



UNIVERSIDAD  
**FASTA**

Facultad de Ciencias Médicas  
Licenciatura en Kinesiología

# Ejercicios en cadena cinética abierta versus cerrada en rodilla

**Nombre: Yoemi Carvajal**  
Tutor: Sergio Rios  
Asesoramiento Metodológico  
Vivian Minnard

**2018**

---

***Que tus opciones  
reflejen tus esperanzas,  
no tus miedos”***

Nelson Mandela

---



A mi familia, amigos y a este país Argentina.



A mi madre que siempre apuntala mis proyectos y estuvo a mi lado con su mano en mi espalda ayudándome a avanzar aun a kilómetros de distancia, a Rubén que a su lado brinda apoyo incondicional en los camino de la familia y a mi hermano que sin su ayuda en Ingles esta meta estaría lejos.

A mis hijos que son el motor de mis esfuerzos el amor sin adjetivos y brindan el cariño la comprensión y tolerancia necesaria para transitar este proyecto de padre y estudiante. A su mama que propicio un marco de contención.

A mis amigos que siempre brindaron apoyo y entusiasmo en cada paso que daba, quiero agradecer particularmente a mi amigo y hermano Roberto Yunis que fue el motivador, explorador y consultor de este camino, su capacidad profesional y amistad incondicional hicieron fácil lo que parecía inalcanzable.

A mis compañeros y amigos de trabajo y de facultad que compartieron con alegría y apoyo cada momento.

A todos los profesores y trabajadores de la universidad por mantener un ambiente armónico y próspero. En especial a Graciela Tur y en particular agradezco a Vivian Minnard por su trabajo, dedicación, capacidad y modestia, gracias por el compromiso de todos los días.

Para finalizar agradezco a los que propiciaron ayuda y apoyo en algún momento de mi vida para que este sueño se hiciera realidad.

El Ligamento Cruzado Anterior es el que brinda junto con los demás ligamentos la estabilidad estática a la rodilla. La ruptura del ligamento cruzado anterior es una lesión de gravedad altamente frecuente. Actualmente, no se ha llegado a un consenso sobre conclusiones de tiempo mínimo para la aplicación de ejercicios cadena cinética abierta o cerrada, contraindicaciones, beneficios o preferencia de una sobre otra.

**OBJETIVO:** Analizar los temas abordados en Estudios publicados en revistas científicas, sobre ejercicios de cadena cinética abierta y cerrada en el tratamiento de la lesión de ligamento cruzado anterior en atletas, analizando aspectos Kinesiológicos, Metodológicas y Bibliográficas.

**MATERIALES Y METODOS:** La investigación es descriptiva realizándose un estudio de revisión bibliográfica. La muestra no probabilística por conveniencia se conforma por 12 Estudios Científicos realizados durante el año 2001 al 2016, que se ocuparon en analizar la recuperación post quirúrgica del Ligamento Cruzado Anterior usando ejercicios de Cadena Cinética Abierta y Cerrada. Se realizan grillas de observación.

**RESULTADOS:** Al revisar las referencias bibliográficas de observa, la combinación de CCA y CCC es el tipo de ejercicio más frecuente abordado en los Estudios. El uso de CCA y la carga elevada antes de la semana 4 después de la cirugía pueden ser factores de riesgo de laxitud. El tipo de ejercicios en CCA y CCC es la Kinesioterapia más sugerida. Los Trabajos estudiados cumplen un diseño metodológico variado, en las variables de estudio existen coincidencias. Como método de recolección de datos la Grilla de análisis es la más utilizada. Si revisamos las referencias bibliográficas, se observa que, en un total de 408 fuentes bibliográficas consultadas por los 12 Estudios, solo tres de ellos (EEUU, Italia y Suecia) cubren el 42% de las consultas. La revisión del tipo de bibliografía consultada marcó que el 91% eran artículos científicos. Además, el año 2000 es el que contiene más publicaciones de referencias consultadas. 214 del total de fuentes bibliográficas son de origen estadounidense.

**CONCLUSIONES:** El análisis de datos a través de las grillas facilitó la comparación de similitudes y diferencias entre los Estudios abordados. Al analizar cada variable kinesiológica se observa que, según los artículos analizados, los programas de entrenamiento de CCA y CCC descritos no difieren significativamente en sus efectos en el proceso de rehabilitación de la rodilla deficiente o reconstruida del LCA. El riesgo de laxitud del ligamento es mínimo si se respetan los tiempos y las cargas de entrenamiento. Solo 2 de los 12 estudios examinados en esta revisión proporcionaron una descripción detallada de las intervenciones terapéuticas que se utilizaron, con el fin de permitir la replicación de sus métodos.

**PALABRAS CLAVES:** Cadena cinética abierta y cerrada, Tratamiento, Lesión del LCA.

The anterior cruciate ligament is the one that provides static stability to the knee along with the other ligaments. The rupture of the anterior cruciate ligament is a lesion of highly frequent severity. Currently there has not been a consensus on conclusions of minimum time for the application of open or closed kinetic chain exercises, contraindications, benefits or preference of one over another.

**OBJECTIVE:** To analyze the topics addressed in Studies published in scientific journals, on open and closed kinetic chain exercises in the treatment of anterior cruciate ligament injury in athletes, analyzing physical therapy, Methodological and Bibliographic aspects.

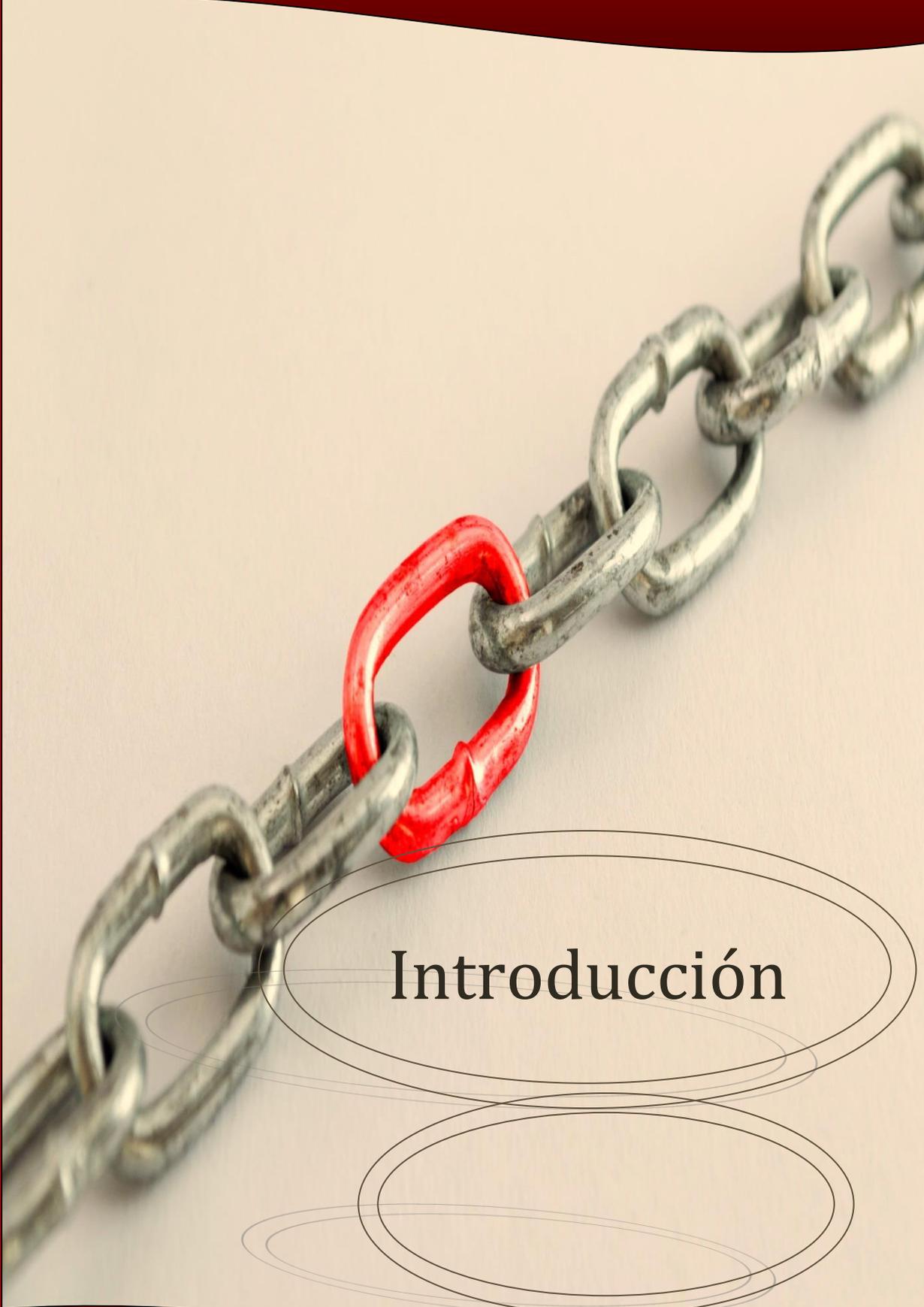
**MATERIALS AND METHODS:** The research is descriptive and a bibliographical review study is carried out. The non-probabilistic sample for convenience is made up of 12 Scientific Studies conducted during the year 2001 to 2016, which were devoted to analyzing the post-surgical recovery of the anterior cruciate ligament using open and closed kinetic chain exercises. Observation grids are made.

**RESULTS:** The combination of OKC and CKC is the most frequent type of exercise addressed in the studies. The use of CCA and high load before week 4 after surgery can be risk factors for laxity. The exercises in OKC and CKC, is the most suggested Kinesiotherapy. The studied works comply with a varied methodological design. In the study variables, there are coincidences; As a method of data collection, the analysis grid is the most used. If we review the bibliographical references, it is observed that, in a total of 408 bibliographical sources consulted by the 12 Studies, only three of them, the USA, Italy and Sweden cover 42% of the consultations. The review of the type of bibliography consulted framework that 91% were scientific articles. In addition, the year 2000 is the one that contains the most references publications consulted. 214 of the total bibliographic sources are of US origin.

**CONCLUSIONS:** The analysis of data through the grids facilitated the comparison of similarities and differences between the studies addressed. When analyzing each physical therapy variable, it is observed that according to the articles analyzed, the CCA and CCC training programs described do not differ significantly in their effects on the rehabilitation process of the deficient or reconstructed knee of the ACL. The risk of ligament laxity is minimal if training times and loads are respected. Only 2 of the 12 studies examined in this review provided a detailed description of the therapeutic interventions that were used, in order to allow the replication of their methods.

**KEY WORDS:** Open and closed kinetic chain, Treatment, ACL injury.

<b>Introducción.....</b>	<b>1</b>
<b>Capítulo I</b>	
Anatomía de rodilla.....	6
<b>Capítulo II</b>	
Cadenas Cinéticas.....	15
<b>Diseño metodológico.....</b>	<b>20</b>
<b>Análisis de datos.....</b>	<b>27</b>
<b>Conclusiones.....</b>	<b>43</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>46</b>



# Introducción

La estabilidad funcional de la rodilla se debe en parte a la normalidad y congruencia de las estructuras óseas, pero fundamentalmente está determinada por la integridad funcional de los cuatro ligamentos mayores: cruzado anterior, cruzado posterior, colateral medial y colateral lateral. Así, las lesiones en cualquiera de estas estructuras suelen provocar una alteración o variante de la estabilidad biomecánica y funcional de la articulación.

El Ligamento Cruzado Anterior (LCA), es una estructura interna en la articulación, con una disposición desde posterior hacia anterior. Se origina en el cóndilo femoral externo y se inserta a nivel antero-medial en la espina inter-tibial medial. Su función principal es limitar la traslación anterior de la tibia sobre el fémur, pero contribuye, además, a la estabilización en varo o valgo excesivo y limita la hiperextensión. (O'Connor, Sallis, Wilder, & Patrick, 2004)<sup>1</sup>

En la práctica del fútbol el compromiso del ligamento cruzado anterior es una lesión altamente frecuente y de mayor gravedad; el 70% de esta lesión, 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. El 73% de los deportistas con lesión de LCA experimentan lesiones simultáneas de los meniscos, el 80% contusiones óseas concomitantes y el 10% desarrolla lesiones cartilaginosas asociadas que requieren tratamiento (Yague Cabezon, 1997)<sup>2</sup>

En la actualidad, la lesión de Ligamento Cruzado Anterior es una de las más comunes y graves entre las personas físicamente activas, el 70% de esta lesión en futbolistas se produce sin contacto físico y por desaceleración de la rodilla en extensión, el 30% de estas lesiones alrededor de los 3 años siguientes tienden a recaer y el 7% de las personas que la presentan no vuelven a retomar su práctica deportiva (Zahínos.; González, & Salinero, 2010)<sup>3</sup>

El mecanismo de lesión más frecuente, en el LCA, es la rotación del fémur sobre una tibia fija, pie apoyado, durante un movimiento de pivote, valgo excesivo o forzado,. También es común la hiperextensión de la rodilla, aislada o en combinación con rotación interna de tibia. Últimamente se han observado lesiones del LCA durante una flexión forzada de rodilla, por lo que puede considerarse un tercer mecanismo de lesión. La sensibilidad y especificidad diagnóstica de la RM son del 95%, demostradas en una amplia variedad de estudios, por lo que se considera el método de elección para confirmar la lesión (Barrera, Recondo, Aperribay, Gervás, Fernández & Alústiza. 2003)<sup>4</sup>.

---

<sup>1</sup>Este fue uno de los primeros libros de medicina deportiva editado por autores EE.UU. Donde describe la inserción y función de los ligamentos.

<sup>2</sup> Escritor en Revista Internacional de Ciencias del Deporte, Profesor de Educación Física en España.

<sup>3</sup>En este estudio epidemiológico de las lesiones, los procesos de readaptación y prevención de la lesión del ligamento cruzado anterior en el fútbol profesional se muestran porcentajes estadísticos interesantes.

<sup>4</sup>En este sitio web dedicado a la salud y el deporte, con publicaciones de revista española de radiología se narran los mecanismos más frecuentes de lesión del LCA.

El concepto de cadena cinética fue propuesto por primera vez en los años sesenta, y los ingenieros mecánicos lo llamaron inicialmente sistema de unión (Steindler, 1977)<sup>5</sup>. Los ejercicios de cadena cinética abierta y cerrada tienen diferentes efectos biomecánicos en la extremidad inferior y en particular en la articulación de la rodilla. Es esencial que el terapeuta entienda las fuerzas que se desarrollan en torno a la articulación de la rodilla. Se propuso un modelo biomecánico de la extremidad inferior que cuantifica dos fuerzas críticas en la articulación de la rodilla. Se produce una fuerza de cisión en una dirección posterior que haría que la tibia se desplazase en sentido anterior si no estuviera limitada por los tejidos blandos, principalmente el Ligamento Cruzado Anterior. La segunda fuerza es una fuerza de compresión que sigue la dirección del eje longitudinal de la tibia. Los ejercicios en los que se soporta peso aumentan la compresión de las articulaciones lo que mejora la estabilidad de la articulación (Butler, Noyes & Grood, 1980)<sup>6</sup>

La cadena cinética hace referencia a las relaciones funcionales anatómicas que tiene lugar en las extremidades superiores e inferiores. En una posición en la que se soporta peso, la cadena cinética de la extremidad inferior implica la transmisión de fuerzas entre pie, tobillo, pierna, rodilla, muslo y cadera.

*“La cadena cinética es una combinación de varias articulaciones que constituyen una unidad mecánica”.*

Una cadena cinética abierta se produce cuando el pie o la mano no están en contacto con el suelo o alguna otra superficie. En una cadena cinética cerrada, el pie o la mano son portadores de peso. Los movimientos de los segmentos anatómicos proximales se ven afectados por esta posición abierta o cerrada de la cadena cinética, diferenciando entre la CCA, en la cual, el extremo distal del sistema está libre, durante el movimiento considerado, y la CCC, en la cual dicho extremo está sujeto a la acción de una resistencia externa (Steindler, 1997)<sup>7</sup>.

Recientemente, el tratamiento después de la lesión del LCA se ha centrado en ejercicios de Cadena Cinética Cerrada (CCC). Los ejercicios de CCC se han utilizado preferentemente debido a la creencia de que son más seguros para la articulación femorrotuliana, replican tareas funcionales y no contribuyen al aumento del riesgo de desplazamiento tibial anterior. Los ejercicios se usan principalmente para entrenar al grupo de músculos cuádriceps para mejorar la fuerza muscular, la coordinación y la propiocepción. Por estas

---

<sup>5</sup> Autor de 9 libros en EE.UU, Profesor cirujano ortopédico de la Universidad y el Hospital de Iowa, se dedicó al estudio biomecánico de la rodilla.

<sup>6</sup> Restricciones de los ligamentos al cajón anterior-posterior en la rodilla humana. Un estudio biomecánico.

<sup>7</sup> Fue pionero en la aplicación de la biomecánica a la evaluación y tratamiento de trastornos musculoesqueléticos y escribió el primer texto completo sobre la mecánica de Movimiento humano.

razones, se ha sugerido que los ejercicios de CCC son más seguros que los ejercicios de Cadena Cinética Abierta (CCA) para la rehabilitación de las rodillas de LCA deficiente y reconstruidas, disminuyendo la probabilidad de que se produzcan tensiones perjudiciales en el ligamento herido o reconstruido.

La bibliografía actual no define si los ejercicios de CCC o CCA son más perjudiciales para la estructura general de la articulación de la rodilla, a través de una mayor tensión en el ligamento, aumento de la laxitud de las articulaciones o aumento de la traducción tibial anterior y si debe utilizarse preferentemente o no.

En la lesión de Ligamento Cruzado Anterior, la revisión de la literatura y artículos empleados para la elaboración de este proyecto abarcan las diferentes visiones críticas que pretenden orientar la unificación de conceptos y protocolos, entre los resultados obtenidos que será de gran ayuda para todos aquellos profesionales del área de la salud encargados de la rehabilitación en este tipo de lesiones que buscan llevar menores costos en tiempos de incapacidad y mejores resultados frente al retorno de la práctica de sus pacientes y para los futbolistas, quienes tendrán un mayor beneficio para la reintegración a su oficio como deportista de alto rendimiento, generando menores periodos de inactividad y una merma en el acondicionamiento físico que son perjudiciales al momento del retorno.

Por lo mencionado anteriormente es de fundamental importancia realizar proyectos en esta dirección, ya que no son de alto costo, se tiene la disponibilidad por parte de investigadores y las bases de datos suficientes para obtener una serie de artículos actualizados y confiables, lo que permite contar con bases teóricas sólidas para la realización de diversas investigaciones y futuros protocolos de rehabilitación de LCA, que tendrán importancia significativa en el retorno temprano de la práctica funcional del deportista.

Se plantea la siguiente pregunta de investigación.

¿Cuáles son los temas abordados en revistas científicas asociadas a la Kinesiología, sobre Efectos de los Ejercicios de Cadena Cinética Abierta versus Cerrada en Pacientes con Rodillas Deficientes o Reconstruidas de LCA en jugadores de fútbol en artículos entre 2001 y 2016: identificando similitudes y diferencias entre ellas Kinesiológicas, Metodológicas y Bibliográficas ?

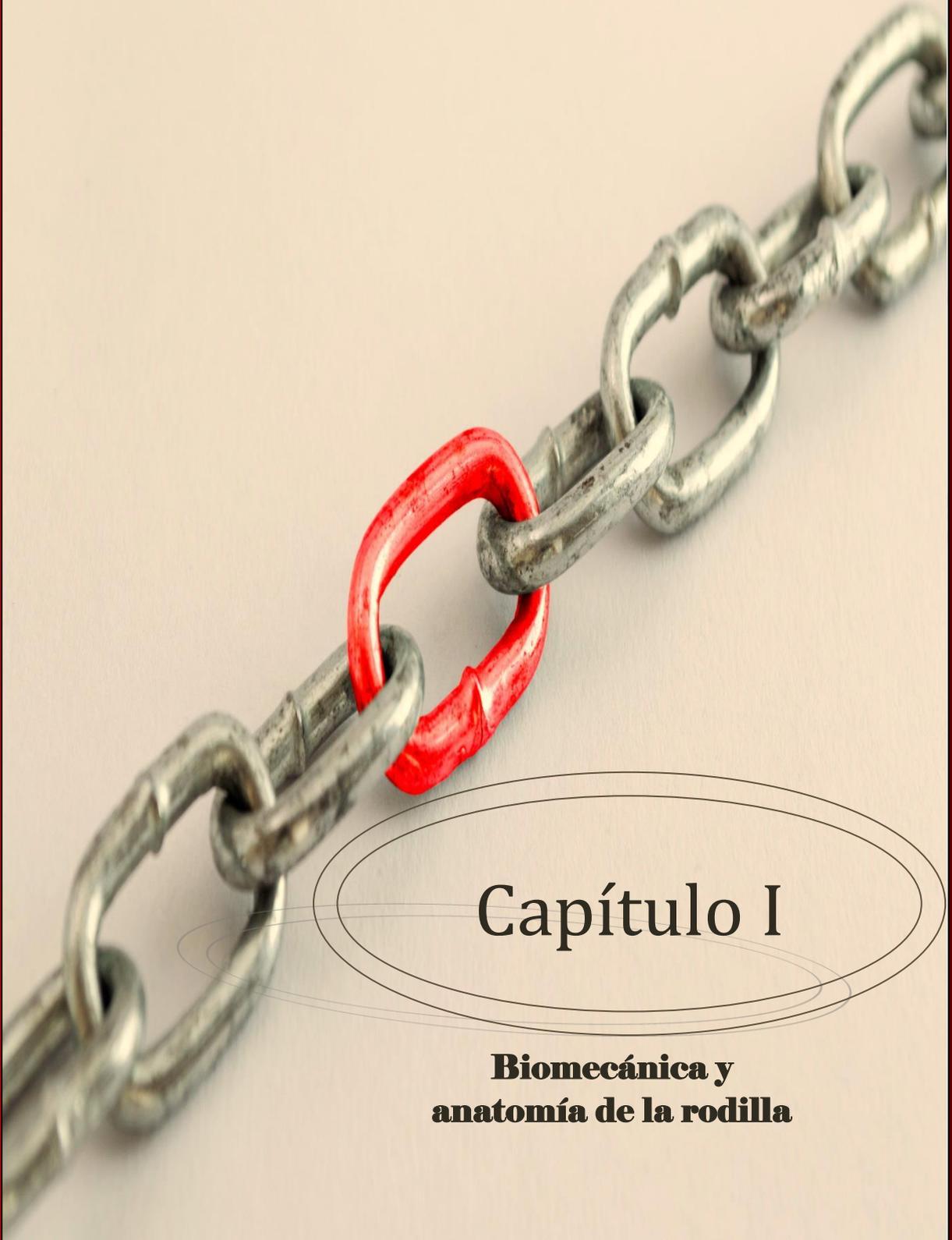
El objetivo general de esta revisión bibliográfica es:

- Analizar los temas abordado en revistas científicas asociadas a la Kinesiología, sobre Efectos de los Ejercicios de Cadena Cinética Abierta versus Cerrada en Pacientes con Rodillas Deficientes o Reconstruidas de LCA en jugadores de fútbol

artículos entre 2001 y 2016: identificando similitudes y diferencias entre ellas Kinesiológicas, Metodológicas y Bibliográficas.

Los objetivos específicos son:

- Identificar los Efectos de los Ejercicios de Cadena Cinética Abierta versus Cerrada en Pacientes con Rodillas Deficientes o Reconstruidas de LCA.
- Determinar similitudes y diferencias en los ejercicios empleados para cada cadena cinemática.
- Analizar el mecanismo de lesión del LCA y su relación con el tipo de cadena.
- Comparar tratamientos implementados en los estudios abordados en esta investigación.
- Evaluar los puntos en común entre los estudios abordados en esta investigación.
- Revisar las referencias bibliográficas de los estudios revisados.



# Capítulo I

**Biomecánica y  
anatomía de la rodilla**

La rodilla es la articulación más grande del esqueleto humano; en ella se unen 3 huesos: el extremo inferior del fémur, el extremo superior de la tibia y la rótula, aumenta el brazo de palanca del aparato extensor de la rodilla. Constituye una articulación de suma importancia para la marcha y la carrera, que soporta todo el peso del cuerpo en el despegue y la recepción de saltos (Latarjet, Ruiz., 1996 - Kuitinen, Komi, Kyrolinen, 2002)<sup>8</sup>.

Su mecánica articular resulta muy compleja, pues por un lado ha de poseer una gran estabilidad en extensión completa para soportar el peso corporal sobre un área relativamente pequeña; pero al mismo tiempo debe estar dotada de la movilidad necesaria para la marcha y la carrera y para orientar eficazmente al pie en relación con las irregularidades del terreno (Redfern, Cham, Gielo-Perczak, Gronqvist, Hirvonen, Lanshammar, 2001 - Nordin, Frankel.2002).<sup>9</sup>

La rodilla se clasifica como biaxial y condílea, en la cual una superficie cóncava se desliza sobre otra convexa alrededor de 2 ejes. Como superficies articulares presenta cóndilos del fémur, superficie rotuliana del fémur, carilla articular de la rótula y meniscos femorales, estructura cartilaginosas que actúan como cojinetes, amortiguando el choque entre el fémur y la tibia. La cápsula articular es grande y laxa, y se une a los meniscos. (Latarjet, Ruiz, 1996 - Prives, Lisenkov, Buskovich, 1989)<sup>10</sup>.

Por otro lado, conviene destacar que otros anatomistas sostienen que la articulación de la rodilla está compuesta, desde el punto de vista morfológico, por la yuxtaposición de dos articulaciones secundarias: la femoral-rotuliana, que es troclear y la femorotibial, que es condílea, con meniscos interpuestos; la primera de las cuales constituye una articulación por deslizamiento; protege por delante el conjunto articular y; elevando al mismo tiempo al músculo cuádriceps, permite que las tracciones de este sobre la tibia tengan lugar con un cierto ángulo de inclinación y no en sentido paralelo, pues así aumenta su poder de tracción (Bodor, 2001)<sup>11</sup>.

Con respecto a la articulación tibio-femoral puede decirse que el menisco articular la divide en 2 cámaras: la proximal o superior, que corresponde a la articulación menisco-femoral, responsable de los movimientos de flexión y extensión de la pierna; y la distal o inferior, que corresponde a la articulación menisco-tibial y permite los movimientos de rotación de la pierna.

---

<sup>8</sup> Fue un anatomista francés que se especializó en los órganos internos y su inervación.

<sup>9</sup> El propósito de este artículo es revisar la literatura disponible sobre la biomecánica de la marcha relevante para los resbalones.

<sup>10</sup> Manual de anatomía topográfica que describe las superficies articulares.

<sup>11</sup> El objetivo de este estudio es mostrar que el cuádriceps es la restricción muscular primaria a la traslación tibial anterior durante las actividades de la cadena cinética cerrada como correr, saltar, caminar y pararse.

La rodilla humana está construida normalmente con un cierto grado de valgo, esto significa que estando extendido el miembro inferior, los ejes del fémur y de la tibia no se continúan en línea recta, sino que forman un ángulo obtuso abierto hacia afuera, (Latarjet, Ruiz, 1996 - Prives, Lisenkov, Buskovich, 1989).

Este ángulo de divergencia de los 2 huesos que constituyen la articulación mide, como término medio, de 170 a 177°. Conviene distinguir desde el punto de vista de construcción de la rodilla humana, el eje anatómico del fémur, es la línea que une el centro de la escotadura intercondílea con el vértice del trocánter mayor, el llamado eje mecánico o dinámico de esta, que es la línea que une el centro de la cabeza femoral con el centro anatómico de la rodilla y el centro de la articulación tibiotalar; este último eje representa la línea de apoyo o gravedad de toda la extremidad inferior. En los individuos normales, el eje mecánico o dinámico pasa por el centro de la articulación, o bien un poco por dentro, o un poco por fuera. No sucede lo mismo en las desviaciones patológicas conocidas como genuvalgum y genuvarum. En estos casos, la línea pasa completamente por fuera genuvalgum o por dentro de la rodilla genuvarum, (Kerrigan, Lelas, Goggins, Merriman, Kaplan, Felson, 2002-Kerrigan, Deming, Holden, 1996).

Posee un fuerte aparato ligamentoso, cuyos ligamentos son: colateral tibial o interno y fibular o externo, transverso de la rodilla, meniscofemoral anterior y posterior, así como cruzados anterior y posterior.

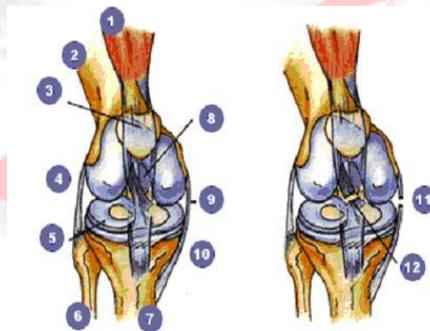


Fig-1. Vista anterior de la articulación de la rodilla

1.-Cuadriceps (recto femoral), 2.-Fémur, 3.-Rótula, 4.-Lig. colateralperoneo,  
5.-Menisco lateral, 6.-Peroné, 7.-Tibia, 8.-Lig. cruzado posterior, 9.-Lig. colateral tibial  
10.-Lig. cruzado anterior, 11.-Lig. Interno Izquierdo roto, 12.-Lig. cruzado anterior roto

Fuente: [http://bvs.sld.cu/revistas/san/vol7\\_2\\_03/F1313203.jpg](http://bvs.sld.cu/revistas/san/vol7_2_03/F1313203.jpg)

La Mecánica Articular en la articulación de la rodilla puede permanecer estable cuando es sometida rápidamente a cambios de carga durante la actividad, lo cual se conoce como estabilidad dinámica de la rodilla (Musahi, Lehner, Watanabe, Fu, 2002- Williams,

Chmielewski, Rudolph, Buchanan, Snyder-Mackles, 2001)<sup>12</sup> y es el resultado de la integración de la geometría articular, adaptaciones de los tejidos blandos y cargas aplicadas a la articulación a través de la acción muscular y el punto de apoyo que sostiene el peso.

La arquitectura ósea de la rodilla suministra una pequeña estabilidad a la articulación, debido a la incongruencia de los cóndilos tibiales y femorales; sin embargo, la forma, orientación y propiedades funcionales de los meniscos mejora la congruencia de la articulación y puede suministrar alguna estabilidad, que es mínima considerando los grandes pesos transmitidos a través de la articulación (Williams, Chmielewski, Rudolph, Buchanan, Snyder-Mackles, 2001- Zhang, Wang,2001)<sup>13</sup>. La orientación y propiedades materiales de los ligamentos, cápsula y tejidos musculotendinosos de la rodilla contribuyen significativamente a su estabilidad (Caulfield, Garret,2002).

Los ligamentos de la rodilla guían los segmentos esqueléticos adyacentes durante los movimientos articulares y las restricciones primarias para la traslación de la rodilla durante la carga pasiva. Las restricciones de fibras de cada ligamento varía en dependencia del ángulo de la articulación y el plano en el cual la rodilla es cargada (Zhang, Wang,2001- Figueroa, Gutiérrez, Serrato,2003). La estabilidad de la rodilla está asegurada por los ligamentos cruzados anterior y posterior y los colaterales el ligamento interno y externo. El Ligamento Cruzado Anterior tiene la función de evitar el desplazamiento hacia delante de la tibia respecto al fémur; el Ligamento Cruzado Posterior (LCP) evita el desplazamiento hacia detrás de la tibia en relación con el fémur, que a 90° de flexión se verticaliza y tensa, por ello es el responsable del deslizamiento hacia atrás de los cóndilos femorales sobre los platillos tibiales en el momento de la flexión, lo cual proporciona estabilidad en los movimientos de extensión y flexión (Latarjet, Ruiz, 1996- Guiraldes, Oddó, Paulós, Huete,2003- Di Rado,2003).

Los ligamentos laterales brindan una estabilidad adicional a la rodilla; así, el colateral externo o peroneo (LLE), situado en el exterior de la rodilla, impide que esta se desvíe hacia adentro, mientras que el colateral interno o tibial (LLI) se sitúa en el interior de la articulación, de forma que impide la desviación hacia afuera, y su estabilidad depende prácticamente de los ligamentos y los músculos asociados (Latarjet, Ruiz, 1996- Guiraldes, Oddó, Paulós, Huete I,2003-17 Di Rado.,2003-Wou, Debski, Withrow, Janaushek,1999).

Consecuentemente, en la mayoría de los casos hay muchos ligamentos que contribuyen sinérgicamente a la estabilidad dinámica de la rodilla; (Redfern, Cham, Gielo-Perczak, Gronqvist, Hirvonen, Lanshammar, 2001-Diez, Couseiro, 1998-Kerrigan, Deming , Holden , 1996- Williams, Chmielewski, Rudolph, Buchanan, Snyder-Mackles, 2001) mientras que los

---

<sup>12</sup> Estudio científico sobre la adaptación de las cargas que puede recibir la rodilla.

<sup>13</sup> Estudio científico que analiza los mecanismos mediante los cuales se puede lograr la estabilidad dinámica de la rodilla.

esfuerzos combinados de ligamentos y otros tejidos blandos suministran a la rodilla buena estabilidad en condiciones cuando las cargas aplicadas a la articulación son moderadas, la tensión aplicada a estos tejidos durante alguna actividad agresiva (detener o cambiar con rapidez la dirección en ciertos deportes) suele exceder a su fuerza. Por esta razón se requieren fuerzas estabilizadoras adicionales para mantener la rodilla en una posición donde la tensión en los ligamentos permanezca dentro de un rango seguro. Las fuerzas compresivas de la rodilla, resultantes del soporte del peso del cuerpo y las cargas aplicadas a los segmentos articulares por actividad muscular, suministran estas fuerzas estabilizadoras (Williams, Chmielewski, Rudolph, Buchanan, Snyder-Mackles, 2001-Caulfield, Garret,2002).

La articulación de la rodilla realiza fundamentalmente movimientos en 2 planos perpendiculares entre sí: flexoextensión en el plano sagital, eje frontal y rotación interna y externa en el plano frontal, eje vertical.

Para los movimientos debe tenerse en cuenta que el espesor y volumen de un ligamento son directamente proporcionales a su resistencia e inversamente proporcionales a sus posibilidades de distensión (Redfern, Cham , Gielo-Perczak, Gronqvist, Hirvonen, Lanshammar, 2001 - Nordin, Frankel,2002).

Los movimientos de flexión y extensión se realizan alrededor de un eje frontal, bicondíleo, que pasa los epicóndilos femorales.

La cara posterior de la pierna se aproxima a la cara posterior del muslo en el curso de la flexión, pero sucede lo contrario durante el movimiento de extensión.

A partir de la posición 0°, que es la posición de reposo, y la pierna se prolongan entre sí en línea recta, formando un ángulo de 180°, la flexión de la pierna alcanza por término medio 130°; pero el límite máximo de la amplitud de ese movimiento no es este, pues tomando el pie con una mano puede ampliarse.

La flexo-extensión de la rodilla resulta de la suma de 2 movimientos parciales que ejecutan los cóndilos femorales, un movimiento de rodado, similar al que realizan las ruedas de un vehículo sobre el suelo y un movimiento de deslizamiento de aquellos sobre las cavidades glenoideas; este último de mayor amplitud que el primero.

Las limitantes de la flexión son la distensión de los músculos extensores, el cuádriceps crural, por la masa de los músculos flexores en el hueco poplíteo y el segmento posterior de los meniscos.

Las limitantes de la extensión son la distensión de los músculos flexores, el segmento anterior de ambos meniscos, la distensión de la parte posterior del manguito capsulo ligamentoso y los 2 ligamentos laterales, que al estar situados por detrás del eje de movimientos, se ponen cada vez más tensos a medida que el movimiento de extensión progresa.

En la fase de postura, la flexión de la rodilla funciona como un amortiguador para ayudar en la aceptación del peso.

La función de los ligamentos cruzados en la limitación de los movimientos angulares de la rodilla varía, según la opinión de los diferentes autores.

El movimiento de rotación de la rodilla consiste en la libre rotación de la pierna, o sea, en que tanto la tibia como el peroné giran alrededor del eje longitudinal o vertical de la primera, en sentido externo o interno.

La rodilla puede realizar solamente estos movimientos de rotación cuando se encuentra en posición de semi-flexión, pues se producen en la cámara distal de la articulación y consisten en un movimiento rotatorio de las tuberosidades de la tibia, por debajo del conjunto meniscos-cóndilos femorales.

En la extensión completa de la articulación, los movimientos de rotación no pueden realizarse porque lo impide la gran tensión que adquieren los ligamentos laterales y cruzados.

La máxima movilidad rotatoria activa de la pierna se consigue con la rodilla en semi-flexión de 90°. La rotación externa es siempre más amplia que la interna, 4 veces mayor, aproximadamente. ((Latarjet, Ruiz, 1996 - Prives, Lisenkov, Buskovich, 1989-Guiraldes, Oddó, Paulós, Huete,2003).

Los 2 ligamentos cruzados limitan el movimiento de rotación interna, que aumentan su cruzamiento, y deshacen este último cuando la pierna rota internamente, por lo que no pueden restringir este movimiento de manera alguna. El movimiento de rotación externa es limitado por el ligamento lateral externo, que se tuerce sobre sí mismo, y por el tono del músculo poplíteo.

Al igual que sucede en los movimientos de flexo-extensión, los meniscos también se desplazan en el curso de los movimientos rotatorios de la pierna; desplazamientos en los cuales reside la causa de su gran vulnerabilidad.

El Ligamento Cruzado Anterior es un ligamento intra-articular que se inserta distalmente en la cara superior de la extremidad proximal de la tibia, en el área pre-espinal, y proximalmente en la porción posterior de la superficie interna del cóndilo femoral externo, en una fosa elíptica con muchos orificios vasculares (Forriol, Maestro & Vaquero, 2008)<sup>14</sup>. Claes, Verdonk, Forsyth y Bellemans (2011) afirman que los ligamentos son estructuras formadas por tejido conectivo denso. Este tejido está formado principalmente por colágeno tipos I y III, proteoglicanos y células. Los ligamentos son más activos metabólicamente que los tendones, poseen células con núcleos redondeados, con más ADN, menor proporción de colágeno y con predominio del tipo III respecto al I.

---

<sup>14</sup> Artículo científico sobre el ligamento cruzado anterior su morfología y función.

Según estos mismos autores, el LCA está formado por numerosas fibras que absorben las diferentes sollicitaciones de tensión durante el movimiento de la rodilla. López Hernández, Fernández, Hortigüela, Gutiérrez y Forriol (2010)<sup>15</sup> por su parte, confirman que el LCA es una estructura multi-fibrilar no uniforme. Para Kennedy, Weinberg y Wilson (1974), el LCA presenta también una estructura multi-fibrilar que, en función del grado de flexión de la rodilla, hace que se tensen unos fascículos u otros.

Además, Testut (1932) argumenta que ambos ligamentos cruzados son oblicuos entre sí y a la vez con sus homólogos laterales. Es decir presentan una doble oblicuidad. Así pues, el LCA es oblicuo con el Ligamento Lateral Externo (LLE) y el Ligamento Cruzado Posterior (LCP) con el Ligamento Lateral Interno.

Durante los últimos años, la idea señalada por los hermanos Weber en 1836 sobre la composición del LCA en dos fascículos diferentes a nivel funcional ha tenido especial relevancia. Por tanto, y como bien indican Giron et al. (2006) y Siebold, Ellert, Metz y Metz (2008), podemos hablar del fascículo antero-medial (AM) y el postero-lateral (PL). La terminología de estos dos fascículos proviene de su inserción en la tibia y determinada por su tensión funcional durante la flexión de la rodilla.

El fascículo antero-medial abarca un recorrido desde la parte más anterior y proximal del fémur hasta la parte anterior de la espina tibial. Este fascículo es el estabilizador del cajón anterior, con la rodilla en flexión entre 0° y 90°, por lo que se tensa durante la flexión como así explica Adachi et al. (2004). El fascículo postero-lateral posee un origen más distal y ligeramente posterior en el fémur y su inserción en la tibia pero situado más posterior respecto al AM según Maestro. No obstante, otros autores dividen el LCA en tres porciones, como Amis y Dawkins (1991), en función de su inserción femoral: Fibras anteriores, para la flexión. Fibras posteriores, para la extensión. Fibras medias, que actúan en un amplio rango de flexo-extensión.

Para comprender mejor la estructura de los cóndilos y la función de los ligamentos cruzados, debemos saber que el LCA es 5/3 del LCP. Esto da lugar a que ambos ligamentos puedan tirar de los cóndilos femorales resbalando sobre las glenoides. Este concepto es conocido como atornillado o roll-back según Kapandji (1974). En cuanto a las dimensiones del LCA, se han encontrado diferencias ultra-estructurales entre el LCA masculino y femenino. Esto podría ser una de las causas que explicaría la mayor frecuencia de roturas en LCA en mujeres (Hashemi et al., 2008). López Hernández et al. (2010) establecen medidas en su diámetro con una longitud entre 22 y 41mm, una anchura de 7 a 12mm y una sección transversal entre 28 y 57mm.

---

<sup>15</sup> Estudio científico sobre evaluación cinética en pacientes con una rotura del ligamento cruzado anterior para establecer un protocolo biomecánico de evaluación y seguimiento.

Antes de exponer la biomecánica, el comportamiento y las funciones del LCA, revisaremos en la siguiente tabla la biomecánica de la rodilla según Kapandji (1989)<sup>16</sup>.

Tabla. Biomecánica de la rodilla.

PRIMER GRADO DE LIBERTAD.	PLANO SAGITAL	EJE TRANSVERSAL
<p>FLEXIÓN. Aleja la cara posterior de la pierna de la cara posterior del muslo. Podemos hablar de extensión relativa cuando partimos de una posición de flexión y terminamos con una extensión completa. No hay extensión absoluta.</p>	<p>EXTENSIÓN. Aproximación de la cara posterior de la pierna a la cara posterior del muslo. Existen movimientos tanto de flexión absoluta, desde una posición de referencia como de flexión relativa, a partir de una posición de flexión. La flexión activa alcanza los 140° con la cadera flexionada y los 120° si la cadera está extendida.</p>	
SEGUNDO GRADO DE LIBERTAD.	PLANO TRANSVERSAL	EJELONGITUDINAL
<p>ROTACIÓN INTERNA. Dirige la punta del pie hacia dentro. Interviene en el movimiento de aducción del pie.</p>	<p>ROTACIÓN EXTERNA. Dirige la punta del pie hacia fuera. Interviene en el movimiento de abducción del pie.</p>	

Fuente: Kapandji (1989)

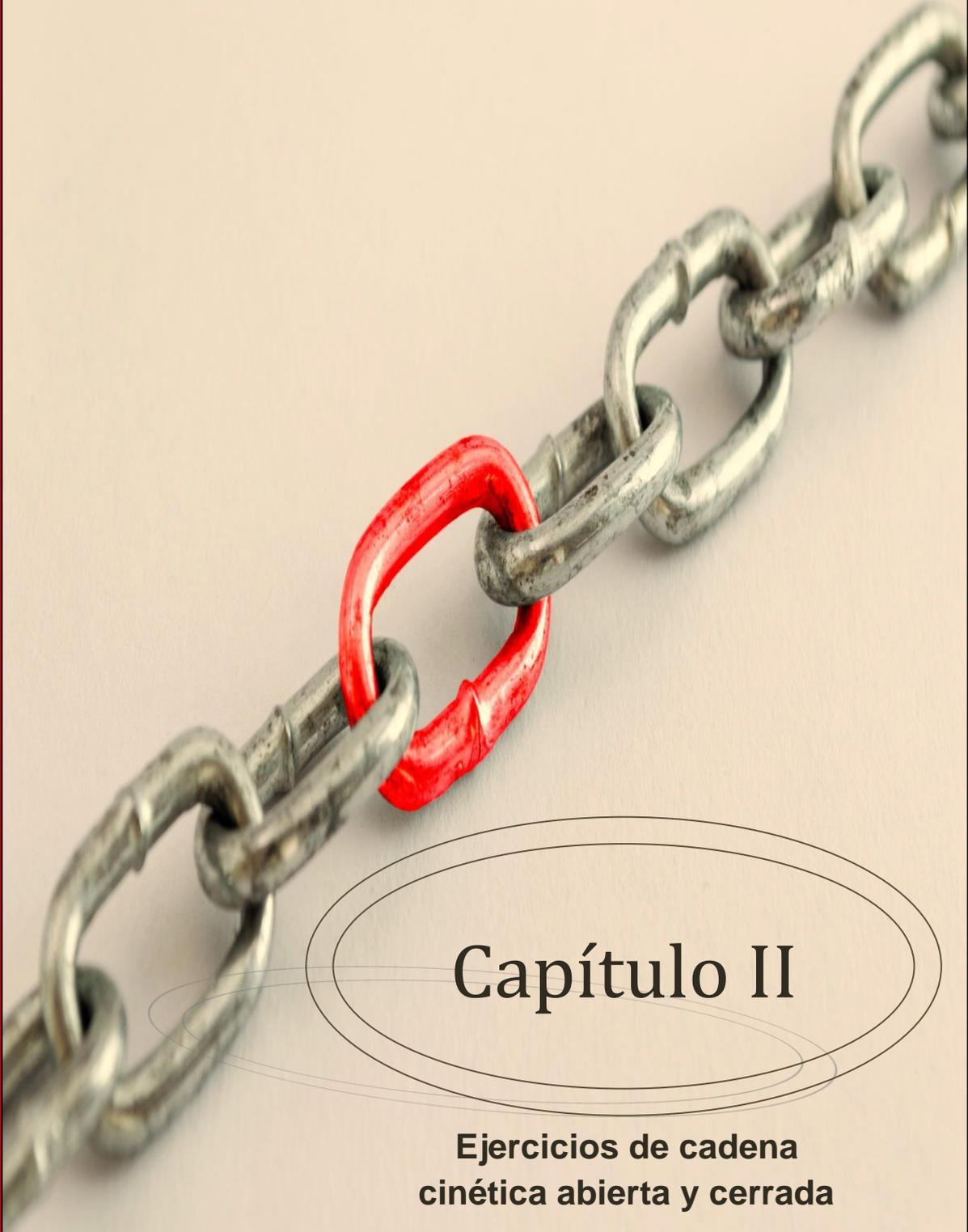
El LCA trata de resistir el desplazamiento anterior y la rotación interna de la tibia. Este ligamento proporciona el 86% del soporte necesario para impedir el desplazamiento anterior de la tibia sobre el fémur durante la acción de las cargas (Grodski, 2008). Además se encarga de generar información propioceptiva. Forriol et al. (2008) explican que el LCA presenta un comportamiento visco-elástico. Muestra su capacidad para atenuar las deformaciones bruscas cuando se solicita. Además es muy importante su relajación de la tensión para reducir el riesgo de lesión en deformaciones prolongadas; varía a lo largo de su longitud, siendo esta máxima cuando se produce la extensión completa de la rodilla. Según Kwan, Lin y Woo, (1993)<sup>17</sup> y Piziali, Seering, Nagel y Shurman, (1980) este ligamento es responsable de que durante la flexión, del deslizamiento del cóndilo hacia delante, limita la hiperextensión de rodilla, Previene el deslizamiento hacia atrás del fémur sobre el platillo tibial y la traslación anterior de la tibia, limita la rotación interna excesiva de la tibia sobre el fémur, mantiene la estabilidad en carga en valgo-varo.

<sup>16</sup> AdalbertL. Kapandji es conocido como el genio o el gurú en la rama de la Biomecánica y la Fisiología Articular.

<sup>17</sup> Estudio sobre las propiedades viscoelásticas no lineales del haz anteromedial del ligamento cruzado anterior porcino.

Respecto al comportamiento de los fascículos del LCA, cuando la rodilla está en extensión las fibras de los dos fascículos están paralelas y tensas, pero el fascículo postero-lateral está más tenso que el antero-medial. Esta tensión permanece alta hasta los 45° de flexión. Por otro lado, cuando la rodilla está en flexión de 90°, las fibras postero-laterales se encuentran más relajadas pero las antero-mediales están en máxima tensión. Afirmar pues que el fascículo antero-medial se tensa durante la flexión, y el posterolateral se relaja, mientras que en la extensión ocurre lo contrario (Forriol et al., 2008).





## Capítulo II

**Ejercicios de cadena  
cinética abierta y cerrada**

El Movimiento en Cadena Cinemática Abierta representado en la construcción de modelos biomecánicos que representen las articulaciones humanas ayudan comprender la cinemática articular (Nisell, Németh, and Ohlsén 1986)<sup>18</sup>. Estos modelos permiten representar fenómenos biológicos, reducir la complejidad con la finalidad de avanzar en el conocimiento, aunque dichas representaciones requieran algunas suposiciones simplificadoras (Bunch 2006).

En biomecánica a la unión de los segmentos rígidos se le denomina “cadena cinemática”, y según como sea el movimiento osteocinemático, se clasifican en dos categorías en Cadena Cinemática Abierta y Cadena Cinemática Cerrada (Vaughan, Hay, and Andrews 1982). La CCA es aquella en que el segmento distal a la articulación se mueve libremente en el espacio, en relación a la articulación cuando el individuo permanece sentado y extiende la pierna sobre el fémur, con o sin una carga externa, el pie se mueve en el espacio. Esta forma de movimiento, pone en juego una articulación y solicita la activación del grupo muscular cuádriceps en mayor medida que los músculos de la logia posterior del muslo (Nisell 1985).

El Movimiento en Cadena Cinemática Cerrada se refiere cuando el segmento distal a la articulación se encuentra fijo sobre una superficie, o sea cuando el individuo se encuentra sentado o en bipedestación. El pie se encuentra apoyado en el piso y la articulación se extiende. Los movimientos de la articulación ejecutados en CCC involucran simultáneamente el movimiento de las articulaciones de la cadera y del tobillo (Smith K.M. Scarvell, J.M. 2003). Los ejercicios físicos que involucran a la articulación en CCA o en CCC producen diferentes efectos sobre la articulación tibio-femoral y patelo-femoral (Smith K.M. Scarvell, J.M. 2003). Estas diferencias tienen implicancias en los aspectos cinéticos de la articulación, específicamente por un lado en la sollicitaciones cinéticas de las estructuras capsulares, de ligamentos y tendones; por otro, en los efectos compresivos sobre las superficies articulares (Gilbert et al. 2013; Shenoy et al. 2013)

Los ejercicios en cadena cinética abierta en la rodilla aumentan las fuerzas de traslación anterior de la tibia y aumentan la actividad del músculo recto anterior del cuádriceps, mientras que los ejercicios en cadena cinética cerrada, como las sentadillas o squats, reducen la producción de fuerza en la tibia y potencian más la actividad del vasto lateral y medial. En las máquinas Pilates tenemos multitud de posibilidades de actuar en CCC o en semi-cerrada, aquella en la que el pie está apoyado sobre una superficie que se desplaza en arco de circunferencia, a la vez que aumenta la resistencia por los muelles, manteniendo un gran control sobre el alineamiento de los segmentos corporales y sobre la precisión del movimiento. Considerando los efectos que los ejercicios en una u otra cadena tienen sobre

---

<sup>18</sup> Artículo científico sobre un análisis biomecánico representando la cinemática articular.

la rodilla, debemos analizar por separado cada articulación. En el caso de la articulación femoro-tibial, las fuerzas de compresión tibio-femoral son mayores en los ejercicios en cadena cerrada, mientras que en los ejercicios de cadena abierta aumentan la fuerza de cizallamiento.<sup>1920</sup>

Por otra parte, la mayor tensión sobre el Ligamento Cruzado Anterior se genera en los ejercicios en CCC y CCA desde 45 y 30° hasta la extensión completa respectivamente, mientras que los que producen mínima tensión son, sobre todo, la flexo-extensión entre 35 y 90°<sup>21</sup>. En el caso de la articulación femo-rotuliana, la sollicitación sobre la articulación en ejercicios isométricos es máxima cerca de la extensión completa, mientras que en ejercicios concéntricos en cadena abierta ocurre entre los 60 y 80° de flexión. Eso nos indica que para los problemas patelo-femorales, los ejercicios de flexo-extensión concéntricos deberían hacerse, sobre todo, en los arcos de movilidad cortos de 0-60° o mayores de 80-90°, evitando el rango de 60 a 80°, y en el caso de los ejercicios isométricos, hacerlos en extensión completa o en arcos a partir de 30°.

Un claro conocimiento de la biomecánica de esta articulación es necesario para encarar su rehabilitación. Nodrin&Frankel, (1989) establecieron que la primera función de la rótula era ayudar a la extensión de la rodilla, alargar el brazo de palanca del mecanismo del cuádriceps. El máximo desplazamiento anterior de la rótula es a 125° de flexión y esto causa una elongación del 30% en el músculo cuádriceps. Se ha observado que se necesita un 30% más de fuerza para extender la rodilla luego de una patelectomía. En rodillas normales este mecanismo aumenta la fuerza del aparato extensor en mucho más del 50%, Steindler, (1977).

La segunda función de la rótula según plantean Ficat, R. P. &Hungerford, D. S., (1997) es crear una distribución más amplia del stress compresor en el fémur y disminuir la fricción de este mecanismo, incrementando el área de contacto, lo que minimiza las fuerzas de reacción de la articulación Fémoro-Patelar (FRAFP). En la medida que la rodilla se desplaza a grados de flexión superiores, el área de la superficie de contacto aumenta, distribuyendo las fuerzas asociadas con el aumento de la compresión sobre un área más amplia, por tanto las fuerzas de compresión por unidad de área quedan disminuidas.

Con extensión completa la rótula yace por encima de los cóndilos femorales. Hace contacto con el polo inferior al iniciarse la flexión, entre 10°, 20° a 30° la superficie de

---

<sup>19</sup> Estudio científico cuyo objetivo fue cuantificar la cinética de la articulación tibiofemoral durante la postura en cuclillas con cargas variables.

<sup>20</sup> El propósito de este estudio fue cuantificar las fuerzas de la rodilla y la actividad muscular en presión de sentadilla y en extensión de rodilla.

<sup>21</sup> El propósito de este trabajo ha sido estudiar el LCA normal en humanos, en presencia de la función muscular normal y el peso corporal, y desarrollar criterios clínicos para la reconstrucción, establecer una base para los programas de rehabilitación y evaluar cómo las rodilleras protegen este importante ligamento.

contacto articular es de 3.1 cm<sup>2</sup>; a 60° de flexión es de 3.9 cm<sup>2</sup> y a 90° de flexión es de 4.1 cm<sup>2</sup>, lo que demuestra como disminuye el stress resultante a medida que progresa la flexión.

La excursión o tracking normal de la rótula, yendo de extensión a flexión comienza al inicio lateralmente con el contacto de la cara lateral de la rótula con la cara lateral del cóndilo femoral, luego la rótula gira medialmente entrando al canal troclear, haciendo contacto tanto con el cóndilo femoral lateral como el medial, al sobrepasar los 90° comienza nuevamente a moverse lateralmente en la medida que deja el canal troclear.

En extensión de rodilla existe un empuje valgo determinado por la línea lateral de tracción del cuádriceps hacia arriba y afuera, y la orientación del tendón patelar, esto algunos lo identifican como ángulo Q y está en el rango de los 12° en hombres a 15°-17° en mujeres. A medida que la rodilla se flexiona la rótula se centra en el canal troclear y la tibia rota internamente alineando el músculo cuádriceps y el tendón patelar en una línea recta.

Además de las restricciones óseas existe un equilibrio muy importante en las fuerzas de los tejidos blandos sobre la excursión de la rótula. El VMO resiste dinámicamente el empuje valgo sobre la rótula a medida que va hacia la extensión. Las fibras de la porción oblicua del VMO están dirigidas a 55° para efectuar un empuje varo. Estudios demuestran que el VMO es contrabalanceado por las restricciones estáticas del retináculo externo y la tensión dinámica del vasto lateral (VL).

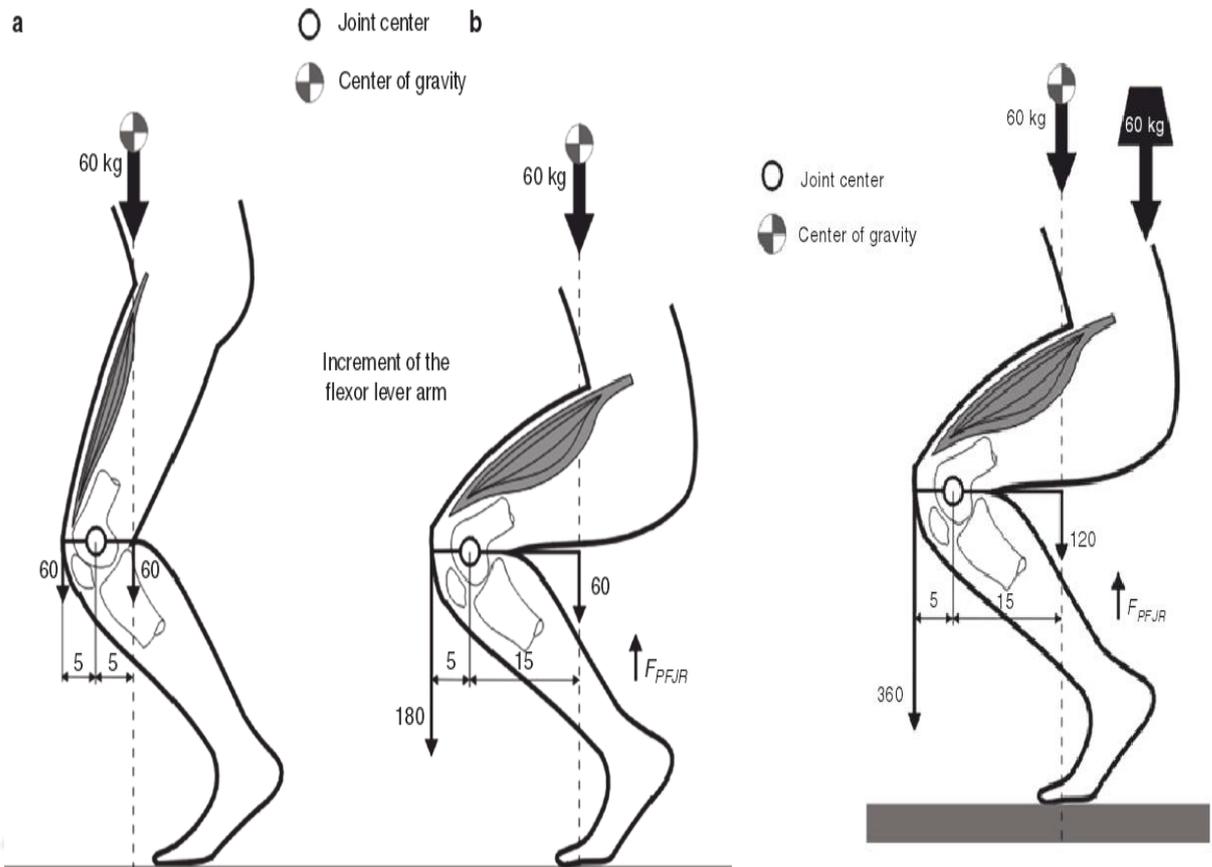
Todo este mecanismo está finamente coordinado neuromuscularmente para controlar el tracking rotuliano y el funcionamiento del aparato extensor.

Otro mecanismo, es la relación directa que existe entre la magnitud de la fuerza del cuádriceps y el brazo de palanca de la fuerza que se aplica a la rodilla a la cual responde la fuerza del cuádriceps. Estas fuerzas difieren enormemente entre actividades con carga de peso en CCC y actividades en CCA. En actividades de CCC, como caminar, la línea de gravedad pasa muy cerca del eje de la articulación ejerciendo una fuerza baja (Fig-2).

Al caminar fue calculada en un 0.5 veces el peso corporal. Ahora en la medida que se flexiona la rodilla la línea de gravedad se mueve posteriormente y el brazo de palanca aumenta. Al subir una escalera en la cual la rodilla llega a 60° de flexión, las FRAFP llegan a 3.3 veces el peso corporal en una sentadilla completa a 120° de flexión las FRAFP son de 7.6 veces el peso corporal, por tanto en las CCC las FRAFP aumentan con la flexión y disminuyen con la extensión (Fig-2). Sin embargo, en las CCA como en camilla de cuádriceps las FRAFP aumentan con la extensión y disminuye con la flexión. Esto se debe a que el brazo de palanca del peso levantado aumenta enormemente, mientras la pierna es extendida y el peso se aleja de la rodilla.

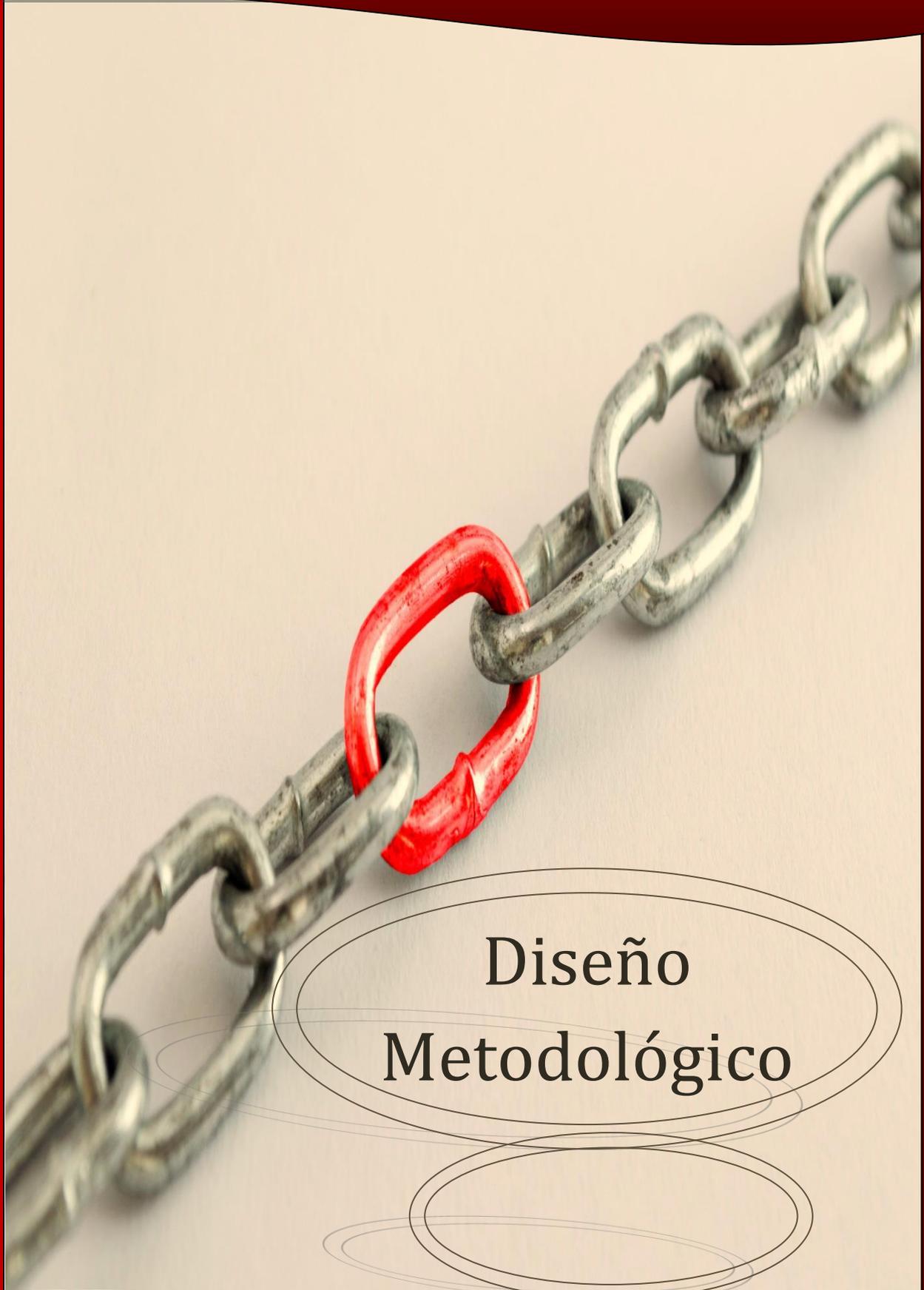
Steinkamp et al., (1993), mostraron una diferencia significativa en el stress resultante en la articulación fémoro-patelar entre ejercicios de pres de piernas en CCC y ejercicios de extensión de piernas en CCA.

Fig-2. Efectos sobre la articulación patelo-femoral en CCC con peso corporal y con peso extra a distintos grados de flexión.



Fuente: <http://kinecorporation.blogspot.com.ar/?m=1>

Durante estos ejercicios en condiciones máximas se calculó las FRAFP y el stress de esta articulación a diferentes ángulos de flexión. Ellos observaron que de 0° a 30° de flexión, las FRAFP eran significativamente mayores en los ejercicios de extensión en CCA, que en pres de CCC. De 60° a 90° de flexión los resultados fueron mayores en pres de CCC que en la extensión de piernas de CCA. Con las CCA las FRAFP son mayores cerca de la extensión donde está la menor área de contacto de superficie articular, incrementando por lo tanto el stress. Por el contrario, en las CCC el aumento de las FRAFP va aumentando en la medida que progresa la flexión por el ya mencionado aumento del brazo de palanca pero esto es contrarrestado por el aumento de la superficie de contacto fémoro-rotuliana, minimizando el stress por unidad de área. Por lo tanto, en rangos funcionales de movimiento hay mucho menos stress articular con ejercicios de CCC y resultan en un menor dolor para la articulación de la rodilla.



Diseño  
Metodológico

La presente investigación es de un enfoque metodológico no experimental porque la investigación fue realizada y ya no es posible manejar la variable independiente. Se cuenta con los datos de las investigaciones realizadas.

Según la temporalidad en la que se investiga es “Transversal”, porque se recolectan datos en un solo momento y en un tiempo único, y su propósito es describir las variables, y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. Este tipo de estudio presenta un panorama del estado de una o más variables en grupos de personas, objetos o indicadores en determinado momento.

Según el análisis y el alcance de los resultados esta investigación es descriptiva porque se buscó describir los resultados que existen y los tipos de ejercicios para lesionado de L.C.A. y es de revisión bibliográfica.

*La revisión bibliográfica es un tipo de artículo científico que sin ser original recopila la información más relevante sobre un tema específico<sup>22</sup>*

La muestra, no probabilística, por conveniencia de 12 artículos de pacientes con rodillas deficientes o reconstruidas de LCA.

### **Criterios de selección de población:**

- Artículos científicos publicados entre el 2001 y 2016 en EE.UU y Argentina.
- Revisiones sistemáticas, ensayos clínicos y meta-análisis.
- Que se encuentren en inglés y español.
- Estudios que se encuentren en las bases de datos de MEDLINE.

Las variables sujetas a estudio son las siguientes:

### **Variables Bibliográficas**

#### **• Número de libros consultados**

Definición conceptual: Cantidad de documentos escritos, impresos o digitales, compuestos por un número indeterminado de páginas, contenidas en un solo tomo o volumen, que fueron consultados.

Definición operacional: Cantidad de documentos escritos, impresos o digitales, compuestos por un número indeterminado de páginas, contenidas en un solo tomo o volumen, que fueron consultados para la realización de los Estudios sujetos a análisis sobre Efectos de los Ejercicios de Cadena Cinética Abierta versus Cerrada en Pacientes con

---

<sup>22</sup> [https://www.uv.es/joguigo/valencia/Recerca\\_files/el\\_articulo\\_de\\_revision.pdf](https://www.uv.es/joguigo/valencia/Recerca_files/el_articulo_de_revision.pdf)

Rodillas Deficientes o Reconstruidas de LCA en jugadores de futbol en artículos entre 2001 y 2016. El dato se registra en grilla de observación.<sup>23</sup>

• **Número de sitios web consultados**

Definición conceptual: Cantidad de sitios en la en la Word Wide Web que contienen documentos organizados jerárquicamente, que fueron consultados.

Definición operacional: Cantidad de sitios en la en la Word Wide Web que contienen documentos organizados jerárquicamente, que fueron consultados para la realización delos Estudios sujetos a análisis sobre Efectos de los Ejercicios de Cadena Cinética Abierta versus Cerrada en Pacientes con Rodillas Deficientes o Reconstruidas de LCA en jugadores de futbol en artículos entre 2001 y 2016. El dato se registra en grilla de observación.

• **Número de Estudios consultados**

Definición conceptual: Cantidad de estudios escritos sobre una investigación de carácter original efectuada con base en un análisis de publicaciones hechas por otros sobre un tema dado, que fueron consultados.

Definición operacional: Cantidad de estudios escritos sobre una investigación de carácter original efectuada con base en un análisis de publicaciones hechas por otros sobre un tema dado, que fueron consultados para la realización delos Estudios sujetos a análisis sobre Efectos de los Ejercicios de Cadena Cinética Abierta versus Cerrada en Pacientes con Rodillas Deficientes o Reconstruidas de LCA en jugadores de futbol en artículos entre 2001 y 2016. El dato se registra en grilla de observación.

• **Número de Artículos científicos consultados**

Definición conceptual: Cantidad de trabajos de investigación que fueron publicados en alguna revista especializada, y fueron consultados.

Definición operacional: Cantidad de trabajos de investigación que fueron publicados en alguna revista especializada, y fueron consultados para la realización delos Estudios sujetos a análisis sobre Efectos de los Ejercicios de Cadena Cinética Abierta versus Cerrada en Pacientes con Rodillas Deficientes o Reconstruidas de LCA en jugadores de futbol en artículos entre 2001 y 2016. El dato se registra en grilla de observación.

• **Número de Bibliografía consultada proveniente de Asociaciones, Organizaciones, Universidades y otros.**

Definición conceptual: Cantidad de textos elaborados por Organizaciones, Asociaciones, Universidades y otros, empleados como herramientas de consulta.

---

<sup>23</sup> Adaptado de la Tesis de Montes (2018)

Definición operacional: Cantidad de textos elaborados por Organizaciones, Asociaciones, Universidades y otros, empleados como herramientas de consulta para la realización de los Estudios sujetos a análisis sobre Efectos de los Ejercicios de Cadena Cinética Abierta versus Cerrada en Pacientes con Rodillas Deficientes o Reconstruidas de LCA en jugadores de futbol en artículos entre 2001 y 2016. El dato se registra en grilla de observación.

• **Distribución por año de la bibliografía consultada**

Definición conceptual: Bibliografía consultada y diferenciada según año de publicación.

Definición operacional: Bibliografía consultada y diferenciada según año de publicación para la realización de los Estudios sujetos a análisis sobre Efectos de los Ejercicios de Cadena Cinética Abierta versus Cerrada en Pacientes con Rodillas Deficientes o Reconstruidas de LCA en jugadores de futbol en artículos entre 2001 y 2016. El dato se registra en grilla de observación.

• **Distribución por países de las referencias consultadas**

Definición conceptual: Bibliografía consultada y diferenciada según territorio de procedencia.

Definición operacional: Bibliografía consultada y diferenciada según territorio de procedencia utilizada para la realización de los Estudios sujetos a análisis sobre Efectos de los Ejercicios de Cadena Cinética Abierta versus Cerrada en Pacientes con Rodillas Deficientes o Reconstruidas de LCA en jugadores de futbol en artículos entre 2001 y 2016. El dato se registra en grilla de observación.

## **Variables Kinesiológicas**

• **Tipo de cadena cinética elegida estudiada**

Definición conceptual: Ejercicios que cumplan con el concepto de Cadena Cinética Abierta o Cerrada realizados en mayor beneficio para la recuperación del LCA.

Definición operacional: Ejercicios que cumplan con el concepto de Cadena Cinética Abierta o Cerrada realizados con mayor beneficio sobre la muestra estudiada según el periodo de recuperación para la realización de los Ejercicios de Cadena Cinética Abierta versus Cerrada en Pacientes con Rodillas Deficientes o Reconstruidas de LCA en jugadores de futbol en artículos entre 2001 y 2016. El dato se registra en grilla de observación.

• **Factores de riesgo de laxitud de rodilla estudiados**

Definición conceptual: Rasgo, característica o exposición de un individuo que aumente su probabilidad de sufrir una laxitud o inestabilidad de rodilla.

Definición operacional: Rasgo, característica o exposición de un individuo que aumente su probabilidad de sufrir una laxitud o inestabilidad de rodilla que pone en riesgo su integridad estructural y funcional provocando aumento de la inestabilidad articular que estén incluidos en los Ejercicios de Cadena Cinética Abierta versus Cerrada en Pacientes con Rodillas Deficientes o Reconstruidas de LCA en jugadores de futbol en artículos entre 2001 y 2016. El dato se registra en grilla de observación.

• **Tratamientos implementados o sugeridos post cirugía**

Definición conceptual: Terapia por medio del movimiento, manipulaciones y medios físicos establecidos o recomendados según el agente de la kinesiología.

Definición operacional: Terapia por medio del movimiento, manipulaciones y medios físicos establecidos o recomendados según el agente de la kinesiología al que pertenezca para la realización de los Ejercicios de Cadena Cinética Abierta versus Cerrada en Pacientes con Rodillas Deficientes o Reconstruidas de LCA en jugadores de futbol en artículos entre 2001 y 2016. Se considera la Kinesioterapia, Fisioterapia y Kinefilaxia como las ramas de la Kinesiología. El dato se registra en grilla de observación.

**Variables metodológicas**

• **Temática abordada**

Definición conceptual: Asunto de investigación, es un asunto que concierne al campo de saberes dentro del cual pretendemos investigar.

Definición operacional: La definición del tema es la primera instancia en la realización de una investigación, según su propuesta surgen los Estudios sujetos a análisis sobre sobre Efectos de los Ejercicios de Cadena Cinética Abierta versus Cerrada en Pacientes con Rodillas Deficientes o Reconstruidas de LCA en jugadores de futbol.

• **Tipo de investigación**

Definición conceptual: Variedad de actividades orientadas a obtener conocimiento sobre una determinada temática según su alcance.

Definición operacional: Variedad de actividades orientadas a obtener conocimiento sobre una determinada temática según su alcance propuestas en los Estudios sujetos a análisis sobre sobre Efectos de los Ejercicios de Cadena Cinética Abierta versus Cerrada en Pacientes con Rodillas Deficientes o Reconstruidas de LCA en jugadores de futbol.

Se considera exploratoria, descriptiva correlacional, explicativa. El dato de registra en grilla de observación.

• **Tipo de Diseño**

Definición conceptual: Planificación de acciones para lograr los objetivos propuestos.

Definición operacional: Planificación de acciones para lograr los objetivos propuestos en los Estudios sujetos a análisis sobre Efectos de los Ejercicios de Cadena Cinética Abierta versus Cerrada en Pacientes con Rodillas Deficientes o Reconstruidas de LCA en jugadores de futbol en artículos entre 2001 y 2016. Se considera experimentales o no experimentales: longitudinales o transversales. El dato se registra en grilla de observación.

• **Objetivo de la investigación**

Definición conceptual: Fin o meta que se pretende alcanzar en un proyecto, estudio o trabajo de investigación. También indica el propósito por el que se realiza una investigación.

Definición operacional: Fin o meta que se pretende alcanzar en un proyecto, estudio o trabajo de investigación. Sobre Efectos de los Ejercicios de Cadena Cinética Abierta versus Cerrada en Pacientes con Rodillas Deficientes o Reconstruidas de LCA en jugadores de futbol en artículos entre 2001 y 2016. El dato se registra en grilla de observación.

• **Tipo de selección de Muestra estudiada**

Definición conceptual: Variedad de estrategia al momento de elegir aquellas unidades de análisis que conformaran la muestra de estudio.

Definición operacional: Variedad de estrategia al momento de elegir aquellas unidades de análisis que conformaran la muestra de en estudios sobre Efectos de los Ejercicios de Cadena Cinética Abierta versus Cerrada en Pacientes con Rodillas Deficientes o Reconstruidas de LCA en jugadores de futbol . El dato se registra en grilla de observación.

• **Criterios de inclusión y exclusión de la muestra utilizada**

Definición conceptual: Criterios de selección de muestra.

Definición operacional: Criterios de selección de los distintos Estudios sobre Efectos de los Ejercicios de Cadena Cinética Abierta versus Cerrada en Pacientes con Rodillas Deficientes o Reconstruidas de LCA en jugadores de futbol en artículos entre 2001 y 2016.El dato se registra en grilla de observación.

• **Palabras claves seleccionadas**

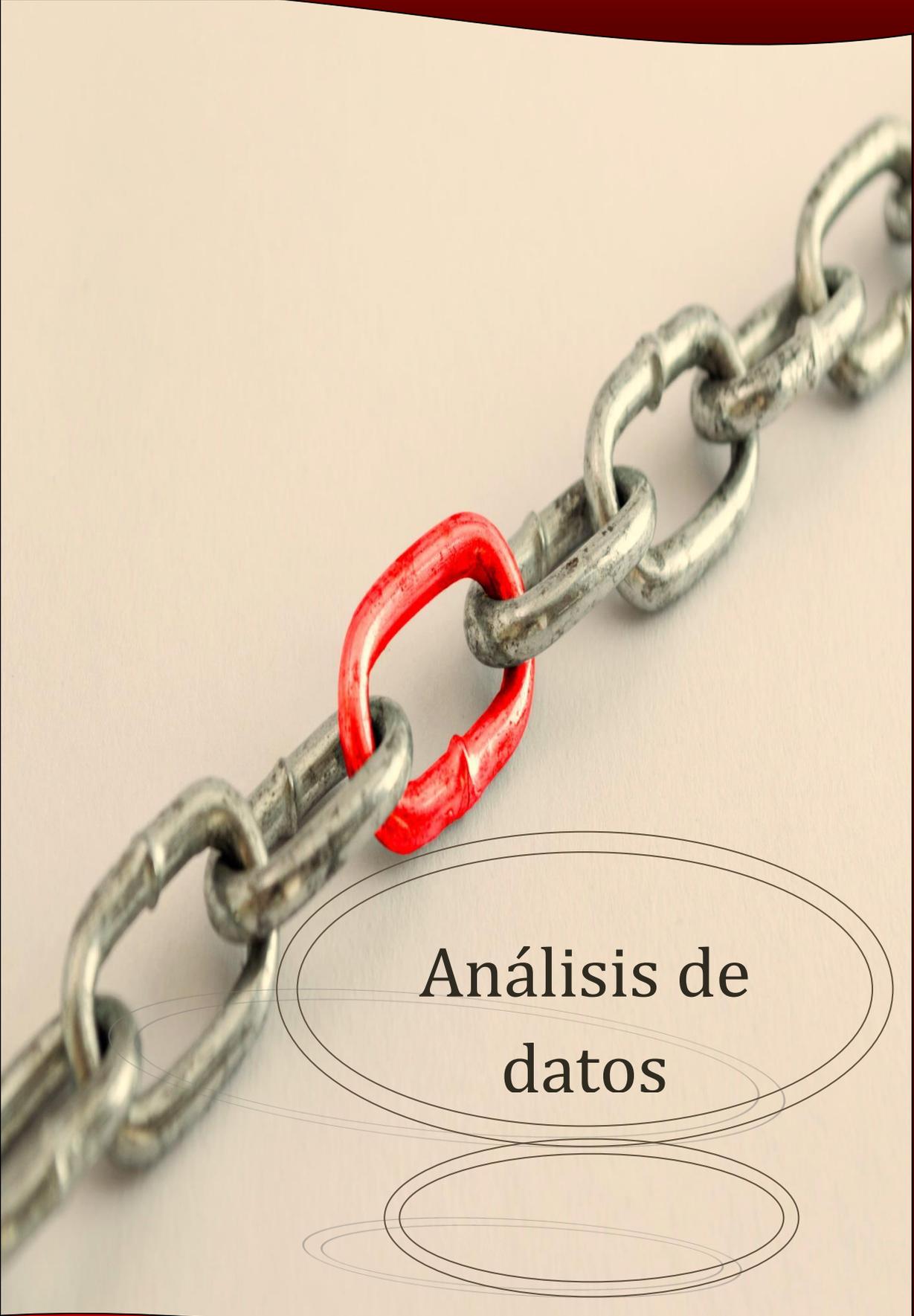
Definición conceptual: Lista de términos relacionados con el contenido de un artículo.

Definición operacional: Lista de términos relacionados con el contenido en los distintos Estudios sobre Efectos de los Ejercicios de Cadena Cinética Abierta versus Cerrada en Pacientes con Rodillas Deficientes o Reconstruidas de LCA en jugadores de futbol en artículos entre 2001 y 2016. El dato se registra en grilla de observación.

• **Tipo de instrumento de recolección de datos utilizado**

Definición conceptual: Variedad de Técnicas y herramientas utilizadas por el analista para desarrollar los sistemas de información.

Definición operacional: Variedad de Técnicas y herramientas utilizadas por el analista para desarrollar los sistemas de información y que son objeto de estudio en los Estudios sujetos a análisis sobre Efectos de los Ejercicios de Cadena Cinética Abierta versus Cerrada en Pacientes con Rodillas Deficientes o Reconstruidas de LCA en jugadores de futbol en artículos entre 2001 y 2016, las cuales pueden ser las entrevistas, la encuesta, el cuestionario o la observación. El dato se registra en grilla de observación.



Análisis de  
datos

Los datos obtenidos y analizados de los Estudios Científicos evaluados se volcaron sobre grillas de observación con su correspondiente análisis<sup>24</sup>.

Cada grilla corresponde a un grupo de variables que previamente se clasificaron y se distinguen según su naturaleza en:

- Variables kinesiológicas
- Variables metodológicas
- Variables bibliográficas

A efectos de simplificar la comprensión de las grillas y el posterior análisis de cada una, se asignó solo el número que corresponde al estudio evaluado, quedando referenciados de la siguiente forma.

**Cuadro N° 1 Listado de temas abordados en las investigaciones sujetas análisis.**

UA	Temáticas abordadas en la Investigación
1	Ejercicios de cadena cinética abierta y cerrada en el período inicial después de la reconstrucción del ligamento cruzado anterior.
2	Rehabilitación de reconstrucción de ACL: una revisión sistemática
3	Cadena cinética abierta en la lesión de ligamento cruzado anterior: una revisión sistemática.
4	Un estudio electromiográfico de los músculos vastos durante la cadena cinética abierta y cerrada en ejercicios isométricos submáximos.
5	Efectos de la cadena cinética abierta combinada y el entrenamiento de la cadena cinética cerrada utilizando máquinas de ejercicio con poleas sobre la fuerza muscular y factores de angiogénesis.
6	Lesión de Ligamento Cruzado Anterior: Compensación durante la marcha mediante activación de los músculos isquiosurales.
7	Lesión de Ligamento Cruzado Anterior: Compensación durante la marcha mediante activación de los músculos isquiosurales.
8	Efectos del entrenamiento de resistencia de los extensores de rodilla de la cadena cinética cerrada versus abierta sobre la laxitud de la rodilla y la función de las piernas en pacientes durante el periodo postoperatorio de 8 a 14 semanas después de la reconstrucción del ligamento cruzado anterior
9	Un programa integral de rehabilitación con fortalecimiento de cuádriceps en ejercicio de cadena cinética cerrada versus abierta en pacientes con deficiencia de ligamento cruzado anterior.
10	Los efectos de los ejercicios de cadena cinética abierta versus cerrada en pacientes con rodillas deficientes o reconstructivas del ligamento cruzado anterior: una revisión sistemática.
11	Ejercicios posteriores a cirugía reconstructiva del ligamento cruzado anterior: consideraciones biomecánicas y eficacia de los enfoques actuales.
12	Efectos del entrenamiento de la resistencia del extensor de la pierna, distalmente fijos versus no fijos sobre el dolor de la rodilla en el período inicial después de la reconstrucción del ligamento cruzado anterior.

Fuente: Elaborado sobre datos de la investigación

<sup>24</sup> Adaptado de la tesis de Montes (2018).

A continuación, se presentan las tres variables de observación elaboradas con su correspondiente análisis.

**Grilla N°1: Variables Kinesiológicas**

ESTUDIO	TIPO DE CADENA CINÉTICA.	LAXITUD DE RODILLA FACTORES DE RIESGO.	TIPO DE TRATAMIENTOS.
-1	No fue posible identificar ninguna diferencia significativa clínicamente relevante en las variables funcionales entre los grupos de cadena cinética abierta y cadena.	No se aborda.	Entrenamiento 3xsem, por 4 sem. El grupo de CCC realizó resist unilateral de los ext de cadera y rodilla en prensa de piernas con una flex de 90° en el inicio. Los de CCA utilizaron pesas de tobillo o máquinas diseñadas para la resistencia aislada de estos grupos musculares. Para ambos se usaron 3 series de 20 rep, el tiempo fue de 1,5 seg. el concéntrico y 3,0 seg. el excéntrico, con 1,0 seg de intervalo. Los ej adicionales fueron aductores de cadera y abductores y flexores de la rodilla. Utilizar el ciclismo se dejó a discreción del terapeuta.
-2	No se aborda.	El artrómetro utilizado fue el KT-1000 que mide el desplazamiento antero-posterior en milímetros. El grupo de CCC fue de 1,6 mm frente a 3,3 mm en el grupo de CCA.	Ext de rodilla en CCA y CCC. La carga temprana de peso parece ser beneficiosa y puede disminuir el dolor patelo-femoral y ayuda a evitar una artro-fibrosis posterior.
-3	Según los artículos analizados la implementación de las CCA es recomendada a partir de la 4 semana de la reconstrucción o lesión de LCA.	En los art. analizados se evidencia que los programas con CCA y CCC no difieren en sus efectos sobre la laxitud de la rodilla en un periodo de 8 a 14 semanas después de la reconstrucción de ligamento.	Fuerza de cuádriceps e isquiotibiales.
-4	El ej en CCA como CCC activan de manera similar las tres porciones del músculo cuádriceps.	No se aborda.	Contracción isométrica a 30,60 y 90 grados (identificar por registro de electromiograma la contracción de los vastos).
-5	Este estudio indican que 8 sem de entrenamiento combinado de CCA y CCC usando máquinas de ejercicio con poleas mejoraron la capacidad anaeróbica. También mejoró la fuerza flexora y extensora en el tronco y la rodilla.	No se aborda.	El ej CCA se realizó 8 sem al 60% de 1RM, y el valor se recalibro cada 2 sem. El ej en CCC se realizó con carga de peso corporal. El orden del ejercicio fue de 2 series de 10 repeticiones de ejercicio CCA, seguidas de 2 series de 10 repeticiones de ejercicio CCC.
-6	No se aborda.	A partir de la fase de apoyo. En la rodilla deficiente se produce un aumento del desplazamiento de la tibia en la dirección anterior entre el 7% y el 15% del ciclo de marcha.	No se aborda.
-7	No se aborda.	Es recomendable que durante las 6 primeras semanas post reconstrucción no se apliquen tensiones cíclicas sobre el 15% de la máxima capacidad de soportar tensión que va a ser capaz de resistir el injerto. Esto significa no superar los 400 newton de tensión.	Ent funcional neuro propioceptivo. La marcha y las escaleras generan aprox 300 newton. Al 3er mes el injerto ST-G y HTH soportan alrededor del 50% de su máxima capacidad. Al 5º mes ambos injertos son capaces de soportar alrededor del 80%.

-8	Este estudio indican que los programas de entrenamiento de CCA y CCC descritos no difieren significativamente en sus efectos en el período de 8 a 14 semanas después de la cirugía de ACLR.	Los programas de CCA y CCC descritos no difieren sobre la laxitud de la rodilla en el período de 8 a 14 sem después de la cirugía. Los resultados contradictorios podría ser que no obtuvieron una medición basal apropiada.	Entrenamiento de resistencia CCC unilateral de los extensores de cadera y rodilla en una máquina de prensa Y CCA con pesas de tobillo o una máquina de extensión de rodilla.
-9	El ej de cuádriceps en CCA condujo a una fuerza mayor en comparación con la CCC. La fuerza del isquiotibial y el resultado funcional fueron similares entre los grupos.	La prueba de Lachman no reveló diferencias grupales, no hubo cambios en la traducción estática de ninguna pierna después de Rehabilitación.	Programas de CCC y CCA.
-10	Revelan resultados favorables para la utilización de CCA como CCC.	Los ej en CCA de fortalecimiento de cuádriceps comenzando 4 sem después de la cirugía provocó una mayor laxitud anterior de la rodilla en comparación con comenzar los mismos ejercicios a las 12 semanas.	Programas de CCC y CCA.
-11	No se aborda.	Alguna forma de extensión de la rodilla durante la cicatrización del injerto puede contribuir a la tensión excesiva y su laxitud.	Programas que evite la atrofia muscular, son importantes para el éxito de individuos sometidos a reconstrucción del LCA.
-12	El dolor de rodilla, no se ve afectado de manera diferente por los ejercicios de CCC o CCA en el período inicial de rehabilitación.	Laxitud de rodilla y función no se ven afectados de manera diferente por CCC y CCA.	No se aborda.

Fuente: Elaborado sobre datos de la investigación.

La primera variable kinesiológica a analizar es el tipo de cadena cinética; la mayoría de los estudios analizados concluyeron que no existen diferencias significativas en los efectos tanto sobre el dolor, la resistencia y la fuerza de la rodilla reconstruida del LCA. La implementación de CCA es recomendada a partir de la cuarta semana según un estudio analizado y otro plantea que ambas cadenas activan de manera similar las tres porciones de los vastos del músculo cuádriceps. La segunda variable a analizar fue los factores de riesgo para la laxitud de rodilla, los cuales aumentan la probabilidad de fracaso de la reparación del LCA, el factor más estudiado fue la comparación entre la influencia del uso de una u otra cadena cinemática durante el proceso de cicatrización del injerto. La laxitud de rodilla no se ve afectada de forma diferente por el uso de una u otra cadena cinemática descrito en la mayoría de los estudios. Superar los 400 newton de tensión (equivalente a peso corporal) antes de las 6 semana puede ser un factor perjudicial para el incremento de laxitud. El fortalecimiento de cuádriceps en CCA antes de las 12 semanas es otro factor de riesgo planteado en un estudio. La tercer variable estudiada son los tratamientos que se implementaron o sugirieron en los estudios analizados; solo 2 de los 12 estudios describen detalladamente el tipo de ejercicios y métodos de rehabilitación utilizado. La mayoría plantea de forma generalizada programas de ejercicios en CCA y CCC.

## Grilla Nro-2: Variables metodológicas.

ESTUDIO	TEMATICA ABORDADA	TIPO DE INVESTIGACION	TIPO DE DISEÑO	OBJETIVO	MUESTRA	Considera criterios de inclusión y exclusión	VARIABLES	PALABRAS CLAVES	CONCLUSIONES	Tipo de instrumento de recolección de datos
-1	Ejercicios de cadena cinética abierta y cerrada en el período inicial después de la reconstrucción del ligamento cruzado anterior.	Descriptivo.	Experimental	Realizar un ensayo clínico prospectivo aleatorizado para determinar si hubo diferencias en la mejoría funcional de la rodilla, definida por el análisis de la marcha, después del entrenamiento de CCA y CCC durante las primeras 6 semanas después de la reconstrucción del LCA.	No probabilística por conveniencia Treinta y siete pacientes que se habían sometido a una reconstrucción del LCA.	Si pacientes hospitalizados 1) Sin antecedentes de afecciones patológicas que requirieran atención médica en la extremidad inferior contralateral. 2) Sin antecedentes de lesión de la PCL en la rodilla operada. 3) Sin accidentes o problemas que requiere más atención médica postoperatoria estándar	Ángulo y potencia de la rodilla.	Cadena cinética abierta, cadena cinética cerrada, Reconstrucción de LCA Técnica quirúrgica Entrenamiento de resistencia controlada Evaluación Funcional.	No fue posible identificar ninguna diferencia significativa clínicamente relevante en las variables funcionales entre los grupos de cadena cinética abierta y cadena durante las primeras 6 semanas después de la reconstrucción del LCA.	Pruebas
-2	Ensayos Controlados aleatorios disponibles en la rehabilitación del LCA.	Descriptivo	Revisión sistemática.	Analizar los ensayos controlados aleatorios disponibles (ECA) en la rehabilitación del LCA para facilitar El desarrollo de protocolos de rehabilitación basados en la evidencia	5 estudios prospectivamente aleatorizados después de la reconstrucción del LCA.	Si Ensayos clínicos aleatorizados en inglés que incluían rehabilitación de la reconstrucción del LCA. Los criterios de exclusión incluyen el idioma que no esté en inglés.	Ejercicios de cadena abierta y cerrada. Fortalecimiento cuadríptico isocinético concéntrico y excéntrico entre 90 ° y 40 ° aumentando durante seis semanas a 90 ° a 10 °. Laxitud instrumentada. Prueba de fuerza isocinética y la satisfacción del paciente ascenso y descenso de escaleras entre dos y seis semanas.	Ejercicios de cadena cerrada. Reconstrucción de LCA.	La calidad metodológica es mixta. La mayoría de los estudios sufren de alguna forma de sesgo potencial.	Grilla de análisis.

ESTUDIO	TEMATICA ABORDADA	TIPO DE INVESTIGACION	TIPO DE DISEÑO	OBJETIVO	MUESTRA	Considera criterios de inclusión y exclusión	VARIABLES	PALABRAS CLAVES	CONCLUSIONES	Tipo de instrumento de recolección de datos
-3	La inclusión de las cadenas cinéticas abiertas en el tratamiento de la lesión de ligamento cruzado anterior.	Descriptivo	Revisión sistemática	Analizar la evidencia de los ejercicios de cadena cinética abierta en el tratamiento de la lesión de ligamento cruzado anterior en futbolistas.	12 estudios Publicados en EBSCO, PeDro y PUBMED. Desde el 2000- 2012.	Si 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.	Dolor. Fuerza muscular. Amplitud de movilidad articular. Propiocepción. Laxitud anterior de rodilla.	LCA. Traumatismo de rodilla. Cadena cinética abierta.	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.	Flujograma para proceso de búsqueda de inclusión de los artículos. Grilla.
-4	Estudio electromiográfico de los músculos vastos durante la cadena cinética abierta y cerrada ejercicios isométricos submáximos.	Descriptivo.	Experimental	Evaluar la efectividad de dos contracciones isométricas submáxima (10% y 60%) en la promoción de la activación preferencial del VMO sobre los otros en ejercicios de CCA y CCC con la rodilla fijada a 30,60 y 90 grados de flexión.	No probabilística por conveniencia. 14 jóvenes varones sanos (edad $23.5 \pm 3.2$ años, masa corporal $80.9 \pm 11.5$ Kg, altura $181.7 \pm 6.3$ cm).	No.	Tipo de contracción. Tipo de fuerza muscular. Edad. Masa corporal. Dominancia de la pierna.	Electromiografía. Articulación patelofemoral Cuadricéps Entrenamiento de fuerza.	El ejercicio de la cadena cinética abierta como la cerrada activan de manera similar las tres porciones del músculo cuádriceps, lo que sugiere que el entrenamiento selectivo del músculo vasto no se puede lograr en estas condiciones.	Grabaciones EMG.

ESTUDIO	TEMATICA ABORDADA	TIPO DE INVESTIGACION	TIPO DE DISEÑO	OBJETIVO	MUESTRA	Considera criterios de inclusión y exclusión	VARIABLES	PALABRAS CLAVES	CONCLUSIONES	Tipo de instrumento de recolección de datos
-5	Efectos de la CCA y CCC utilizando máquinas de ejercicio con poleas sobre la fuerza muscular y factores de angiogénesis.	Descriptivo.	Experimental	Analizar los efectos del entrenamiento combinado de la CCA y la CCC utilizando máquinas de ejercicios con polea sobre la fuerza muscular, el poder anaeróbico y los niveles sanguíneos de factores de angiogénesis.	No probabilística por conveniencia. Veinte estudiantes universitarios dividido en grupo control y entrenamiento con polea	Si Sexo masculino , Sin problemas médico	Los niveles de Ang 1 y Ang 2, Lípidos en suero, Fuerza muscular, Potencia aeróbica. Cambio en IMC en flexores.	Cadena cinética abierta. Cadena cinética cerrada. Factores de angiogénesis.	8 semanas de entrenamiento combinado aumentaron de manera efectiva los factores bioquímicos que están estrechamente relacionados con el crecimiento muscular y la fuerza muscular mejorada en el tronco y la rodilla.	Pruebas
-6	Compensación durante la marcha mediante activación de los músculos isquiosurales de la lesión del ligamento cruzado anterior.	Descriptivo	No experimental	Analiza la rodilla normal y la rodilla con LCA deficiente en el ciclo de marcha completo en un modelo bidimensional en el plano sagital de la rodilla.	4 casos con diferente simulación.	No	Momento de activación de los isquio. Desplazamiento tibial. Rodilla normal según grado de comparación Rodilla deficiente según grado de comparación.	Ligamento cruzado anterior. Desplazamiento tibial. Compensación.	Se logra compensar el desplazamiento tibial anterior mediante un patrón de activación modificado de los músculos isquiosurales. Estos patrones de activación propuestos pueden ser utilizados por kinesiólogos como guía de entrenamiento para la rehabilitación de pacientes con patologías de LCA.	Modelo Bidimensional al Simula 4 casos uno con LCA normal y 3 con LCA deficiente.

ESTUDIO	TEMATICA ABORDADA	TIPO DE INVESTIGACION	TIPO DE DISEÑO	OBJETIVO	MUESTRA	Considera criterios de inclusión y exclusión	VARIABLES	PALABRAS CLAVES	CONCLUSIONES	Tipo de instrumento de recolección de datos
-7	Retorno deportivo en atletas de alto rendimiento después de reconstrucción de Ligamento Cruzado Anterior de rodilla.	Descriptivo	No experimental	Describir los factores críticos involucrados en la obtención de una exitosa reconstrucción de ligamento cruzado anterior en deportistas de alto rendimiento.	Muestra no probabilística por conveniencia 212 deportistas de alto rendimiento, 152 hombres y 60 mujeres, con un rango de edad de 15 a 28 años.	Si Deportistas profesionales y /o deportistas federados miembros de selección nacional del deporte que practica, participantes de Juegos Olímpicos, Campeonatos Mundiales, Panamericanos u Odesur.	Sexo Deporte Fuerza contralateral, Grado de flexión de rodilla según tipo de cadena. Traslación anterior de la tibia según grado de flexión. Dolor. Factores relacionados con el entrenamiento funcional. Control neuromuscular. Estabilidad estática y dinámica. Gestos técnicos deportivos. Tiempo de retorno deportivo.	Reconstrucción de LCA; retorno deportivo; rehabilitación acelerada; entrenamiento funcional neuropropioceptivo.	La técnica quirúrgica y experiencia del cirujano son muy importantes, al mismo nivel están la rehabilitación acelerada y el entrenamiento funcional en cancha de tipo neuropropioceptivo.	Resonancia magnética, evaluación isocinética y pruebas funcionales según deporte. Registro electromiográfico. Grillas.
-8	Entrenamiento de resistencia en extensión de la rodilla con cadena cinética cerrada versus abierta sobre la laxitud y la función en pacientes durante el período postoperatorio de 8 a 14 semanas después de la reconstrucción del LCA.	Exploratorio. Descriptivo	Experimental	Comparar los efectos de los dos regímenes sobre la laxitud y la función de la rodilla en el período de 8 a 14 semanas después de la reconstrucción del LCA	Muestra no probabilística por conveniencia 49 pacientes que se recuperaron de la cirugía de ACLR (37 M, 12 F, edad media = 33 años).	Si Si no tenían una historia previa de patología que requiriera atención médica en la extremidad inferior contralateral en los últimos 6 meses, no tenían una lesión del ligamento cruzado posterior en la rodilla operada, tenían 18 años de edad. 60 y su cirujano había dado su consentimiento para que se les acercara	Los límites del movimiento activo de la rodilla La circunferencia de la rodilla La laxitud pasiva de ambas rodillas actividades físicas realizadas	Cadena cinética, Ejercicio, Cuadriceps, Entrenamiento de fuerza.	Los resultados de este estudio indican que los programas de entrenamiento de CCA y CCC descritos no difieren significativamente en sus efectos sobre la laxitud de la rodilla en el período de 8 a 14 semanas después de la cirugía de ACLR.	Entrevista Pruebas clínicas.

ESTUDIO	TEMATICA ABORDADA	TIPO DE INVESTIGACION	TIPO DE DISEÑO	OBJETIVO	MUESTRA	Considera criterios de inclusión y exclusión	VARIABLES	PALABRAS CLAVES	CONCLUSIONES	Tipo de instrumento de recolección de datos
-9	Programa integral de rehabilitación con fortalecimiento de cuádriceps en ejercicio de cadena cinética cerrada versus abierta en pacientes con deficiencia de ligamento cruzado anterior.	Exploratorio. Descriptivo	Experimental	Analizar un programa de rehabilitación integral y cuádriceps en ejercicio de CCA, aumentará la fuerza y mejorará la función de la rodilla sin aumentar la traducción tibial sagital estática o dinámica, en comparación con el mismo programa CCC ejercicio, en pacientes con deficiencia aguda de ACL.	No probabilística por conveniencia. Cuarenta y dos pacientes fueron evaluados 24 hombres y 18 mujeres entre 15 y 45 años de edad y tenían una ruptura unilateral de LCA que no tenía más de 14 semanas	Si Se excluyó a los pacientes si tenían una lesión adicional o una cirugía previa en las extremidades inferiores, con la excepción de una lesión meniscal parcial o una lesión menor del ligamento colateral en la articulación de la rodilla lesionada o una meniscectomía parcial en la rodilla lesionada o contralateral.	-Inflamación (circunferencia de la rodilla) y rango de movimiento pasivo. -Laxitud de rodilla (prueba de Lachman). -Traslación anterior máxima de la tibia durante la marcha - Ángulo de flexión máximo o mínimo de la rodilla durante la marcha. - Activación muscular. -Fuerza muscular. -Prueba de salto. - Función subjetiva de la rodilla y nivel de actividad (puntuación de Lysholm y puntuación de Tegner). -Cumplimiento de programa de ejercicios en CCC y CCA.	Rehabilitación de LCA; laxitud de la rodilla; fuerza muscular; estabilidad dinámica; electromiografía	El ejercicio de cuádriceps CCA condujo a una fuerza cuádriceps significativamente mayor en comparación con ejercicios de cuádriceps CCC. La fuerza del isquiotibial, la traducción estática y dinámica y el resultado funcional fueron similares entre los grupos. Los pacientes con deficiencia de LCA pueden necesitar fortalecimiento del cuádriceps CCA para recuperar un buen torque muscular.	Mediciones clínicas. Cuestionarios que evalúan la función subjetiva de la rodilla y el nivel de actividad. Medición con goniómetro computarizado. Electromiografía.
-10	Los efectos de los ejercicios de cadena cinética abierta versus cerrada en pacientes con rodillas deficientes o reconstructivas del ligamento cruzado anterior.	Descriptivo.	Revisión sistemática	Analizar y comparar los resultados clínicos y estadísticos de los estudios publicados que comparan las intervenciones de CCA y CCC para la rehabilitación de ACL.	6 artículos ensayos controlados aleatorios individuales	Si Haberse publicado entre 2000-2008, escrito en inglés, evaluar la cadena cinética abierta y los ejercicios de cadena cinética cerrada en una población deficiente o reconstruida de LCA, y ser un ensayo de control aleatorio. Todos los estudios incluidos se categorizaron como nivel de evidencia Sackett Ib8.	- Calidad metodológica (PEDro de 11 puntos).	Ejercicio de cadena cinética abierta / cerrada, ACL	Estos estudios revelan resultados favorables para la utilización de ejercicios de cadena cinética tanto abierta como cerrada para la intervención con rodillas ACL deficientes o reconstruidas. Sin embargo, es necesario realizar más investigaciones	Escala Pedro de 11 puntos.

ESTUDIO	TEMATICA ABORDADA	TIPO DE INVESTIGACION	TIPO DE DISEÑO	OBJETIVO	MUESTRA	Considera criterios de inclusión y exclusión	VARIABLES	PALABRAS CLAVES	CONCLUSIONES	Tipo de instrumento de recolección de datos
-11	Ejercicios posteriores a cirugía reconstructiva del LCA. Consideraciones biomecánicas y eficacia de los enfoques actuales.	Descriptivo.	Revisión sistemática.	Analizar los factores que influyen en los procesos de recuperación funcionales y curativos asociados con una ruptura de ACL y su reconstrucción quirúrgica.	6 estudios controlados aleatorios de aplicaciones de ejercicio con cadenas abiertas y cerradas después de la cirugía reconstructiva del LCA.	Si Publicadas en inglés durante los últimos 25 años.	- Tema anatómico y fisiológico. -Efectos del ejercicio en el LCA -Cambios hipotéticos en la fuerza del injerto del LCA. -Beneficios entre CCA y CCC.	Lesión del ligamento cruzado anterior. -Ejercicio. -Articulación de la rodilla. -Cirugía reconstructiva. -Rehabilitación.	La aplicación de programas de rehabilitación reconstructivos posteriores a la LCA planificados cuidadosamente, que pueden ayudar a regular el entorno de tensión del injerto y prevenir la atrofia muscular (Fleming et al., 2005), son importantes para el éxito a largo plazo de individuos sometidos a reconstrucción del LCA.	Grilla de análisis. Grilla de análisis. Considerando Autor Muestra Diseño Hallazgo Limitación
-12	Efectos del entrenamiento de la resistencia del extensor de la pierna, distalmente fijos versus no fijos sobre el dolor de la rodilla en el período inicial después de la reconstrucción del LCA.	Explorativo. Descriptivo.	Experimental	Evaluar los cambios inmediatos en el dolor de rodilla como resultado del entrenamiento con CCC y CCA del extensor de rodilla en el período inicial después de la reconstrucción del LCA.	No probabilística por conveniencia Cuarenta y tres pacientes	Si Pacientes hospitalizados. No tenían historia primaria de patología que requiriera atención médica en la extremidad inferior contralateral. Criterios: (1) el número de días entre la cirugía y la prueba previa era menor de 20, (2) el número de días entre la prueba previa y la prueba posterior era menor de 35, de 8 a 13 sesiones de tratamiento entre la prueba . Si la flexión pasiva de la rodilla lesionada estaba cerca de 90 grados y caminar sin ayuda.	-Dolor de rodilla y su localización.	Dolor de rodilla anterior, articulación patelofemoral, entrenamiento de resistencia	El dolor de rodilla, no se ve afectado de manera diferente por los ejercicios de los extensores de pierna con la extremidad inferior fijada distalmente o no fijada en el período inicial de rehabilitación después de la cirugía de reconstrucción del LCA. Cuando se considera con los datos que muestran que laxitud de rodilla y función no se ven afectados de manera diferente por CCC y CCA.	Pruebas

Se observa en la grilla de las variables metodológicas la temática abordada siendo la comparación directa entre ejercicios de cadena cinética abierta y cerrada la más abordada en siete de los doce estudios analizados, en otros tres estudios queda incluida esta temática al plantear el tema de la rehabilitación y retorno a la competencia después de la reconstrucción del ligamento cruzado anterior, un estudio tiene como tema el análisis electromiográfico de los músculos vastos del cuádriceps durante la cadena cinética abierta y cerrada. El tipo de investigación, es descriptivo en todos los trabajos estudiados. En cuanto al tipo de diseño se divide en 6 experimental, 2 no experimental y 4 de revisión sistemática.

La Muestra estudiada está conformada por pacientes sometidos a la reconstrucción de ligamento cruzado anterior en 7 de los trabajos estudiados, siendo no probabilística por conveniencia, en las cuales son hombres y mujeres a excepción de uno que eran solo de sexo masculino. Se destaca en esta comparación que la muestra es mayor en el estudio Nro. 7 de Chile con 212 individuos, le siguen ambos estudios analizados de Inglaterra el Nro. 8 con 49 y el Nro. 12 con 43, el Nro. 9 de Suecia con 42 y por último el Nro. 1 también de Inglaterra con 37 pacientes. En otros 4 trabajos estudiados la muestra es conformada por estudios publicados en Pubmed y en un estudio la muestra es un modelo bidimensional.

Para los criterios de inclusión y exclusión se tuvo en cuenta para todos los de pruebas si tenían una lesión adicional o cirugía previa, y para los de revisión bibliográfica, que estén publicados entre el 2000 y 2012 escritos en inglés.

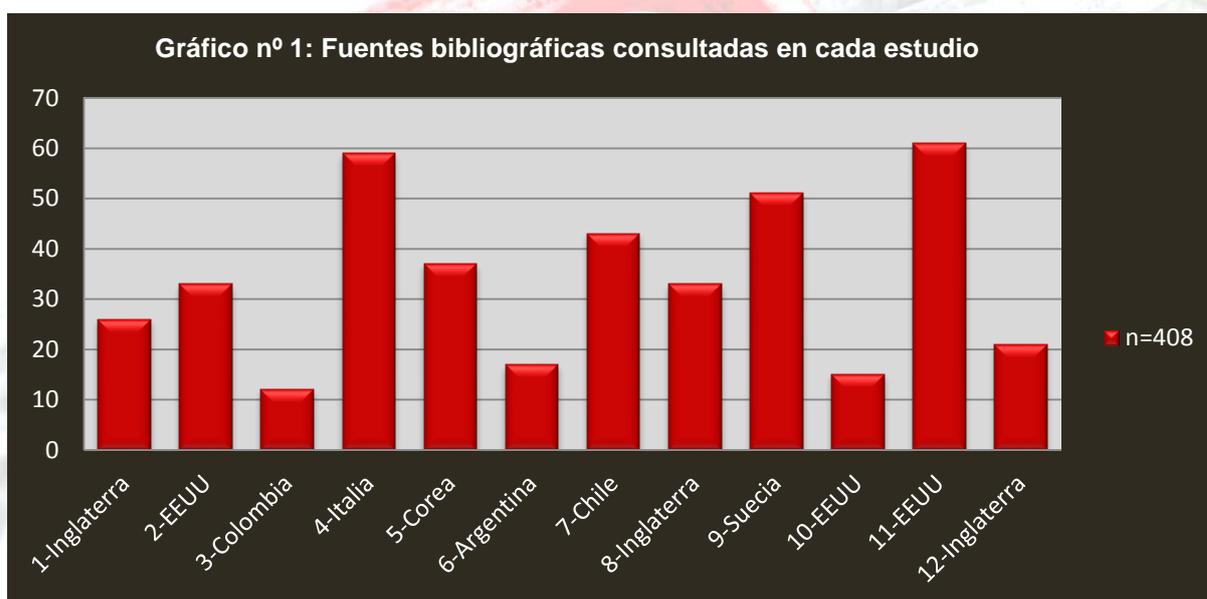
En las variables de los estudios analizados, la laxitud anterior de rodilla es la variable que aparece analizada en todos los estudios, se destaca porque es un factor que determina la estabilidad de la rodilla. A estas variables le sigue y el tipo de cadena cinética, tipo de fuerza, la dosis de ejercicio, el grado de flexión de la rodilla y el dolor, tenidas en cuenta en algunos de los trabajos estudiados.

Los tipos de instrumentos de recolección de datos utilizados en los Estudios fueron en 6 casos grillas de análisis, en 4 estudios se realizaron pruebas, uno utilizó la entrevista y otro cuestionarios y mediciones clínicas.

Grilla Nro-3. Variables bibliográficas.

Nro. de Estudio	Año	País	Nro. de Libros	Nro. de sitios web	Nro. de artículos científicos	Nro. de bibliografía de asociaciones, organizaciones, universidades y otros.	Nro. de Tesis
-1	2001	Inglaterra	1	0	25	0	0
-2	2008	EEUU	0	0	33	0	0
-3	2014	Colombia	2	1	9	0	0
-4	2012	Italia	0	0	59	0	0
-5	2016	Corea	0	0	37	0	0
-6	2005	Argentina	3	0	12	2	0
-7	2010	Chile	0	0	43	0	0
-8	2005	Inglaterra	3	0	30	0	0
-9	2007	Suecia	0	0	51	0	0
-10	2010	EEUU	1	1	13	0	0
-11	2008	EEUU	0	0	61	0	0
-12	2002	Inglaterra	2	0	19	0	0

Seguidamente se presenta las gráficas confeccionadas con los resultados obtenidos.



Fuente: Elaboración propia

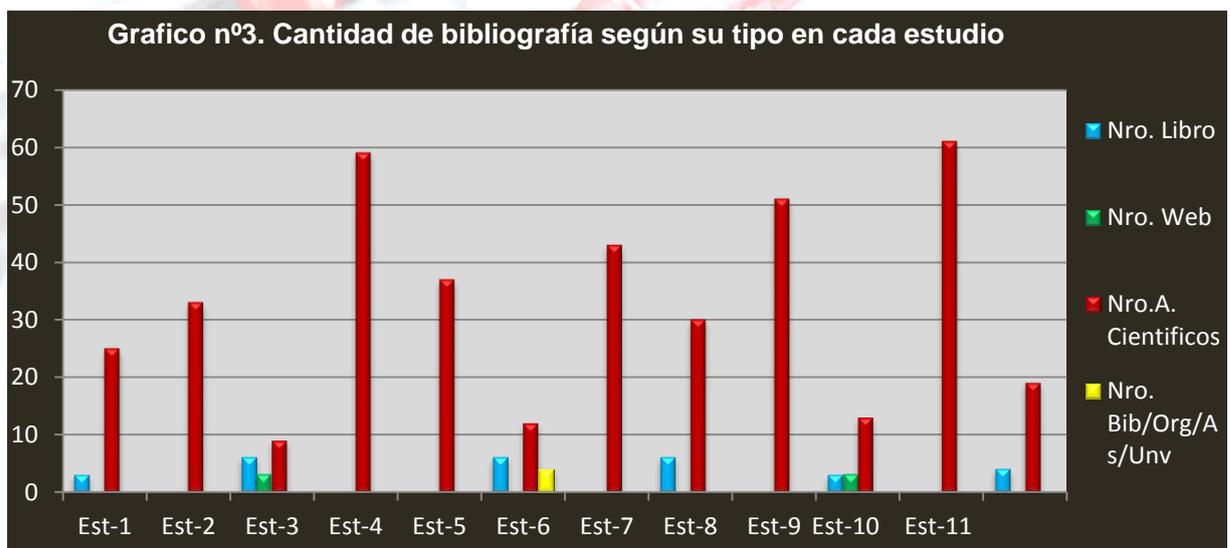
Los Estudios en los que más fuentes bibliográficas se consultaron fueron el Nro.11 de EEUU, estudio de revisión Bibliográfica con 61 en su totalidad. A este le sigue en orden decreciente el Nro.4 de Italia, estudio electro miográfico de los músculos con 59, luego el Nro.9 de Suecia, sobre rehabilitación integral con 51. Por otro lado en los que menos fuentes bibliográficas se consultaron fueron el Nro.6 de Argentina, de simulación de la marcha con 12, el Nro.10 de EEUU, estudio de revisión Bibliográfica con 15 y el de menos fuente es el Nro.3 de Colombia, estudio de revisión Bibliográfica con 9. Esto suma un total de 408 fuentes consultadas entre todos los estudios.

En el Grafico nº2 se puede observar la distribución en porcentaje según el tipo de bibliografía consultada, los artículos científicos se destacan a la hora de consultar información, en menor porcentaje le sigue los libros. Los sitios web y bibliografía proveniente de asociaciones, organizaciones, universidades y otros, ocupan el tercer lugar. La bibliografía de Tesis no fue considerada por ningún estudio, seis de los doce estudios se basaron solo en artículos científicos y en todos se cita este tipo de fuente.



Fuente: Elaboración propia.

El Grafico nº3 representa la cantidad de bibliografía consultada según su tipo en cada uno de los artículos estudiados.



Fuente: Elaboración propia.

La bibliografía más consultada son los artículos científicos, siete estudios consultaron más de 30 uno 25 y los cuatro restantes entre 9 y 19. En todos se consultó esta fuente y en seis fue la única fuente. Ningún estudio consulto más de tres fuentes, solo tres estudios llegaron a este número de variedad de fuente consultadas.

**Tabla N°4: Distribución por año de la bibliografía consultada en cada uno de los artículos de estudio (1980-2015).**

Año	Nro-1	Nro-2	Nro-3	Nro-4	Nro-5	Nro-6	Nro-7	Nro-8	Nro-9	Nro-10	Nro-11	Nro-12	Total
1980	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	5
1981	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	3
1982	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	3
1983	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	1	2	6
1984	1	0	0	2	0	0	0	1	1	0	1	2	8
1985	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	2	1	6
1986	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	3	0	8
1987	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	3
1988	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	2
1989	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	5
1990	1	2	0	2	0	3	0	0	1	0	2	1	12
1991	1	2	0	2	0	1	0	5	2	0	3	1	17
1992	2	0	0	0	1	0	0	2	0	0	1	1	7
1993	4	0	0	2	0	2	0	3	2	1	2	2	18
1994	1	2	0	0	1	0	2	3	1	0	0	1	11
1995	2	2	0	4	0	0	1	1	3	1	4	1	19
1996	1	2	0	0	1	1	0	2	1	0	2	0	10
1997	4	1	0	5	0	3	5	0	4	0	3	1	26
1998	1	2	0	4	1	1	2	2	3	1	3	2	22
1999	0	1	0	5	1	0	3	1	2	1	3	0	17
%	96%	45%	15%	65%	22%	94%	37%	76%	46%	27%	56%	89%	%55,5
2000	1	4	2	4	2	1	3	5	2	3	3	1	31
2001	0	2	0	3	2	0	4	2	6	0	5	1	23
2002	0	4	1	3	1	0	5	0	3	1	3	0	21
2003	0	3	0	2	1	0	2	1	4	1	3	0	17
2004	0	3	0	2	3	0	2	0	3	0	2	0	15
2005	0	2	2	0	2	0	2	0	6	2	5	0	21
2006	0	0	0	1	1	0	6	0	0	0	3	0	11
2007	0	0	2	0	0	0	1	0	2	1	3	0	9
2008	0	0	1	2	1	0	0	0	0	1	0	0	5
2009	0	0	0	2	2	0	1	0	0	2	0	0	7
2010	0	0	2	2	2	0	1	0	0	0	0	0	7
2011	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	5
2012	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	3
2013	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3
2014	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
2015	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
%	4%	55%	85%	35%	78%	6%	63%	24%	54%	73%	44%	11%	%44,5

Fuente: Elaborado sobre datos de la investigación.

La Tabla arroja un 55,5% de bibliografía consultada antes del año 2000 y un 44,5% después.

Los resultados de la cantidad de la bibliografía según el año de publicación se presentan seguidamente en el gráfico Nro. 4.



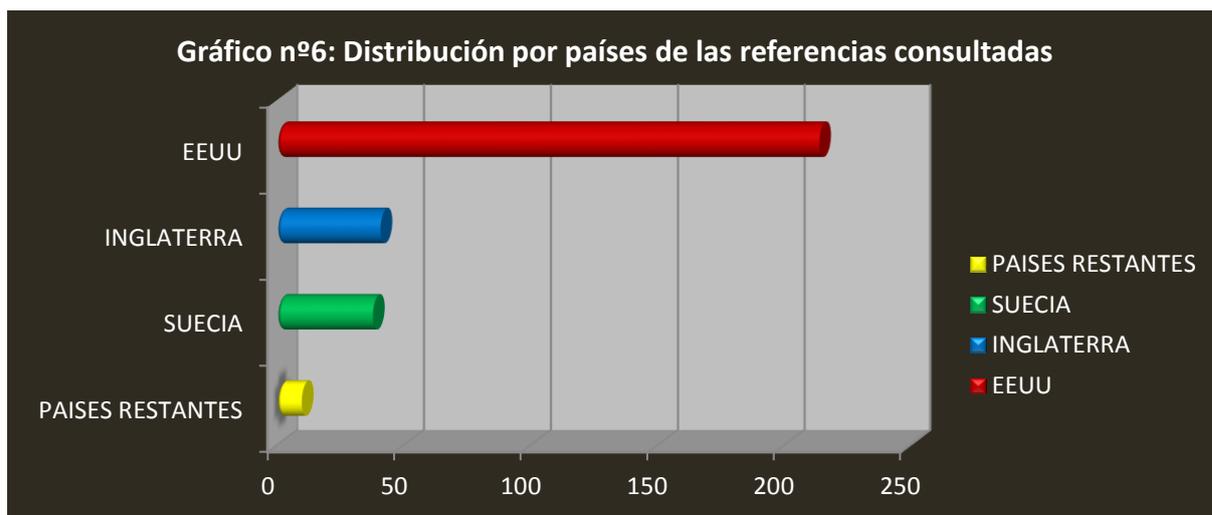
Fuente: Elaboración propia.

En este Gráfico nº4 se muestra la distribución de la bibliografía consultada de todos los Estudios según el año de publicación, donde se puede observar que la gran parte de lo recabado se encuentra entre el año 1997 y 2006. El rango máximo está entre 1997 y 2000, donde su pico es 2000 con un número de 31 consultas de ese año.

**Tabla Nº2: Distribución por países de la bibliografía consultadas en cada una de las publicaciones de estudio.**

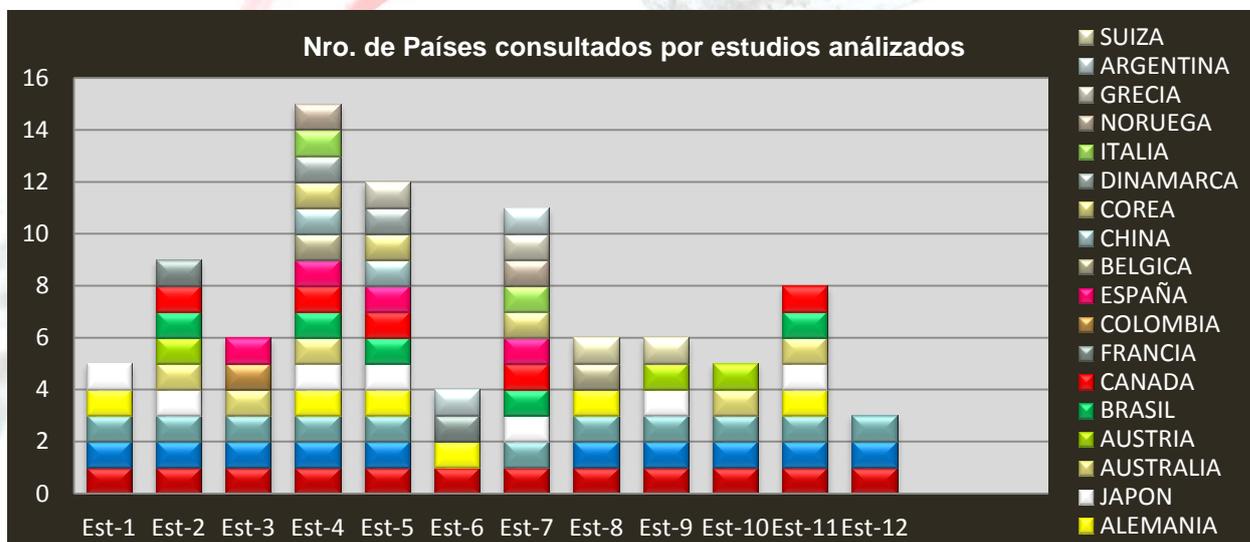
País	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9	-10	-11	-12	Total
Argentina						3	3						6
Alemania	2			1	2	1		1			1		8
Austria		1							1	1			3
Australia		1	1	1						2	2		7
Bélgica				2				1					3
Brasil		1		1	2		1				1		6
Canadá		1		2	1		2				1		7
China				2	1								3
Colombia			3										3
Corea				1	3		2						6
Dinamarca				2	3								5
EEUU	20	16	1	27	16	9	21	20	28	5	38	13	214
España			2	1	1		3						7
Francia		2				1							3
Grecia					1		1						2
Inglaterra	2	5	3	4	1			6	6	4	7	3	41
Italia				5			2						7
Japón	1	1		1	1		3		1		1		9
Noruega				1			1						2
Suecia	1	3	3	4	3		1	2	10	3	7	1	38
Suiza								1	2				3
Nro.Países	5	9	6	15	12	4	11	6	6	5	8	3	

Fuente: Elaborado sobre datos de la investigación.



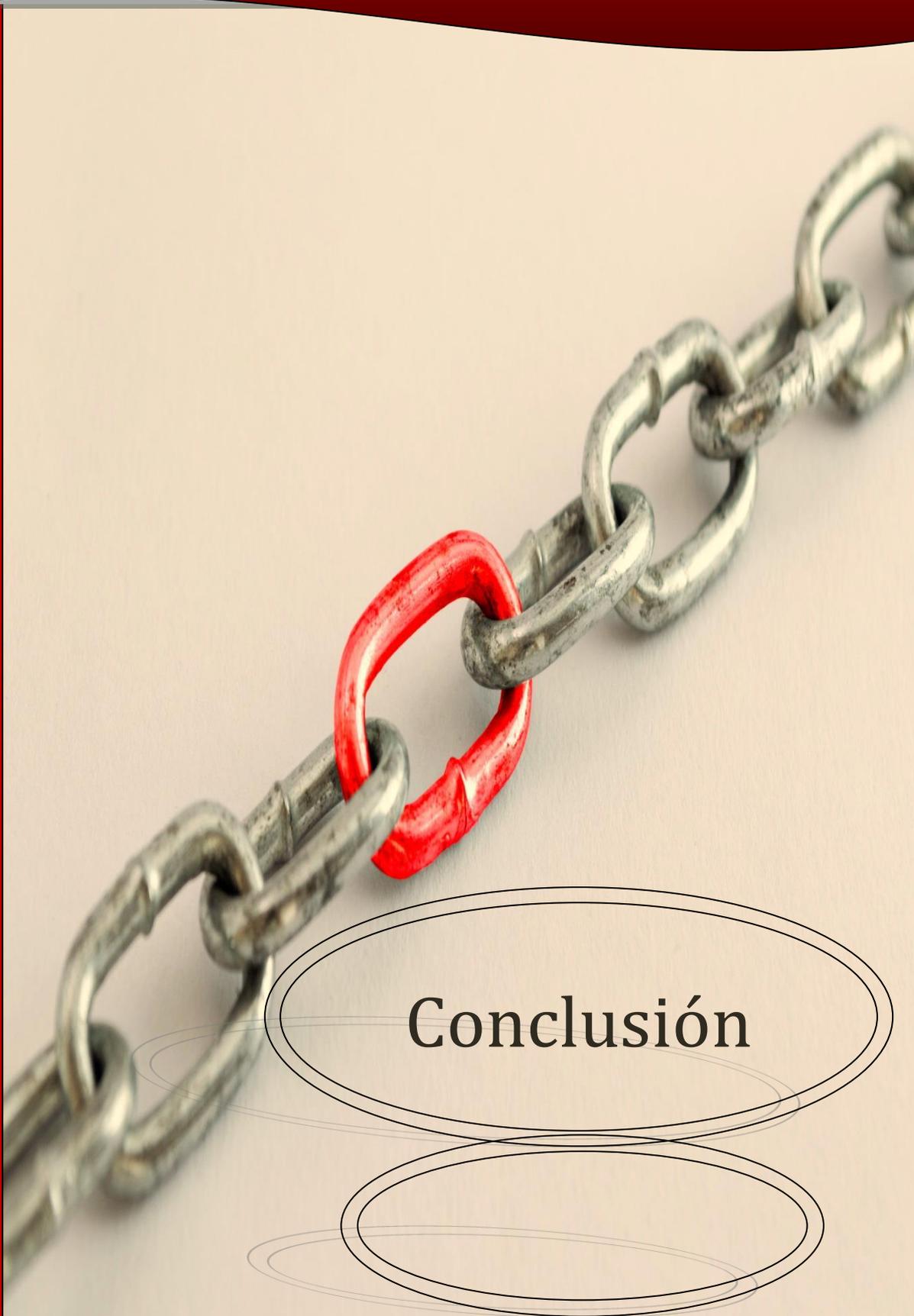
Fuente: Elaboración propia.

El gráfico. N°6 muestra la influencia notable de las referencias consultadas de procedencia de EEUU con un total de 214 consultas bibliográficas, la búsqueda de referencias de origen Inglaterra y Suecia ocupa el segundo lugar con 41 y 38 respectivamente, y por último con un valor ínfimo menor a 10 referencias consultadas, el resto Argentina, Alemania, Austria, Australia, Bélgica, Brasil, Canadá, China, Colombia, Corea, Dinamarca, España, Francia, Grecia, Italia, Japón, Noruega y Suiza.

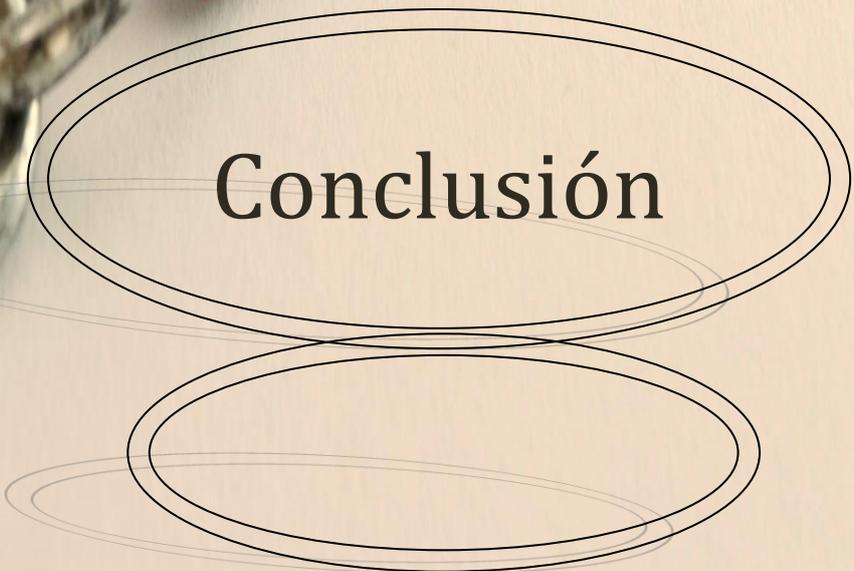


Fuente: Elaboración propia.

Se observa en este gráfico el número de países referentes de las bibliografías consultadas en cada Estudio analizado, liderando el Estudio Nro. 4 con 15 países en su consulta de referencia, le sigue el Estudio Nro. 5 y Nro. 7 con 12 y 11 respectivamente. El promedio de los Estudios restantes es de 6 países, siendo el Estudio Nro. 12 el más pobre con solo 3 países de referencia. Otra observación que arroja este gráfico es que EEUU estuvo como referencia bibliográfica en todos los estudios analizados, también Suecia que solo no estuvo en 1 e Inglaterra en 2 de los 12.



Conclusión



El análisis de datos a través de las grillas facilitó la comparación de similitudes y diferencias entre los Estudios abordados. Al evaluar cada variable Kinesiológica se puede observar como coinciden los tipos de cadena cinética; una forma u otra de ejercicios no sería un problema para mejorar el dolor, la resistencia y la fuerza de la rodilla reconstruida del LCA, se puede observar que la implementación de CCA es recomendada a partir de la cuarta semana teniendo relevancia en casi todas las Tesis. Un factor determinante en el éxito de la cirugía es que no haya laxitud del injerto en el periodo de cicatrización, sometido al proceso de rehabilitación. Por eso, en este estudio se analizó cada uno de los factores de riesgo que predisponen a la laxitud de rodilla en cada Estudio, muchos de estos factores coinciden entre los estudios revisados, como puede ser, la tensión excesiva antes de las 6 semanas y el fortalecimiento de cuádriceps en CCA antes de las 12 semanas.

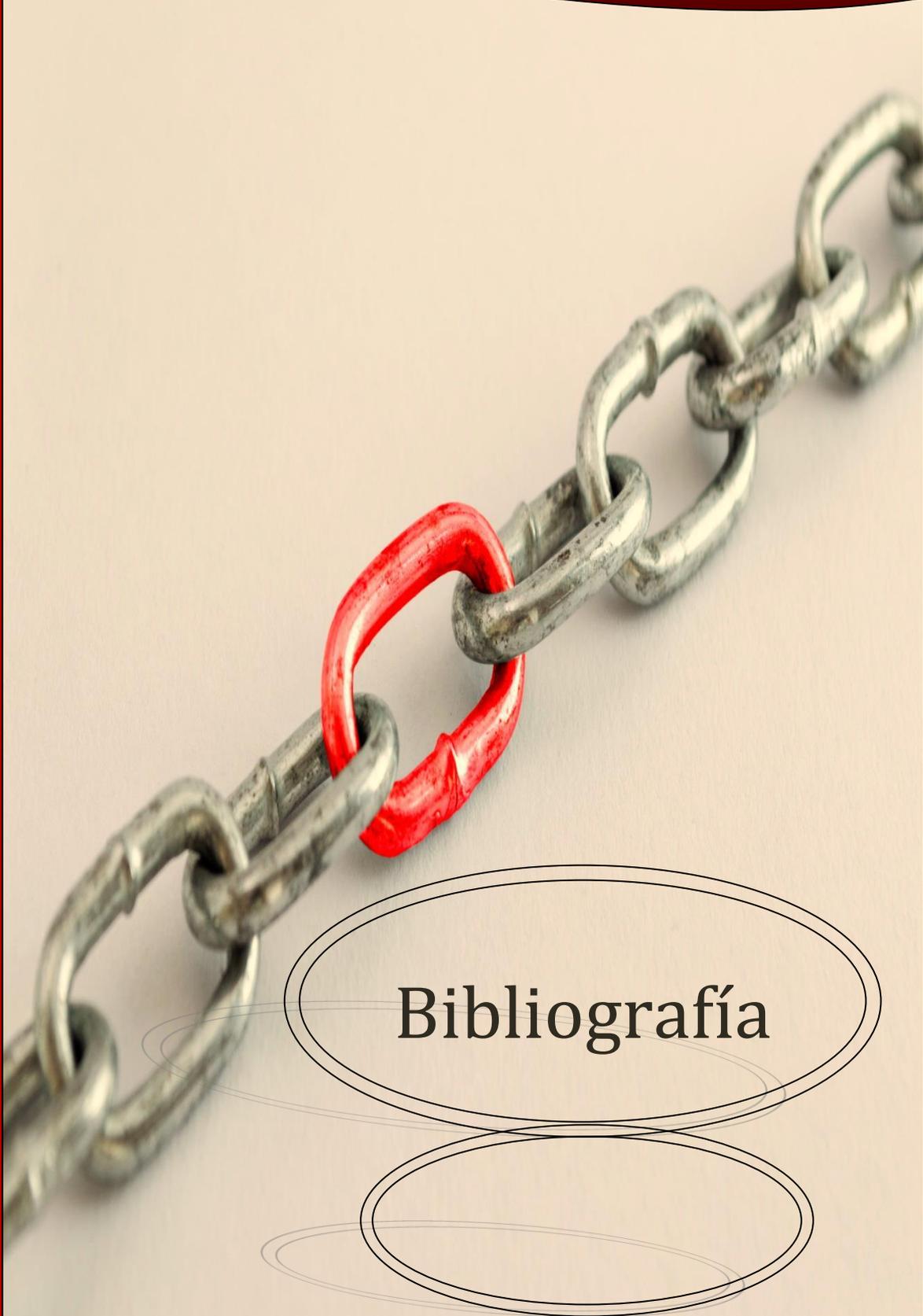
Comparar estas variables me permite sacar un panorama más amplio, porque no es un estudio específico de un programa de ejercicios en particular, sino que abarca varias actividades que tienen temas en común y me es de utilidad para ver de forma generalizada en los programas de rehabilitación, que grado de laxitud puede ocurrir, de qué manera puedo evitarlas, deteniéndome en los factores de riesgo más predisponentes y de esta manera generar los protocolos de prevención y tratamientos más oportunos. Se observa en el estudio realizado, que una de las temáticas abordadas fueron los tratamientos que se implementaron o sugirieron, y cabe destacar que los estudios no describen detalladamente el tipo de ejercicios y métodos de rehabilitación empleados; La mayoría plantea de forma generalizada programas de ejercicios en CCA y CCC. Es necesario seguir investigando en la sugerencia de la dosificación de los ejercicios y tipo de tratamiento empleado, así es más seguro y efectivo el proceso de rehabilitación.

Otro de los objetivos de esta Tesis fue identificar y establecer el Diseño Metodológico de acuerdo a sus variables. El Tipo de Investigación es en su mayoría exploratorio y el diseño lo comparten el tipo experimental y la revisión bibliográfica, su estructura no varía mucho entre ella, es decir, se establecen variables, se las evalúa, pero no son manipuladas por cada investigador. La muestra entre los Estudios fue similar en la cantidad de trabajos revisados, pero varía, en la cantidad de personas evaluadas, de acuerdo a sus criterios de inclusión y exclusión y al porcentaje de individuos que reúnan todos esos criterios. Identificar las variables evaluadas en cada Estudio y su coincidencia refleja los factores que influyen y están íntimamente relacionados con la recuperación después de la cirugía de LCA. La laxitud es la variable con mayor aparición analizada en todas los Estudios, esto garantiza la estabilidad y el buen funcionamiento de la rodilla y evita artrosis futuras. Otra variable en estudio como es el tipo de instrumento de recolección de datos nos detalla cuales son las técnicas y herramientas más utilizadas para extraer información, sacar estadísticas y

Conclusiones en los Estudios abordados. Las grillas es la técnica principal y más utilizada en los Trabajos de investigación.

Revisar y sacar estadísticas cumple un papel importante en las referencias bibliográficas de esta Tesis. En un total de 408 fuentes bibliográficas consultadas por los 12 trabajos, solo tres de ellos, el Nro.11 de EEUU, el Nro.4 de Italia y el Nro.9 de Suecia cubren el 42% de las consultas. La revisión del tipo de bibliografía consultada marco que el 91% eran estudios científicos y solo se observó un el 9% entre el resto. En la actualidad los libros no dejan de ser la fuente principal de consulta pero, este tema es específico y los trabajos científicos tienen particular enfoque para el investigador. Los estudios científicos dan algunas certezas y actualizaciones que en libros quedan caduca y en páginas web no cumplen con la valides apropiada. Otra variable analizada fue la cantidad de bibliografía según su tipo en cada Estudio, se muestra en el grafico nº3 que solo tres estudios llegaron a tres variantes de fuente consultadas. Los artículos científicos fueron fuente de consulta en todos los Estudios y en seis fue la única fuente.

Se elaboró una tabla que detalla la distribución por año de la bibliografía consultada en cada Trabajo de estudio. Esta variable es de utilidad si se quiere identificar cantidad de fuentes consultadas según su año de publicación o cuáles son los años que más publicaciones fueron usadas para elaborar los Estudios. El grafico nº4 muestra el año 2000 como el más consultado. De esto se pueden sacar deducciones, podemos pensar viendo los picos de más publicaciones que la mayoría de la información sobre cadenas cinéticas y reconstrucción del LCA se encuentran publicadas entre 1997 y 2001, otro dato es que el 55% de la bibliografía consultada es antes del 2000 y el 45% después. La última tabla elaborada fue sobre la distribución por países de las referencias consultadas en cada uno de los Estudios de análisis. Según el Grafico nº6 la mitad del total de las referencias, es decir, 214 de 408, pertenecen a origen Estadounidense.



# Bibliografía

- Aguiar G, Braidot A, Curi L. (2007). Lesión de Ligamento Cruzado Anterior: Compensación durante la marcha mediante activación de los músculos isquiosurales. Depto Biomecánica FIUNER.
- Beynon J, Stauber W. (1998). Anterior cruciate ligament in-vivo: a review of previous work. *J Biomech*; 31:519-525. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9755036>
- Bodor M. (2001). *Quadriceps protects the anterior cruciate ligament*. Jul;19 (4):629-33. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11518272>
- Buford WL, Ivey FM, Malone JD, Patterson RM, Peare GL, Nguyen DK, Steward AA. (1997). Muscle balance at the knee-moment arms for the normal knee and the ACL-Minus knee. *IEEE Transact Rehabil Engin* 1997; 5 (4):12-7.
- Escamilla RF, Fliesig GS, Zheng N et al. (1998). Biomechanics of the knee during closed kinetic chain and open kinetic chain exercises. *Medicine Science Sports Exercise*; 30:556-569. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9565938>
- Giuseppe D'Antona, MD. (2012). An electromyographic study of the vastii muscles during open and closed kinetic chain submaximal isometric exercises. *The International Journal of Sports Physical Therapy*. Vol 7, Number 6, pp 626.
- Glass R, Waddell J, Hoogenboom B. (2010). Systematic review. The Effects of Open versus Closed Kinetic Chain Exercises on Patients with ACL Deficient or Reconstructed. *North American Journal of Sports Physical Therapy*. Vol 5, Number 2, pp 74.
- Hooper DM, Morrissey MC, Drechsler W, Morrissey D, King J. (2001). Open and closed kinetic chain exercises in the early period after anterior cruciate ligament reconstruction. Improvements in level walking, stair ascent, and stair descent. *American Journal Sports Medicine*. vol. 29 (2):167-74. Disponible en <https://doi.org/10.1177/03635465010290020901>
- Kapandji AI, (1989). Fisiología Articular. Editorial Panamericana.
- Ki Soeng J, Sunghwun K, Sang heon woo, Ju Yong Bae, Ki oK Shin. (2015). Effects of combined open kinetic chain and closed kinetic chain training using pulley exercise machines on muscle strength and angiogenesis factors. Disponible en <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4842474>
- Kuitinen S, Komi PV, Kyrolinen H. (2002). Knee and ankle joint stiffness in sprint running. *Medicine Science Sports Exercise*. Vol 34 (1):166-73.
- Latarjet – Ruiz Liard. (1989). Anatomía humana. Buenos Aires, pp 804-840. Editorial Panamericana.
- Mark C, Perry Matthew C, Morrissey JB, King D, Morrissey P. (2005). Effects of closed versus open kinetic chain knee extensor resistance training on knee laxity and

- leg function in patients during the 8- to 14-week post-operative period after anterior cruciate ligament reconstruction. *Sports Traumatology Arthroscopy* · August 2005  
DOI: 10.1007/s00167-004-0568-7 · Source: PubMed.
- Mark Grodski & Ray Marks. (2008). Exercises Following Anterior Cruciate Ligament Reconstructive Surgery: Biomechanical Considerations and Efficacy of Current Approaches. *Sports Medicine*. Vol 16:2, 75-96, DOI: 10.1080/15438620701877032
  - Mikkelsen C, Werner S, Erikson E. (2000). Cadena cinética cerrada solo comparado con ejercicios combinados de cadena cinética abierta y cerrada para el fortalecimiento del cuádriceps después de la reconstrucción del ligamento cruzado anterior con respecto al regreso al deporte. *Medicine Science in Sports*. 2000; 8 (6): 337 - 342 [PubMed ]
  - Morrissey MC, Drechsler W, Morrissey D, Philippa RK, Armstrong P, Thomas B McAuliffe. (2002). Effects of Distally Fixated Versus Nondistally Fixated Leg Extensor Resistance Training on Knee Pain in the Early Period After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Physical Therapy*. Vol 82. Number 1
  - Morrissey MC, Hudson ZL, Drechsler WI, et al. (2000). Efectos del entrenamiento de cadena cinética abierta versus cerrada en la laxitud de la rodilla en el período inicial después de la reconstrucción del ligamento cruzado anterior. *CES Movimiento y salud*. Vol 2 (2):128-135 [ PubMed ]
  - Perry MC, Morrissey MC, Morrissey D, et al. (2005). Entrenamiento de la cadena cinética de los extensores de la rodilla en la deficiencia del ligamento cruzado anterior. *Deportes Traumatología Artroscopia*. Vol 13 ( 8 ): 638 - 648 [ PubMed ]
  - Perry MC, Morrissey MC, King JB, et al. (2005). Efectos del entrenamiento de resistencia de extensor de rodilla de cadena cinética cerrada versus abierta sobre la laxitud de rodilla y la función de pierna en pacientes durante 8 a 14 semanas después de la cirugía después de la reconstrucción del ligamento cruzado anterior . *Deportes Traumatología Artroscopia*. Vol 13 ( 5 ): 357 - 369 [ PubMed ]
  - Prentice William E. (1998). *Técnicas de Rehabilitación en la Medicina Deportiva*. Buenos Aires, 1998, pp.444-451. Editorial Paidotribo.
  - Prives, M. Lisenkov, N. Buskovich. (1989). Anatomía humana. 5 ed. Moscú: Mir, 1989 ;t 3:53-9.
  - Radice F, Chamorro C, Yañez R, Vergara FJ, González F, Zelaya G. Retorno deportivo en atletas de alto rendimiento después de reconstrucción de Ligamento Cruzado Anterior de rodilla. Análisis de factores y estrategias. *Artroscopia* Vol. 17, Nº 3, pp 233

- Redfern MS, Cham R, Gielo-Perczak K, Grönqvist R, Hirvonen M, Lanshammar H, Marpet M, (2001). *Biomechanics of slips. Ergonomics*. 2001 Oct 20; 44(13):1138-66. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11794762>
- Rick W. (2008). ACL Reconstruction Rehabilitation: A Systematic Review Part II. 21(3): 225-234. Disponible en <tps://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3692368>
- Sadeghi H, Allard P, Barbier F, Sadeghi S, Hinse S, Perrault R, Labelle H. (2002). Main functional roles of knee flexors/extensors in able-bodied using principal component analysis (I). *Knee*. Vol 9:47-53
- Sadeghi H, Prince F, Zabjek KF, Sadeghi S, Labelle H. (2002). Knee flexors/extensors in gait of elderly and young able-bodied men (II). *Knee*. 9:55-63.
- Sahli S, Haithem R, Mohamed H.E, Zouheir T, Poumarat G. (2008). Tibiofemoral Joint Kinetics During Squatting With Increasing External Load. *Journal of Sport Rehabilitation*, 2008, 17, 300-315. Disponible en : <https://pdfs.semanticscholar.org/a182/d5724d5142164dd1caa8c452939fd220c4a0>.
- Sofi Tagesson, Birgitta Öberg. (2007). A Comprehensive Rehabilitation Program With Quadriceps Strengthening in Closed Versus Open Kinetic Chain Exercise in Patients With Anterior Cruciate Ligament Deficiency. *The American Journal of Sports Medicine* March 2008 DOI: 10.1177/0363546507307867 · Source: PubMed
- Trueque SE. (2014) Cadena cinética abierta en la lesión de ligamento cruzado anterior: revisión sistemática. *Revista CES Movimiento y Salud*. Vol 2(2):128-135. Disponible en [revista.ces.edu.co/index.php/movimientoysalud/article/download/3198](http://revista.ces.edu.co/index.php/movimientoysalud/article/download/3198)
- Wou SL, Debski RE, Withrow JD, Jansushek MA. (1999). Biomechanics of knee ligaments. *American Journal Sports Medicine*. Vol 27:533-43.

## Ejercicios en cadena cinética abierta versus cerrada en rodilla

El Ligamento Cruzado Anterior es el que brinda junto con los demás ligamentos la estabilidad estática a la rodilla. La ruptura del ligamento cruzado anterior es una lesión de gravedad altamente frecuente. Actualmente, no se ha llegado a un consenso sobre conclusiones de tiempo mínimo para la aplicación de ejercicios cadena cinética abierta o cerrada, contraindicaciones, beneficios o preferencia de una sobre otra.

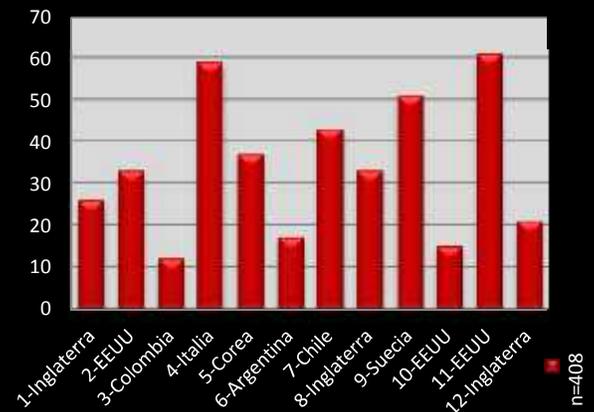
**OBJETIVO:** Analizar los temas abordados en Estudios publicados en revistas científicas, sobre ejercicios de cadena cinética abierta y cerrada en el tratamiento de la lesión de ligamento cruzado anterior en atletas, analizando aspectos Kinesiológicos, Metodológicos y Bibliográficos.

**MATERIALES Y METODOS:** La investigación es descriptiva realizándose un estudio de revisión bibliográfica. La muestra no probabilística por conveniencia se conforma por 12 Estudios Científicos realizados durante el año 2001 al 2016, que se ocuparon en analizar la recuperación post quirúrgica del Ligamento Cruzado Anterior usando ejercicios de Cadena Cinética Abierta y Cerrada. Se realizan grillas de observación.

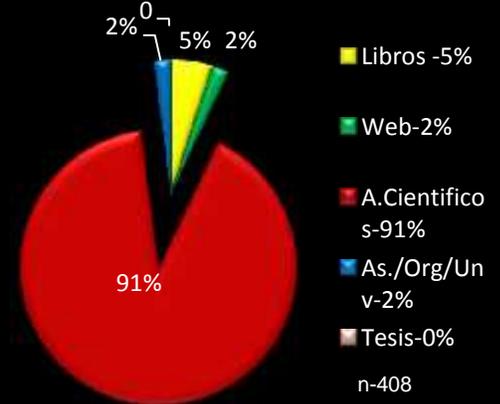
**RESULTADOS:** Al revisar las referencias bibliográficas de observa, la combinación de CCA y CCC es el tipo de ejercicio más frecuente abordado en los Estudios. El uso de CCA y la carga elevada antes de la semana 4 después de la cirugía pueden ser factores de riesgo de laxitud. El tipo de ejercicios en CCA y CCC es la Kinesioterapia más sugerida. Los Trabajos estudiados cumplen un diseño metodológico variado, en las variables de estudio existen coincidencias. Como método de recolección de datos la Grilla de análisis es la más utilizada. Si revisamos las referencias bibliográficas, se observa que, en un total de 408 fuentes bibliográficas consultadas por los 12 Estudios, solo tres de ellos (EEUU, Italia y Suecia) cubren el 42% de las consultas. La revisión del tipo de bibliografía consultada marcó que el 91% eran artículos científicos. Además, el año 2000 es el que contiene más publicaciones de referencias consultadas. 214 del total de fuentes bibliográficas son de origen estadounidense.

**CONCLUSIONES:** El análisis de datos a través de las grillas facilitó la comparación de similitudes y diferencias entre los Estudios abordados. Al analizar cada variable kinesiológica se observa que, según los artículos analizados, los programas de entrenamiento de CCA y CCC descritos no difieren significativamente en sus efectos en el proceso de rehabilitación de la rodilla deficiente o reconstruida del LCA. El riesgo de laxitud del ligamento es mínimo si se respetan los tiempos y las cargas de entrenamiento. Solo 2 de los 12 estudios examinados en esta revisión proporcionaron una descripción detallada de las intervenciones terapéuticas que se utilizaron, con el fin de permitir la replicación de sus métodos.

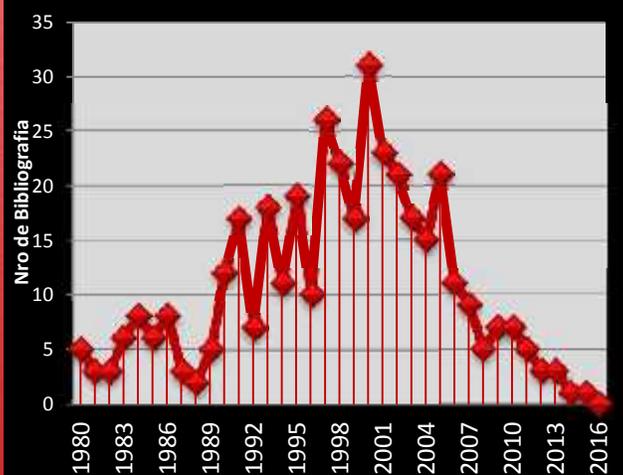
**Gráfico nº 1: Fuentes bibliográficas consultadas en cada estudio**



**Gráfico nº2: Distribución según tipo de bibliografía consultada**



**Distribucion por año n-408**



## REPOSITORIO DIGITAL DE LA UFASTA

### AUTORIZACION DEL AUTOR<sup>25</sup>

En calidad de TITULAR de los derechos de autor de la obra que se detalla a continuación, y sin infringir según mi conocimiento derechos de terceros, por la presente informo a la Universidad FASTA mi decisión de concederle en forma gratuita, no exclusiva y por tiempo ilimitado la autorización para:

- ✓ Publicar el texto del trabajo más abajo indicado, exclusivamente en medio digital, en el sitio web de la Facultad y/o Universidad, por Internet, a título de divulgación gratuita de la producción científica generada por la Facultad, a partir de la fecha especificada.
- ✓ Permitir a la Biblioteca que sin producir cambios en el contenido, establezca los formatos de publicación en la web para su más adecuada visualización y la realización de copias digitales y migraciones de formato necesarias para la seguridad, resguardo y preservación a largo plazo de la presente obra.

#### 1. Autor:

Apellido y Nombre \_\_\_\_\_

Tipo y Nº de Documento \_\_\_\_\_

Teléfono/s \_\_\_\_\_

E-mail \_\_\_\_\_

Título obtenido \_\_\_\_\_

#### 2. Identificación de la Obra:

TÍTULO de la obra (Tesina, Trabajo de Graduación, Proyecto final, y/o denominación del requisito final de graduación)

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Fecha de defensa \_\_\_\_/\_\_\_\_/20\_\_\_\_

**3. AUTORIZO LA PUBLICACIÓN BAJO CON LALICENCIA Creative Commons (recomendada, si desea seleccionar otra licencia visitar <http://creativecommons.org/choose/>)**



Este obra está bajo una [licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/).

**4. NO AUTORIZO: marque dentro del casillero [ ]**

\_\_\_\_\_

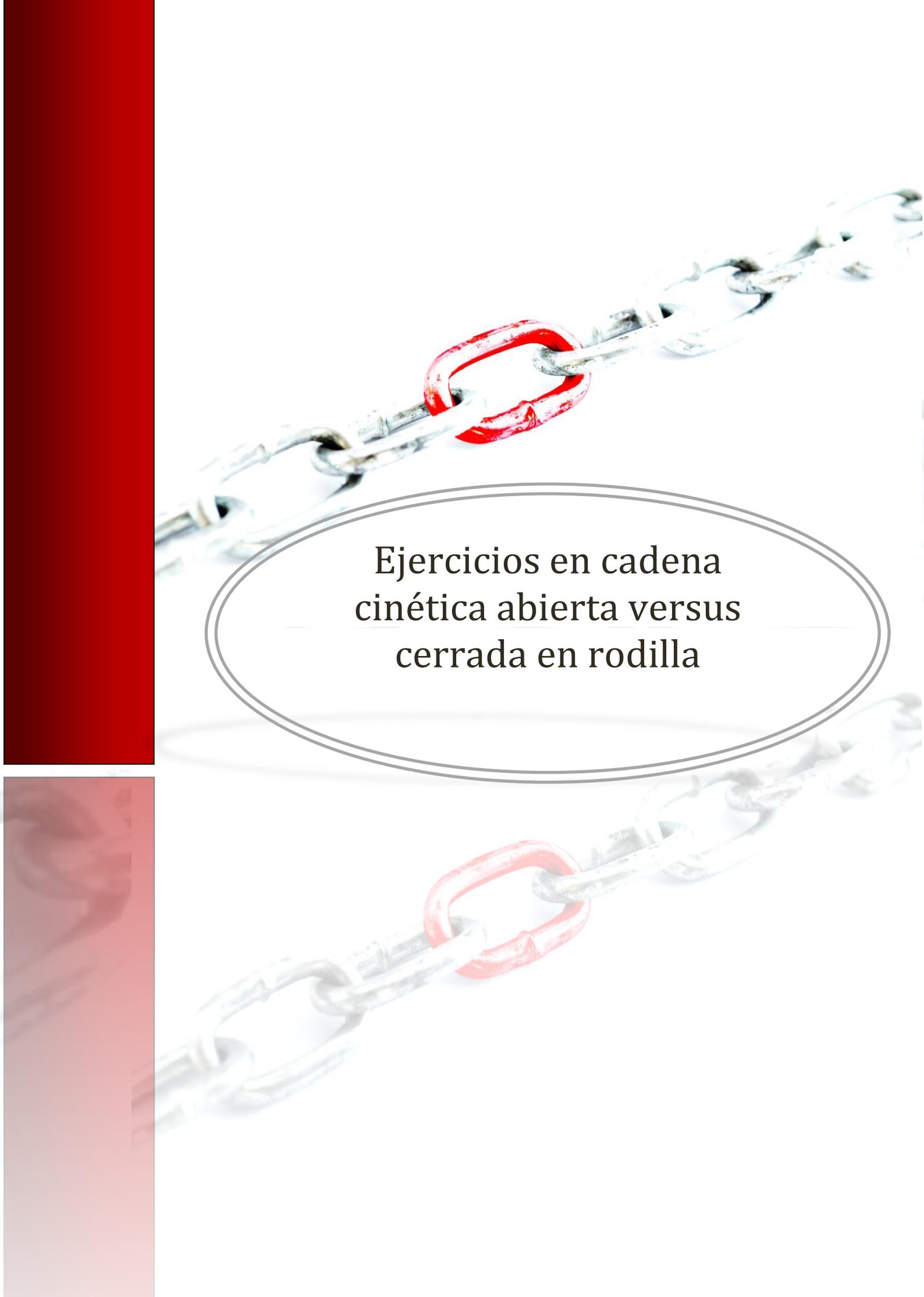
<sup>25</sup> Esta Autorización debe incluirse en la Tesina en el reverso ó pagina siguiente a la portada, debe ser firmada de puño y letra por el autor. En el mismo acto hará entrega de la versión digital de acuerdo a formato solicitado.

NOTA: Las Obras (Tesina, Trabajo de Graduación, Proyecto final, y/o denominación del requisito final de graduación) **no autorizadas** para ser publicadas en TEXTO COMPLETO, serán difundidas en el Repositorio Institucional mediante su cita bibliográfica completa, incluyendo Tabla de contenido y resumen. Se incluirá la leyenda “Disponible sólo para consulta en sala de biblioteca de la UFASTA en su versión completa

---

Firma del Autor Lugar y Fecha





Ejercicios en cadena  
cinética abierta versus  
cerrada en rodilla