):749-57.
19. Álvarez López AC, García Lorenzo Y. Lesiones del ligamento cruzado anterior. *Res Arch Med Camcagüey.* 2015;19(1):83-91.
20. Andersson D, Samuelsson K, Karlsson J. Treatment of anterior cruciate ligament injuries with special reference to surgical technique and rehabilitation: an assessment of randomized controlled trials. *Arthroscopy.* 2009;25(6):653-85.
21. Holm L, Esmarck B, Mizuno M, Hansen H, Suetta C, Hölmich P et al. The effect of protein and carbohydrate supplementation on strength training outcome of rehabilitation in ACL patients. *J Orthop Res.* 2006;24(11):2114-23.
22. Basas García A, Fernández de las Peñas C, Martín Urrialde JA. Tratamiento fisioterápico de la rodilla. 1ª ed. Madrid: McGraw-Hill;2003
23. Braidot AA, Bozzone R, Daniel JM, Gemignani DJ, Gigli JP, Gottlieb B et al. Análisis de la marcha en pacientes con reconstrucción del ligamento cruzado anterior Parte I: Evaluación prequirúrgica. *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol.* 2007;1:17-23.
24. Satora W, Królikowska A, Czamara A, Reichert P. Synthetic grafts in the treatment of ruptured anterior cruciate ligament of the knee joint. *Polim Med.* 2017;47(1):55-9.
25. 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 perform
26. Wilk KE, Arrigo CA. Rehabilitation principles of the Anterior Cruciate Ligament reconstructed knne: twelve step for successful progression and return to play. *Clin Sports Med.* 2017;36(1):189-232.
27. Han HS, Seong SC, Lee S, Lee MC. Anterior cruciate ligament reconstruction: quadriceps versus patellar autograft. *Clin Orthop Relat Res.* 2008;466(1):198-204.
28. Shelbourne KD, Patel DV. Treatment of limited motion after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 1999;7(2):85-92.
29. Noyes FR, Mangine RE, Barber SD. The early treatment of motion complications after reconstruction of the anterior cruciate ligament. *Clin Orthop Relat Res.* 1992;277:217-28.
30. Paredes Hernández V, Martos Varela S, Romero Moraleda B. Propuesta de readaptación para la rotura del ligamento cruzado anterior en fútbol. *Rev Int Med Cienc Act Fis Deporte.* 2011;11(43):573-91.
31. Cvjetkovic DD, Bijeljic S, Palija S, Talic G, Radulovic TN, Kosanovic GM, et al. Isokinetic testing in evaluation rehabilitation outcome after ACL reconstruction. *Med Arch.* 2015;69(1):21-3.
32. Shelbourne KD, Nitz P. Accelerated rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1992;15(6):256-64.
33. Caleta EJ. Reconstrucción de LCA: Rehabilitación conservadora o acelerada?. *Rev Arg Artroscop.* 1998;5(1):49-59.
34. Alentorn-Geli E, Myer GD, Silvers HJ, Samitier G, Romero D, Lázaro-Haro C et al. Prevention of non-contact anterior cruciate ligament injuries in soccer players. Part 2: a review of prevention programs aimed to modify risk and to reduce injury rates. *Knee.*
35. Padua DA, DiStefano LJ, Hewett TE, Garrett WE, Marshall SW, Golden GM et al. National Athletic Trainer's Association Position Statement: Prevention of Anterior Cruciate Ligament Injury. *J Athl Train.* 2018;53(1):5-19.
36. Cosgarea AJ, Sebastianelli WJ, DeHaven KE. Prevention of arthrofibrosis after anterior cruciate ligament reconstruction using the central third patellar tendon autograft. *Am J Sports Med.* 1995;23(1):87-92.