

Cadena cinética abierta en la lesión de ligamento cruzado anterior: una revisión sistemática

Evidence of open kinetic chain exercises in the treatment of injury anterior cruciate ligament in football players: a systematic review

Sara Eugenia Truque ¹, Susana López ², Tathiana Núñez ³, Mayra Alejandra Rojo ⁴, Luisa María Uribe ⁵

1. Fisioterapeuta, Estudiante de Maestría en Educación. Universidad San Buenaventura. Docente Universidad CES.

2. Fisioterapeuta, Dinámicos.

3. Fisioterapeuta, Única IPS.

4. Fisioterapeuta, IPS Fundación Luisa Fernanda.

5. Fisioterapeuta, Instituto de Recreación y Deporte del Municipio de Caldas (INDEC)

Resumen

El ligamento cruzado anterior es el responsable junto con los demás ligamentos y meniscos de proporcionar estabilidad estática a la rodilla. En la práctica del fútbol el compromiso del ligamento cruzado anterior es una lesión de gravedad altamente frecuente, comparada con otras alteraciones en rodilla, generando altos costos al equipo por el tipo de tratamiento requerido o por la duración fuera de competición. Actualmente no se ha llegado a un consenso sobre conclusiones de tiempo mínimo para la aplicación de cadena cinética abierta, contraindicaciones y beneficios. Por tanto, la investigación pretende dar a conocer la evidencia y utilización de éstas. **Objetivo:** Mostrar la evidencia de ejercicios de cadena cinética abierta en el tratamiento de la lesión de ligamento cruzado anterior en futbolistas. **Métodos:** Se realizó una búsqueda en las bases de datos EBSCO, PeDro y PubMed, teniendo en cuenta palabras clave en términos DeCS y MeSH, los cuales arrojaron 667 artículos. De acuerdo a los criterios de inclusión y exclusión, se seleccionan 12 artículos para ser estudiados. A cada uno de los artículos seleccionados, se les aplicó la lista de chequeo para la validez de los estudios: Consort para ensayos clínicos y Estrategia PICO para revisiones sistemáticas. **Resultados:** La totalidad de artículos reporta beneficios en la aplicación de cadena cinética abierta, contraindicaciones en 4 de 12 artículos, y se reporta evidencia en 4 de 12 artículos. Se muestra beneficios en la fuerza muscular de cuádriceps e isquiotibiales, mejora en la funcionalidad y disminución de dolor, al igual que un retorno temprano a la actividad deportiva. En cuanto a contraindicaciones, existe mayor laxitud e inestabilidad al trabajar antes de las 4 semanas, y son ineficaces cuando se trabajan luego de 6 meses. Por esto, se muestra como resultado que el tiempo de aplicación adecuado de ésta es entre la cuarta semana y los seis meses. **Conclusiones:** La implementación de cadena cinética abierta mejora la fuerza muscular en cuádriceps e isquiotibiales y no influye en generar inestabilidad a la rodilla, por no existir mayor laxitud del ligamento, aumenta funcionalidad y permite al deportista regresar a las actividades de alto rendimiento de manera rápida, la percepción de dolor y función de la rodilla por parte de los pacientes se mejora notablemente. **Palabras clave:** Ligamento cruzado anterior, Traumatismos rodilla, Rodilla, Cadena cinética abierta.

Abstract

The anterior cruciate ligament is responsible along with the other ligaments and menisci for providing static stability to the knee. In soccer, injuries to the anterior cruciate ligament are severe and highly prevalent and they generate high costs to the team due to the type of treatment required and due to the time spent out of competition. Currently there is no consensus on the minimum time before the implementation of open kinetic chain, its contraindications and benefits. Therefore, this research aims to review the evidence available. **Objective:** To review the available evidence on open kinetic chain exercises for treating injuries of the anterior cruciate ligament in soccer players. **Methods:** We searched the databases EBSCO, PeDro and PubMed, using MeSH keywords. This yielded 667 articles. According to the inclusion and exclusion criteria, 12 articles were selected. For each of the selected articles the checklist for validity of studies were applied: Consort for clinical trials and PICO Strategy for systematic reviews. **Results:** All of the articles reported benefits for the application of open kinetic chain; contraindications were reported on 4 out of 12 articles, and there is enough evidence reported in 4 out of 12 articles. The benefits shown were in muscle strength of the quadriceps and hamstrings, improved functionality and decreased pain, as well as early return to sports. As for contraindications, there is increased laxity and instability when working before four weeks and it is ineffective when working after 6 months.

*Therefore, the proper application time is between the fourth week and six months. **Conclusions:** The implementation of open kinetic chain improves muscle strength in quadriceps and hamstrings and does not create instability in the knee, since a greater ligament laxity is not present, it increases functionality and allows the athlete to return to high performance activities rapidly. The perception of pain and knee function by the patient is greatly improved.*

Key words: Rehabilitation knee, Knee injuries, Anterior Cruciate Ligament, Open kinetic chain.

Introducción

El fútbol como deporte más practicado en el mundo occidental, es un deporte de asociación, cooperación-oposición. En la práctica de éste deporte el compromiso del LCA es una lesión altamente frecuente; el 70% se produce sin contacto debido a la desaceleración brusca con la rodilla bloqueada en extensión, con o sin cambio de dirección, o al caer después de un salto. Los ejercicios de cadena cinética cerrada (CCC), son más seguros y producen tensiones y fuerzas que constituyen un menor peligro para las estructuras que se están recuperando (1) por lo que en los protocolos existentes para la rehabilitación del LCA, éstas son las más utilizadas. En diferentes artículos se han visto los beneficios de las CCA para la recuperación de este tipo de lesión pero no se ha llegado a conclusiones concretas sobre el tiempo mínimo para la aplicación de ésta, las contraindicaciones y los beneficios (1).

En la actualidad, la lesión de LCA es una de las más complicadas en personas físicamente activas, implica largos períodos de incapacidad y conlleva a grandes costos para la institución a la que pertenece el deportista, al ocasionar un alto porcentaje de discapacidad permanente, especialmente en futbolistas de alto rendimiento (2). Un número reducido de pacientes puede volver a emprender la práctica deportiva de la misma forma en que la desempeñaba anteriormente (3).

En la rehabilitación de la lesión de LCA, se utilizan prioritariamente los ejercicios de CCC porque son más seguros y producen tensiones y fuerzas que constituyen un menor peligro para las estructuras que se están recuperando. Son más funcionales, ya que implican actividades en las que el deportista soporta peso. Cualquier movimiento dentro de una cadena cinética cerrada suele ser multiarticular, colaborando además con muchos grupos musculares para actuar como estabilizadores. Por tanto, son ejercicios denominados "generales"(4). Los ejercicios en CCA no son utilizados en la recuperación de esta lesión en las etapas iniciales ya que para que este movimiento se realice deberá

producirse una fijación del segmento proximal y una liberación del distal. En esta cadena se produce una decoaptación a nivel de la articulación proximal, y es necesaria una correcta coordinación muscular entre segmentos donde la musculatura estabilizadora y fijadora del tronco realiza una función de punto de apoyo para los segmentos distales (4).

En los ejercicios de CCC se ejerce mayor actividad en los músculos vasto intermedio, lateral y medio; los ejercicios de CCA tienen mayor actividad en el recto anterior del cuádriceps. Las CCA producen una mayor actividad muscular aislada y por lo tanto, proporcionan un fortalecimiento a nivel más específico (5).

A partir de la anterior descripción, se plantea el interrogante sobre la evidencia científica reportada en los ejercicios de CCA en el tratamiento de la lesión del LCA en futbolistas.

Metodología

Este estudio es de tipo exploratorio, con diseño de revisión sistemática sobre la evidencia de la inclusión de las cadenas cinéticas abiertas en el tratamiento de la lesión de ligamento cruzado anterior, para la cual se realizó una búsqueda en las bases de datos médicas, teniendo en cuenta términos DeCS y MeSH, publicados desde el 2000 hasta el 2012, en los idiomas inglés, portugués y español.

Se realizó una búsqueda en las bases de datos: EBSCO, PeDro y PubMed encontrando 667 artículos con las palabras clave, se realizó la lectura de los títulos, a partir de los cuales se excluyen 654 de ellos y se incluyen 14. Se excluyen 2 por no ser revisiones sistemáticas, metaanálisis y ensayos clínicos controlados. Finalmente se estudian 12 artículos para encontrar beneficios, tiempo de aplicación y contraindicaciones (Figura 1).

Para evitar sesgos, se realizaron los siguientes controles: análisis previo de las fuentes y recolección de la información, planificación de la selección de las

bases de datos, la comprobación de la existencia de conocimientos suficientes para realizar la investigación y optimizar la búsqueda de los artículos en las bases de datos para de esta manera recoger una muestra significativa de cada buscador.

La información de ésta investigación fue recolectada de las bases de datos a las que se tiene acceso en la biblioteca virtual de la Universidad CES, específicamente en EBSCO, PeDro y PUBMED. Se tienen en cuenta para esta búsqueda estudios con los siguientes criterios de

inclusión: artículos de publicados en revistas científicas entre los años 2000 a 2012, con diseño de revisiones sistemáticas, ensayos clínicos y meta-análisis, en los idiomas de inglés, español y portugués y que se encontraran en dichas bases de datos. Las figuras 2 y 3 muestran respectivamente el flujograma de la evaluación de la calidad metodológica de los artículos incluidos, a través de la lista de chequeo Consort para ensayos clínicos y Estrategia PICO para las revisiones sistemáticas.

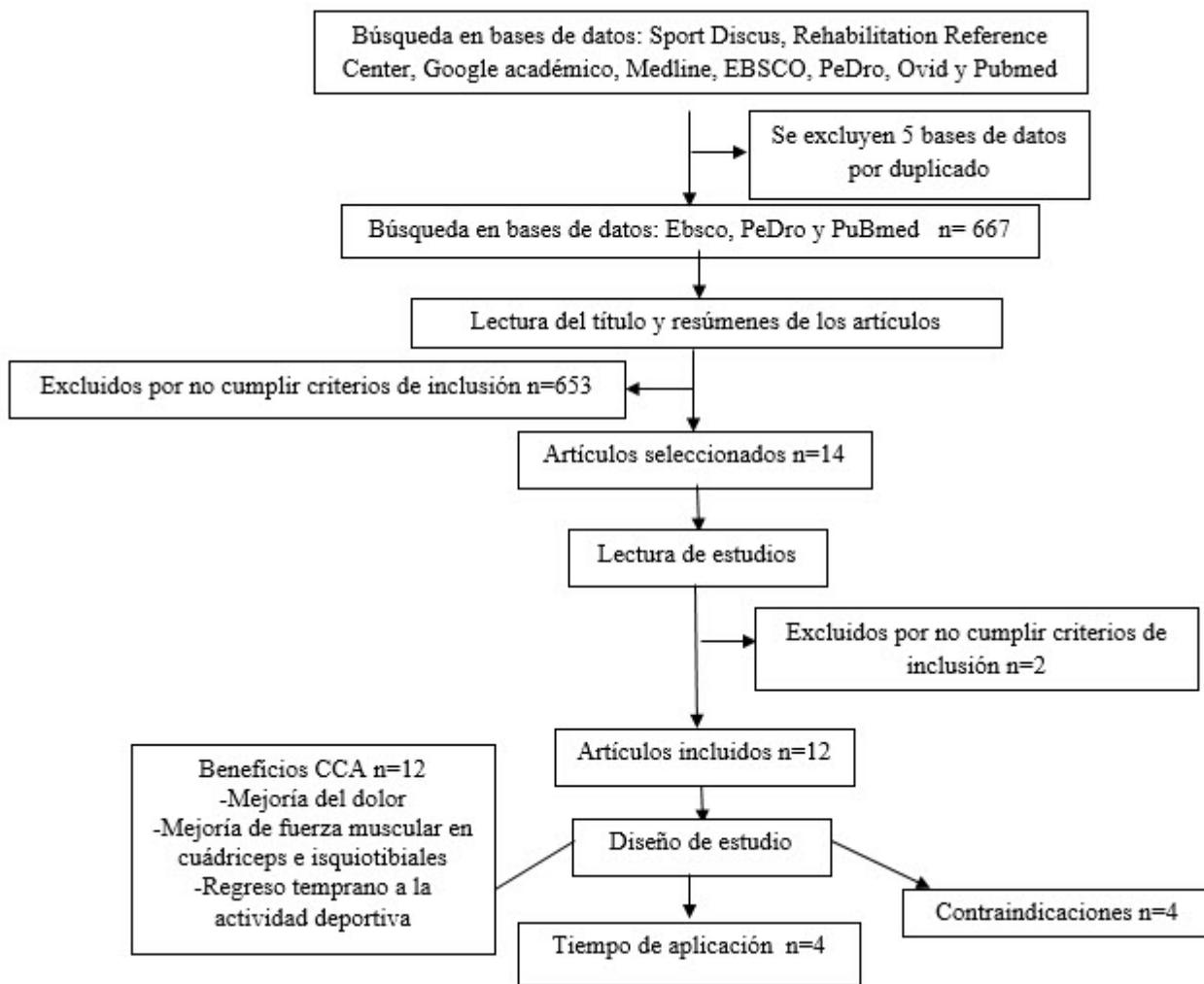


Figura 1. Flujograma del proceso de búsqueda de inclusión de los artículos.

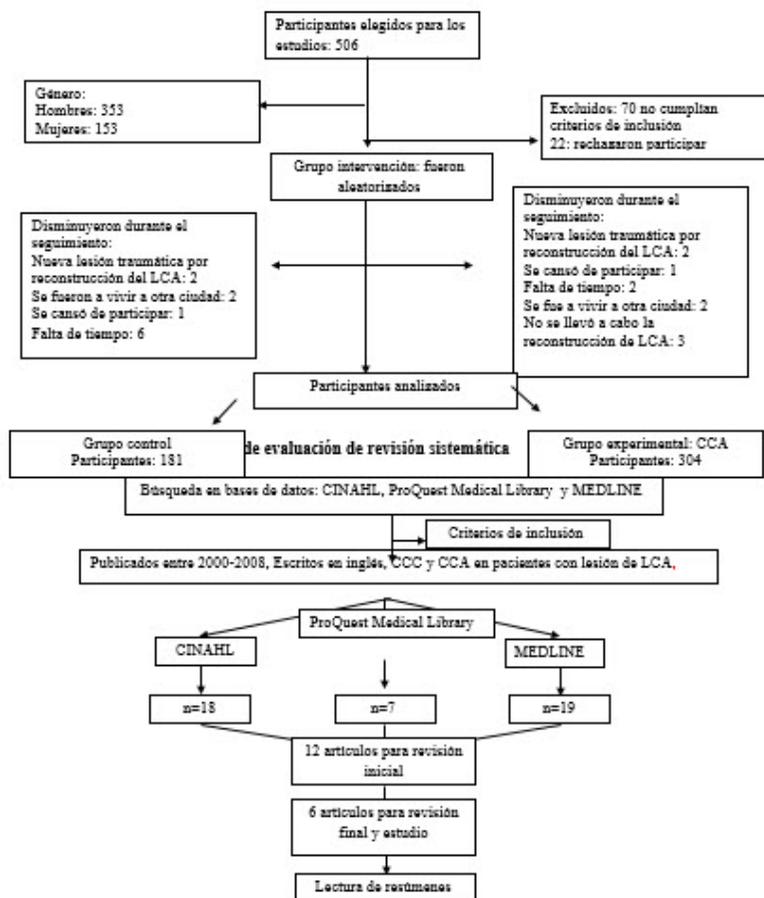


Figura 2. Flujograma de evaluación de ensayos clínicos: CONSORT.

Resultados

Se encuentran beneficios en cuanto a mejoría de dolor, fuerza de cuádriceps e isquiotibiales y regreso temprano a la actividad deportiva en los 12 artículos, en los cuales se evidencia que los programas de entrenamiento con CCA y CCC no difieren significativamente en sus efectos sobre la laxitud de la rodilla en un periodo de 8 a 14 semanas después de la reconstrucción de ligamento cruzado anterior con un valor de $(p=0.68)$ (6-7).

En los grupos en los que se utilizó la combinación de ambas cadenas cinéticas durante el tratamiento, se encontró que los sujetos pueden regresar al deporte más rápido y con el mismo nivel evidenciado anteriormente,

lo que indica la utilidad de incluir la implementación de cadenas cinéticas abiertas en la rehabilitación de un ligamento cruzado anterior reconstruido, sin restricciones físicas (6,8) de 22 pacientes que entrenaron su cuádriceps con ambas cadenas cinéticas 12 regresaron con un igual nivel competitivo en un promedio de 7.5 ± 1.0 meses y de 22 pacientes que entrenaron solo con CCA regresaron con igual nivel en un promedio 9.5 ± 3.0 meses (3,9).

Con la implementación de las CCA se incrementa la fuerza isocinética del cuádriceps comparado con las CCC, sin aumentar la traslación estática o dinámica tibial, lo que sugiere que este tipo de ejercicios no parecen tener efectos adversos en la estabilidad de la articulación de la rodilla (3,8-10).

Tanto los ejercicios en CCA y CCC pueden producir traslación tibial, pero no parece haber diferencia al utilizar uno u otro método. Incluso, uno de los informes citados por los autores sugirieron que los pacientes con traslación tibial mayor demostraron tener una mejor función de la rodilla durante la marcha que aquellos con menor traslación tibial (5). El fortalecimiento del cuádriceps a través de un programa de tratamiento con ejercicios en cadena cinética abierta lleva a un aumento significativamente mayor de la fuerza sobre el uso de ejercicios en cadena cinética cerrada; $80\% \pm 15\%$ con CCC y $99\% \pm 11\%$ con CCA con un valor $p = 0.009$. (3,8,9,11).

En la revisión sistemática evaluada, Mikkelsen et al (7), utilizaron un cuestionario que evaluó la función de la rodilla y la percepción del paciente. Se demostró que con la implementación de CCA combinado con CCC, la calificación en estas escalas mejoró considerablemente en 14 de los 22 pacientes (3,8). La implementación de ambas cadenas cinéticas en la rehabilitación del ligamento cruzado anterior traen resultados funcionales similares en cuanto a la traslación dinámica y estática y la fuerza de los isquiotibiales (6).

En cuanto a las contraindicaciones, se habla en 4 de los 12 artículos (33.3%), se reporta que en las cuatro semanas anteriores a la lesión o cirugía no se deben realizar los ejercicios en CCA, ya que no mostraron superioridad en los resultados en comparación a los ejercicios de CCC. Un estudio realizado por Heijne y Werner encontró que se puede fortalecer el cuádriceps en un principio con ejercicios CCA a la cuarta semana después de la reconstrucción del LCA, pero producen una mayor laxitud de la rodilla anterior, en comparación con los mismos ejercicios comenzando a las 12 semanas (7).

El ligamento cruzado anterior sirve como un estabilizador de rodilla para traslación, rotación y anulación en varo y en valgo cuando la rodilla se encuentra en extensión completa. Por consiguiente está contraindicado las CCA con una extensión completa; en un rango menor, son benéficas (7).

Con respecto al dolor patelo-femoral, al comparar ejercicios en CCA y CCC, realizando saltos triples, se encuentra que hay mejoras significativas con las cadenas cinéticas cerradas, más no con las abiertas en un período de tiempo inferior a 5 semanas (8).

Las tensiones biomecánicas sobre las estructuras de la rodilla durante la extensión resistida con CCA según Michael G, fue el desarrollo de fuerzas de cizallamiento en la traslación anterior tibial cuando la rodilla se acerca a la extensión completa, que podría resultar en la elongación del injerto de LCA en una rodilla quirúrgicamente reconstruida o imponer potencialmente una carga a las restricciones secundarias(5).

Algunos autores expresan que el fortalecimiento activo de cuádriceps durante los últimos 30° de extensión de la rodilla puede ser perjudicial, ya que produce tensión considerable al injerto de LCA. El entrenamiento de CCA debe llevarse a cabo bajo condiciones controladas y a partir de la semana 6 después de la reconstrucción del LCA(3).

La evidencia del tiempo de aplicación se encuentra en el 33.3% de los artículos, que indican que los programas de entrenamiento con CCA y CCC descritos no difieren significativamente en sus efectos sobre la laxitud de la rodilla en el periodo de 8 a 14 semanas después de la cirugía de ligamento cruzado anterior con un valor $p=0.68$ (8).

El comienzo con ejercicios en CCA se debe dar seis o más semanas después de una lesión o reconstrucción respectivamente. Los estudios que iniciaron con ejercicios CCA a las cuatro semanas anteriores a la lesión o cirugía no mostraron superioridad en los resultados en relación a las CCC. Un estudio realizado por Heijne y Werner encontró que se puede fortalecer el cuádriceps en un principio con ejercicios CCA a las cuatro semanas después de la reconstrucción del LCA, pero produjo una mayor laxitud de la rodilla anterior, en comparación con los mismos ejercicios que comienzan a las 12 semanas. La interpretación de estos hallazgos sugieren un momento óptimo para el inicio de los ejercicios de CCA, lo que representa mayor protección de los ligamentos de la rodilla y presuntos beneficios positivos, por lo menos seis semanas después de la lesión o la reconstrucción (7). Después de 6 meses no se observan diferencias significativas ($p=0.07$) en la fuerza concéntrica o excéntrica del cuádriceps, por lo que se sugiere realizarlos antes de éste tiempo (3).

El anexo 1 muestra la descripción de los artículos incluidos.

Discusión

Once ensayos clínicos y una revisión sistemática, con una alta calidad metodológica fueron incluidos en el presente estudio. Esta revisión tuvo como objetivo mostrar la evidencia de los ejercicios de cadena cinética abierta en el tratamiento de la lesión de ligamento cruzado anterior en futbolistas; los resultados fueron analizados de acuerdo a los beneficios y contraindicaciones de la utilización de CCA en la lesión de LCA, en cuanto a características de dolor, fuerza muscular, amplitud de movilidad articular (AMA), propiocepción, estabilidad articular y laxitud anterior de rodilla. La cantidad de resultados encontrados son variados y aunque no se llega a un consenso sobre el porcentaje de pacientes que obtuvieron mejoría en los artículos estudiados, el uso de las CCA proporciona en términos generales grandes beneficios en función de las variables antes mencionadas; las CCA son una manera viable de rehabilitar un POP de LCA si se tienen en cuenta aspectos como el tiempo para empezar la rehabilitación, la intensidad y la frecuencia de tratamiento.

La mayoría de los artículos estudiados se enfocan en resultados donde su mayor beneficio es la fuerza como lo expone Rebekah Glass, BA, y cols (2010)(7) que a través de un programa único de ejercicios de CCA en comparación con ejercicios de CCC en pacientes con reconstrucción de LCA se obtiene mayores beneficios a nivel de la fuerza muscular en cuádriceps e isquiotibiales haciendo referencia a un periodo comprendido entre 6 a 14 semanas después de la reconstrucción del LCA, así mismo lo propone Zoe L. Hudson ZL, Drechsler WI (2000) (8) y Morrissey MC, Perry MC (2005) (9). Parry Gerber y cols (2009)(10) encontraron que al emplear un programa que combine CCA y CCC se produce un aumento en el volumen y la fuerza muscular del cuádriceps, isquiotibiales y glúteo mayor, en un 50% más que en las personas que realizaban la rehabilitación únicamente con ejercicios de CCC, en este estudio se comienzan a emplear las CCA a partir de la tercera semana de la reconstrucción del LCA, Francisco Silva (2012)(11) encuentra un aumento de la fuerza muscular en un 32% de los pacientes con respecto a la rodilla no intervenida, Michael G. (5) por el contrario explica que la integridad del LCA puede verse afectada al utilizar CCA, por lo que para aumentar la fuerza muscular es de preferencia emplear ejercicios de CCC en fases post-operatorias 3 veces por semana durante 4 meses, además sugiere como contraindicación la extensión completa de rodilla al realizarla con resistencia, donde

se produce mayor fuerza de cizallamiento que puede resultar en una elongación del injerto.

Al hacer referencia a la laxitud ligamentaria que disminuye después de un posoperatorio de rodilla (8), diversos autores como Morrissey MC y cols(2009)(8) encontraron que pequeños cambios relacionados con la carga aplicada y el número de repeticiones realizadas aplicando para este estudio 3 series de 20 repeticiones, 3 veces por semana durante 6 semanas con máquinas para cuádriceps e isquiotibiales con un peso en promedio de 2.7 kg, es beneficioso para la estabilidad de la rodilla y no debe ser evitado por temor a causar algún tipo de lesión. Por su parte, Rebekah Glass, BA, y cols (2010)(7) concluye que con un protocolo único de CCA se encuentra mayor laxitud, amplitud articular y funcionalidad de la rodilla, teniendo en cuenta el tiempo óptimo para la utilización de los ejercicios de CCA para lo que se propone entre 6 y 14 semanas después de la reconstrucción, por el contrario Annette Heijne y Suzanne Werner. (2007)(12) sostienen la opinión de que no se encuentran diferencias significativas con la utilización temprana o tardía de ejercicios de CCA en la laxitud ligamentaria ($p = 0.87$), ni cambios significativos en la amplitud de movilidad articular para la flexión y extensión de rodilla, después de 7 meses, sin embargo en deportes específicos donde la alta precisión y la estabilidad de la rodilla es de suma importancia, un pequeño aumento de la laxitud anterior de la rodilla juega un papel significativo. Michael G. Dolan (5), hace referencia a la similitud en la traslación tibial al emplear ejercicios de CCA y CCC, evaluado por medio de la prueba de Lachman estática, la cuantificación de la traslación anterior tibial durante la marcha normal, durante la posición en cuclillas en una sola pierna y durante la extensión isocinética de la rodilla.

No obstante, Zoe L. Hudson ZL, Drechsler WI (2000) (8), Morrissey MC y, Perry MC (2005)(9), reportaron que no existen diferencias en cuanto a la laxitud de la rodilla cuando se utilizan ejercicios de CCC y CCA, ambos ejercicios ayudan a la estabilización dinámica, propiocepción y la reeducación del posicionamiento de la rodilla, con el fin de evitar dirigirse en valgo especialmente en el sexo femenino.

Otro de los aspectos importantes a tener en cuenta en los artículos seleccionados, es el beneficio existente en la mejoría del dolor en pacientes con lesión de LCA, cuando se emplean las CCA. La creencia común en el proceso de rehabilitación es considerar que éste tipo de ejercicios aumenta la irritabilidad o el dolor en la rodilla (5). En el estudio de Zoe L. Hudson ZL, Drechsler WI (2000) (8) y Morrissey MC, Wendy I Drechsler WI (2002) (13), no

se encontraron diferencias significativas en cuanto a la mejoría del dolor cuando se utiliza en un grupo CCC y en otro CCA ($p=0,32$)(6), ($p=0,67$)(13) Morrissey MC, Wendy I Drechsler WI (2002)(13) recomiendan emplear este tipo de ejercicios desde etapas tempranas de la rehabilitación, ya que no difieren en el dolor y la estabilidad de rodilla.

En la búsqueda realizada se encontraron artículos que se superponen en diferentes bases de datos lo que limita el número inicial encontrado en la búsqueda con palabras clave en las bases de datos seleccionadas. Debido a la diversidad de ensayos en esta revisión ocurre el sesgo de selección de los estudios publicados en donde la solidez basada en factores determinantes como la asignación, el cegamiento y otras actividades metodológicas no se ponen en manifiesto.

No se evidencia aun la rehabilitación más asertiva para una recuperación exitosa de LCA, por lo que este tipo de estudios basados en la evidencia son importantes para tener protocolos uniformes para la utilización de ejercicios de CCA que permitan disminuir costos y daños incapacitantes por medio de una rehabilitación óptima y acelerada. Además, las medidas de resultado deben reflejar las metas de tratamiento funcionales y medirse de una manera estandarizada mediante herramientas válidas y confiables. Se necesitan estudios adicionales para sugerir el número óptimo, la duración y la intensidad de las sesiones de tratamiento.

Conclusiones

Según los artículos analizados la implementación de las CCA es recomendada a partir de la 4 semana de la reconstrucción o lesión de ligamento cruzado anterior, este tiempo es benéfico ya que mejora la fuerza muscular en cuádriceps e isquiotibiales y no influye en generar inestabilidad a la rodilla; así se comprueba que no existe mayor laxitud del ligamento, cuando las cadenas cinéticas abiertas se trabajan en un rango de 0° a 60° . También es importante resaltar, que la inclusión de éstas aumentan la funcionalidad y permite que los deportistas regresen a sus actividades de alto rendimiento de manera más rápida y con el mismo nivel que se tenía antes de la lesión, incluso la percepción que se tiene sobre el dolor y la función de la rodilla por parte de los pacientes se mejora notablemente.

Con la experiencia de esta revisión se propone para futuras investigaciones, la implementación de protocolos específicos de tratamiento con la utilización de cadenas cinéticas abiertas en la lesión de LCA.

Conflicto de intereses

Ninguno

Agradecimientos

Agradecemos a la Universidad CES por facilitar el acceso a las diversas bases de datos.

Referencias

1. Kulund DN. Lesiones del deportista. 1.a ed. Barcelona: Salvat; 1986. 570 p.
2. Moreno de la Fuente JL. Podología deportiva. España: Masson; 2005. 402 p.
3. Mikkelsen C, Werner S, Eriksson E. Closed kinetic chain alone compared to combined open and closed kinetic chain exercises for quadriceps strengthening after anterior cruciate ligament reconstruction with respect to return to sports: a prospective matched follow-up study. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. diciembre de 2000;8(6):337-42.
4. De_cadena_cerrada_a_abierta.pdf (objeto application/pdf) [Internet]. España; 2007 [citado 17 de diciembre de 2014]. Disponible en: http://www.sectorfitness.com/img/web/material/21/Art%C3%ADculo_5__de_cadena_cerrada_a_abierta.pdf
5. Michael G. Dolan, Ma, Atc, Cscs. Open Kinetic Chain Versus Closed Kinetic Chain Exercise After ACL Injury CLINICAL RESEARCH REVIEW. *ATHLETIC THERAPY TODAY*. mayo de 2010;(Human Kinetics):ATT 15(3), pp. 8-10.
6. Tagesson S, Oberg B, Good L, Kvist J. A comprehensive rehabilitation program with quadriceps strengthening in closed versus open kinetic chain exercise in patients with anterior cruciate ligament deficiency: a randomized clinical trial evaluating dynamic tibial translation and muscle function. *Am J Sports Med*. febrero de 2008;36(2):298-307.
7. Glass R, Waddell J, Hoogenboom B. The Effects of Open versus Closed Kinetic Chain Exercises on Patients with ACL Deficient or Reconstructed Knees: A Systematic Review. *N Am J Sports Phys Ther*. junio de 2010;5(2):74-84.

8. Morrissey MC, Hudson ZL, Drechsler WI, Coutts FJ, Knight PR, King JB. Effects of open versus closed kinetic chain training on knee laxity in the early period after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 1 de diciembre de 2000;8(6):343-8.
9. Perry MC, Morrissey MC, Morrissey D, Knight PR, McAuliffe TB, King JB. Knee extensors kinetic chain training in anterior cruciate ligament deficiency. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. noviembre de 2005;13(8):638-48.
10. Gerber JP, Marcus RL, Dibble LE, Greis PE, Burks RT, LaStayo PC. Effects of early progressive eccentric exercise on muscle size and function after anterior cruciate ligament reconstruction: a 1-year follow-up study of a randomized clinical trial. *Phys Ther*. enero de 2009;89(1):51-9.
11. Francisco Silva, Fernando Ribeiro, José Oliveira. Effect of an accelerated ACL rehabilitation protocol on knee proprioception and muscle strength after anterior cruciate ligament reconstruction. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2012;Vol 3, No 1-2 (2012):139-44.
12. Heijne A, Werner S. Early versus late start of open kinetic chain quadriceps exercises after ACL reconstruction with patellar tendon or hamstring grafts: a prospective randomized outcome study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. abril de 2007;15(4):402-14.
13. Morrissey MC, Drechsler WI, Morrissey D, Knight PR, Armstrong PW, McAuliffe TB. Effects of distally fixated versus nondistally fixated leg extensor resistance training on knee pain in the early period after anterior cruciate ligament reconstruction. *Phys Ther*. enero de 2002;82(1):35-43.

Correspondencia:

Sara Eugenia Truque
Universidad CES
E-mail: struque@ces.edu.co

Recibido para publicación: 7 de septiembre de 2014
Aprobado para publicación: 4 de noviembre de 2014

Forma de citar:

Truque SE. Cadena cinética abierta en la lesión de ligamento cruzado anterior: una revisión sistemática. *Revista ces mov. salud* 2014; 2(2):128-135.



UNIVERSIDAD CES
Un Compromiso con la Excelencia
Resolución del Ministerio de Educación Nacional No. 1371 del 21 de marzo de 2007