



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Facultad de Ciencias de la Salud

Efectividad de la terapia física en pacientes intervenidos de reconstrucción de ligamento cruzado anterior. Revisión sistemática.

Alumno: Muñoz Leyva, Daniel

Tutor: Prof. D. Delgado Martínez, Alberto D.

Dpto: Ciencias de la Salud

Mayo, 2016

EFFECTIVIDAD DE LA TERAPIA FÍSICA EN PACIENTES INTERVENIDOS DE RECONSTRUCCIÓN DEL LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA

*“Effectiveness of physical therapy in patients undergoing anterior cruciate ligament reconstruction:
reconstruction:
Systematic review”*

Objetivo: Identificar, evaluar de forma crítica y reunir las principales evidencias disponibles en la actualidad sobre la efectividad de la terapia física en pacientes intervenidos de reconstrucción del ligamento cruzado anterior.

Método: Se realizó una búsqueda de ensayos clínicos aleatorizados en las bases de datos de Pubmed, PEDro y Web of Science con las palabras clave "Anterior Cruciate Ligament Reconstruction", "Surgery" and "Physical Therapy". Los estudios que se seleccionaron son los publicados en los últimos 5 años. Para evaluar la calidad de los estudios se empleó la escala de PEDro.

Resultados: Tras la revisión y localización de 1164 artículos, finalmente se analizaron 5 atendiendo a los criterios de inclusión y exclusión. Estos estudios fueron clasificados en 5 grupos, según el tipo de técnica utilizada, hallándose como procedimientos utilizados: ejercicios con nintendo Wii, ejercicios en cadena cinética abierta o cadena cinética cerrada, programas de ejercicio físico, ejercicios de resistencia alta o baja intensidad, realizar un protocolo de rehabilitación supervisado por un fisioterapeuta o no.

Conclusiones: Esta revisión sistemática encontró evidencia limitada sobre la efectividad de los ejercicios con nintendo Wii, ejercicios en cadena cinética abierta o cadena cinética cerrada, programas de ejercicio físico, ejercicios de resistencia alta o baja intensidad, realizar un protocolo de rehabilitación supervisado por un fisioterapeuta o no.

PALABRAS CLAVE: "Anterior Cruciate Ligament Reconstruction", "Surgery" and "Physical Therapy".

ABSTRACT

Objective: To identify and assemble the main available evidences nowadays about the effectiveness of physical therapy in patients undergoing anterior cruciate ligament reconstruction.

Materials and methods: A search of randomized trials in the databases Pubmed, PEDro and Web of Science with the keywords "Anterior Cruciate Ligament Reconstruction ", "Surgery" and "Physical Therapy". Studies that were selected are published in the last 5 years. To assess the quality of studies PEDro scale was employed.

Results: Following the 1164 review and position articles, five were finally analyzed according to the criteria of inclusion and exclusion. These studies were classified into 5 groups according to the type of technique used, being used as methods: nintendo Wii exercises, open kinetic chains or close kinetic exercises, physical exercise programs, high-intensity resistance or low-intensity resistance exercises, rehabilitation protocol supervised by a physiotherapist or not supervised.

Conclusions: This systematic review found limited evidence of the effectiveness of the nintendo Wii exercises, open kinetic chains or close kinetic exercises, physical exercise programs, high-intensity resistance or low-intensity resistance exercises, rehabilitation protocol supervised by a physiotherapist or not supervised.

KEYWORDS: "Anterior Cruciate Ligament Reconstruction ", "Surgery" and "Physical Therapy".

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	5-10
2. MATERIAL Y MÉTODOS	
2.1. ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA.....	12
2.2. CRITERIOS DE INCLUSIÓN.....	12
2.3. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN.....	12
2.4. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD METODOLÓGICA DE LOS ESTUDIOS.....	13
2.5. SÍNTESIS DE RESULTADOS	13-16
3. DISCUSION	17-18
4. CONCLUSION	19
5. IMÁGENES Y TABLAS	20-24
6. BIBLIOGRAFÍA.....	25-29

1. INTRODUCCIÓN

1.1 ANATOMÍA Y BIOMECÁNICA DEL LCA

El ligamento cruzado anterior (LCA) se extiende en una dirección oblicua desde la tibia hacia cóndilo femoral lateral. Se trata de un ligamento extrasinovial intra-articular compuesto de fibras que van desde la región intercondilea anterior de la tibia proximal a la cara medial del cóndilo femoral lateral dentro de la ranura intercondilea. Las fibras del ACL están dispuestas en dos paquetes conocidos como el fascículo anteromedial y posterolateral en función de su inserción tibial. El haz anteromedial se inserta más medial y superior al cóndilo femoral lateral, mientras que el haz posterolateral se inserta más lateral y distal del cóndilo femoral lateral. De vez en cuando hay un paquete adicional intermedio entre estos dos haces.¹

Los estudios biomecánicos han demostrado que cada uno de ellos tiene una función determinada en el movimiento de flexo extensión de la rodilla. El fascículo anteromedial se tensa en extensión completa, está relajado entre 20 y 60º de flexión y se tensa nuevamente a partir de los 90º. El fascículo posterolateral se tensa más que el anteromedial en la extensión completa y se relaja progresivamente a lo largo de la flexión, incluso sobrepasados los 90º.²

Basado en pruebas radiográficas, se encontró que el centro del haz anteromedial se encuentra a un tercio de la meseta a la distancia anteroposterior. Mientras que el centro del haz posterolateral está situado aproximadamente al 40% o 50% de la distancia anteroposterior. Se encontró desde el ligamento cruzado posterior que este era el punto de referencia más consistente en la dirección anteroposterior.³

El LCA no solo previene la traslación anterior de la tibia sobre el fémur sino que también permite el normal movimiento helicoidal de la rodilla, previniendo así de alguna patología meniscal.⁴

La vascularización del LCA es escasa y depende fundamentalmente de la arteria geniculada media. Su inervación depende de ramificaciones del nervio tibial; tiene una escasa capacidad de cicatrización tras su lesión o reparación quirúrgica.⁵

El ligamento cruzado anterior es uno de los cuatro ligamentos principales en la rodilla y proporciona estabilidad durante la actividad física. Un desgarro en el ligamento se caracteriza por la inestabilidad de la articulación que conduce a la disminución de la actividad, la

disfunción de la rodilla, y la reducción de la calidad de vida. La lesión inicial de rodilla está asociada con una rápida pérdida de masa y fuerza muscular, que puede ser recuperada con la rehabilitación estructurada.⁶

1.2. EPIDEMIOLOGÍA

El ligamento cruzado anterior (ACL) es el más comúnmente lesionado de los ligamentos de la rodilla.⁷ La lesión del ligamento cruzado anterior (LCA) es muy frecuente, afectando a la población con una frecuencia aproximada de 1:3000 habitantes/año.⁸

El ligamento cruzado anterior se encuentra entre las lesiones más relacionadas con el deporte y, por lo tanto, la reconstrucción de ACL es uno de los procedimientos quirúrgicos más frecuentemente realizados en el campo de la medicina deportiva. Los datos ponen de manifiesto que la mayoría de los pacientes son jóvenes y activos deportivamente, con altas expectativas en cuanto a la recuperación funcional y volver al deporte. La reconstrucción del LCA no es un procedimiento de éxito al 100%: no todos los pacientes son capaces de recuperar su anterior nivel de actividad deportiva y muchos factores pueden influir en el resultado clínico, tal como el tipo de injerto utilizado, el preoperatorio, y la laxitud de rodilla. Esta es una preocupación importante puesto que los pacientes lesionados de ACL pueden ser una categoría muy exigente, especialmente de deportistas profesionales que también necesitan volver al campo de juego tan pronto como sea posible.¹⁵

1.3. MECANISMO DE LESIÓN

El papel de la carga repetitiva ha recibido poca atención. Muchas articulaciones en el cuerpo humano son susceptibles a las lesiones repetitivas de carga, incluyendo la muñeca, el hombro, codo, disco intervertebral, rodilla y cadera. El dogma actual es que la lesión es consecuencia de una única carga en lugar de la carga repetitiva. Sin embargo, los atletas parecen romperse el LCA durante las maniobras que han realizado numerosas veces antes, maniobras tales como el aterrizaje al saltar.²⁸

1.4. DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO. RECONSTRUCCIÓN

La realización de una exploración física completa de la rodilla (prueba de Lachman, pivot shift, prueba del cajón anterior) tiene una mayor sensibilidad y especificidad que una investigación parcial. Es probable que, cuando el examen físico se lleve a cabo bien, una resonancia

magnética no aporte ningún valor añadido, ya que rara vez cambia el diagnóstico o la estrategia de tratamiento.⁹

La reconstrucción del ligamento cruzado anterior (LCA) ha ido perfeccionándose con el paso del tiempo. En un inicio, la técnica se hacía a cielo abierto, posteriormente artroscópica pero con las bases de la cirugía abierta, surgió la llamada técnica de dos incisiones en la que se perforaba el túnel femoral de afuera hacia adentro a través de una incisión en la superficie lateral del muslo; aunque reportó buenos resultados clínicos era laboriosa, requería de otra incisión y de la disección muscular en la región lateral. Para evitar estos inconvenientes, la técnica evolucionó a la perforación femoral de manera transtibial.¹⁰ Con la finalidad de tener un túnel femoral anatómico se optó por perforar el túnel a través del portal anteromedial.¹¹ Lubowitz describió por primera vez la técnica todo-adentro para la reconstrucción del LCA, utilizaba una broca retrógrada especial que se montaba dentro de la articulación y permitía hacer a través de una pequeña incisión de un centímetro, un hoyo tibial (túnel incompleto) y uno femoral; posteriormente el injerto se fijaba con tornillos interferenciales especiales. La desventaja de ésta técnica es que aunque era todo-adentro, seguía siendo en esencia una técnica transtibial. La técnica todo adentro siguió evolucionando y se comenzó a utilizar nueva tecnología, que nos permite por medio de nuevas brocas retrógradas y nuevas guías, hacer un hoyo femoral anatómico con la rodilla flexionada a 90 y el uso de nuevos implantes de fijación cortical de última generación.¹²

Hace años se estableció que el gold standard del tratamiento lo suponía la reconstrucción del LCA. Para ello, pueden realizarse distintos tipos de plastia, entre las que están la reconstrucción con HTH autólogo o de banco, el empleo de autoinjerto de Isquiotibiales, los xenoinjertos (de animales) o los injertos sintéticos. Independientemente de la naturaleza del injerto, todos ellos van a pasar por 4 fases: necrosis, revascularización, infiltración celular, y ligamentización.¹³

Reconstrucciones de hueso-tendón rotuliano-hueso y de tendón de isquiotibiales dan buenos resultados, estabilidad y baja tasa de complicaciones. El de tendón de isquiotibiales tiene unos resultados de dolor significativamente menores. Suelen dar buenos resultados funcionales. El estiramiento de los aloinjertos antes de la reconstrucción es innecesario.⁹

La elección de los tendones de músculos isquiotibiales como un injerto ha aumentado su popularidad con la justificación de generar complicaciones menores como el dolor anterior de rodilla y el déficit de fuerza en extensión, aunque conduce a un posible déficit de flexión.¹⁴

1.5. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA PRE Y POST-CIRUGÍA

La reducción del retorno a tasas deportivas se puede atribuir a muchos factores, incluyendo la edad, sexo, nivel de actividad previo a la lesión, el miedo y la disposición psicológica. La edad y el sexo son dos variables que han sido identificados en múltiples estudios. Ardern et al encontró que los atletas de élite tenían más probabilidades de volver al deporte que atletas de nivel inferior. Los atletas profesionales y de élite de nivel pueden tener acceso a más recursos, sobre todo relacionados con los servicios de rehabilitación, pero la motivación para volver a ese alto nivel de juego también puede conducir a dicha vuelta al deporte.²²

Se ha demostrado que incluso después de una rehabilitación postoperatoria satisfactoria con una fuerza de un 90% o más con respecto al lado sano, el paciente con la reconstrucción del LCA todavía puede quejarse de una función deficiente durante las actividades deportivas y de su calidad de vida relacionada con la rodilla. Por lo general, un programa de rehabilitación de 4 a 9 meses se implementa después de esta cirugía. Sin embargo todavía hay una cierta controversia sobre el protocolo óptimo.¹⁶

La evidencia sugiere que no es necesario aconsejar la reconstrucción a atletas para volver a la actividad de alto nivel después de un programa de entrenamiento intensivo neuromuscular. Otros abogan por un enfoque hacia una reconstrucción tardía, sin embargo existen diferencias en los resultados entre reconstrucción retardada y a principios. Varios factores, como el deterioro de rendimiento funcional, inestabilidad de la rodilla y el dolor, la reducción de la amplitud de movimiento, déficit de fuerza de cuádriceps, disfunción neuromuscular y malas adaptaciones biomecánicas, puede dar cuenta de grados muy variables de éxito hasta dos años después de la reconstrucción.

Lynch et al establecieron criterios de consenso de 1779 profesionales de la medicina deportiva en relación con los resultados exitosos después de la lesión del LCA y reconstrucción. El consenso estableció los siguientes criterios: ninguna nueva lesión o recurrente se produjera, sin derrame articular, simetría fuerza de cuádriceps, restaurar el nivel de actividad y función, y volver al nivel deportivo de antes de la lesión. La importancia de la fuerza del cuádriceps como estabilizador dinámica de la rodilla se ha establecido.³³

Los individuos no responden de manera uniforme a una lesión aguda del LCA y los resultados pueden variar. La mayoría de las personas disminuyen su nivel de actividad después de la lesión de ACL.¹⁷

Mientras que una gran mayoría de las personas califican su función de la rodilla debajo de los rangos normales después de una lesión del LCA, lo cual es un hallazgo común temprano después de una lesión,¹⁸ aunque algunos individuos perciben una función de la rodilla temprana más después de una lesión de ACL más alta que otros.¹⁹

Los pacientes que aumentan la laxitud de la rodilla después de una lesión del LCA son más propensos a tener cirugía final de menisco,²⁰ y el tiempo de una lesión del LCA se asocia con el número de lesiones condrales y la severidad de esta lesión condral.²¹

Si hay una segunda lesión, se puede tratar de una rotura del injerto ipsilateral o del ligamento cruzado anterior contralateral, es un problema cada vez mayor después de ACLR, las tasas parecen ser más altas de lo esperado. Los factores de riesgo para la segunda lesión incluyen a atletas²³ más jóvenes que regresan a las actividades deportivas de alto nivel precozmente.²⁴

Las mujeres que tienen un mayor riesgo de lesión contralateral²⁵, y los hombres tienen un mayor riesgo de lesión ipsilateral.²⁶

Se ha demostrado que un mayor riesgo de lesión del LCA en mujeres atletas se debe al aumento de la laxitud ligamentosa en la primera mitad del ciclo menstrual durante la fase preovulatoria. La explicación bioquímica para estos cambios está probablemente relacionada con el aumento de los niveles de relaxina y estrógenos, y la reducción de procolágeno I.²⁷

1.6. FISIOTERAPIA EN LA RECONSTRUCCIÓN DEL LCA

Es aconsejable para rehabilitar pacientes con una lesión del ligamento cruzado anterior utilizar un programa de ejercicios en fisioterapia que entrene múltiples capacidades sensoro motrices (equilibrio y propiocepción).

Incorporar ejercicios tanto de cadena cerrada y abierta entrenamiento de fuerza en el programa de rehabilitación. No hay evidencia que nos indique el uso de un aparato ortopédico. Un refuerzo de esto podría ser para pacientes con inestabilidad, que no reúnen los requisitos o que no quieren colaborar con el tratamiento. Dar consejos en relación con el

trabajo, la vida diaria, y la reanudación de los deportes que se pueden ser aplicados a cada paciente. El equipo de tratamiento debe ser consciente de los signos tales como dolor de rodilla, hinchazón, sensación de calor, y la gama de movimiento. Se recomienda combinar la fuerza con entrenamiento neuromuscular en el tratamiento postoperatorio.⁹

No existe evidencia haya un beneficio añadido de una rodillera, acelerar la rehabilitación con ejercicios en cadena cinética abierta pueden ser beneficiosos, la crioterapia es seguro y efectiva, y resistencia y entrenamiento propioceptivo puede ser beneficioso después de la cirugía.³

En el estado post-reconstrucción del LCA, la maniobra en decúbito lateral de manipulación lumbar con empuje rotacional parece ser una intervención segura cuando se utiliza con ejercicio terapéutico, que puede facilitar el aumento de la actividad muscular del cuádriceps sin poner tensión indebida en el injerto de ACL. La investigación futura podría ser realizada para determinar si los sujetos que recibieron lumbar manipulaciones demuestran la mejora de cuádriceps o cumplen con los acontecimientos más rápidos de fuerza del cuádriceps que aquellos que no reciben la manipulación. Debido a que la técnica de decúbito lateral se aplica a la columna lumbar, puede ser seguro para los pacientes la reconstrucción del LCA, una vez que tienen suficiente rango de flexión de rodilla. Adicionalmente, los estudios futuros podrían comparar los efectos de en decúbito lateral y la manipulación de empuje en posición supina sobre el dolor anterior en la rodilla y la función del cuádriceps.²⁹

Existen más probabilidades de volver a actividades como el ciclismo que deportes más pivotantes para la rodilla como son el fútbol y el rugby.³⁰

Hay un creciente reconocimiento para controlar el estado psicológico conductual de un atleta durante todo el proceso de rehabilitación, cómo estas características se traducen en conjunción con la mejora de la función física, el deseo de que el atleta vuelva a la participación en deportes, y cómo estas decisiones pueden cambiar durante toda la vida.³¹ Los atletas con bajos niveles de miedo a una nueva lesión tienen mejores resultados postoperatorios, y los atletas que volvieron con más miedo al deporte tenían más riesgo de lesión.

FIGURA 1. DIAGRAMA DE FLUJO



2. MATERIAL Y METODOS

2.1. ESTRATEGIAS DE BUSQUEDA

La búsqueda se realizó durante los meses de Febrero a Abril de 2016 en las bases de datos Pubmed PEDro y Web of science.

Las palabras clave o descriptores, todos ellos términos MESH, fueron: “Anterior cruciate ligament”, “Surgery” y “Physical therapy”. Estos términos se combinaron con el operador boleano “AND”. En la figura 1 se puede ver el procedimiento realizado para la selección de estudios, donde se parte de 1164 artículos para finalmente incluir 6 ensayos clínicos en la revisión.

2.2. CRITERIOS DE INCLUSIÓN

Los artículos deben cumplir las siguientes características para un análisis más profundo:

- Los artículos deben ser estudios controlados aleatorizados (ECAs).
- Tipo de intervención: Tratamiento fisioterápico de la reconstrucción del ligamento cruzado anterior mediante terapia física.
- Publicados en los últimos 5 años.
- El idioma del artículo sea inglés o español.
- Sujetos: intervenciones en humanos.

2.3. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

Se excluyeron artículos que:

- Fuesen revisiones sistemáticas.
- Tuvieran una puntuación 4 o menor de 4 en la escala PEDro.
- Estuvieran en otro idioma que no fuera español o inglés.
- No estuvieran relacionados con la fisioterapia.
- Aplicaran fisioterapia preoperatoria.
- No tener seguimiento
- Utilizaran las siguientes técnicas relacionadas con la fisioterapia: electroterapia.

2.4. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD METODOLÓGICA DE LOS ESTUDIOS

Los artículos seleccionados para la revisión fueron sometidos a una evaluación de su calidad utilizando dos escalas específicas para la evaluación metodológica de ensayos clínicos de intervenciones en fisioterapia: la escala PEDro.

La **Escala PEDro** es un medio para valorar la calidad de los ensayos clínicos y las intervenciones de fisioterapia ayudando a su vez a clasificarlos en la base de datos “Physiotherapy Evidence Database” (fisioterapia basada en la evidencia) o PEDro.

La escala PEDro está constituida por 11 ítems. Cada ítem (excepto el primero, que a diferencia del resto tiene validez externa) contribuye con un punto al total de la puntuación (rango= 0-10 puntos) y valoran los aspectos del ensayo que favorecen a su calidad y validez, así como la correcta inclusión de la información estadística.

Los estudios con una puntuación igual o mayor a 5 en esta escala son calificados como de alta calidad metodológica y bajo riesgo de sesgo.

La puntuación obtenida por la escala PEDro en el análisis de los diferentes estudios que se incluyeron en esta revisión se encuentra en la Tabla 2, con un valor máximo de 8 y un mínimo de 5.

2.5. SÍNTESIS DE RESULTADOS

En el primer estudio, Hohmann E. Et al (2011)³⁴ se realizó un ensayo clínico aleatorizado en el que incluyeron una muestra de 40 pacientes (entre 18 y 35 años de edad) intervenidos de rotura del LCA de la rodilla con injerto hueso-tendón-hueso rotuliano en el que se aplicó un tratamiento durante 9 meses comenzando justo el mismo día que se realizó la cirugía.

Los pacientes fueron divididos de forma aleatoria en bloques de 10 en dos grupos, en el grupo 1 o grupo de fisioterapia guiada se incluyó a 20 pacientes, los cuáles realizaban un protocolo de rehabilitación supervisado por un fisioterapeuta. En el grupo 2 o grupo de rehabilitación en el hogar se incluyó a 20 pacientes, los cuáles realizaban el mismo protocolo de rehabilitación en el hogar que les fue explicado previamente. El grupo 1 era supervisado semanalmente durante las 6 primeras semanas, quincenalmente hasta el sexto mes y mensualmente hasta el noveno mes. El grupo 2 realizaba el protocolo de rehabilitación sin supervisión.

Se realizó una evaluación pre-operatorio, a los 3 meses, a los 6 meses, a los 9 meses y a los 12 meses. Se evaluó la funcionalidad de la rodilla mediante pruebas funcionales, la fuerza

muscular (concéntrica, isométrica y excéntrica) con dinamómetro isocinético Biodex y puntuaciones subjetivas mediante Lysholm Score y Tegner Activity Scale.

En este estudio los resultados establecieron que el grupo hogar tuvo diferencias significativas a los 3 meses en la fuerza isométrica extensora con respecto al grupo supervisado ($P=0,01$). Mientras que no hubo diferencias significativas para la fuerza isométrica flexora, concéntrica flexora, concéntrica extensora, excéntrica flexora, excéntrica extensora, pruebas funcionales y puntuaciones subjetivas.

En el segundo estudio, Baltaci G. Et al (2013)³⁵, realizó un ensayo clínico aleatorizado en el que se incluyó una muestra de 30 pacientes (Edad media 29 ± 7 años) intervenidos de una rotura de ligamento cruzado anterior de rodilla con tendón de semitendinoso y recto interno en el que se aplicó un tratamiento durante 12 semanas comenzando en la primera post-cirugía.

Los participantes fueron divididos de forma aleatoria en dos grupos, en el grupo 1 o grupo Wii Fit se incluyó a 15 participantes que realizaban ejercicios con la consola de videojuegos Wii y en el grupo 2 se incluyó a 15 participantes que realizaban un programa de rehabilitación convencional. Se llevó a cabo el tratamiento durante 3 meses, el del grupo 1 se aplicaba una hora 3 veces semanales.

Se realizó una evaluación inicial, a las 8 semanas y a las 12 semanas del equilibrio dinámico de las rodillas con SEBT, con Monitored Rehab System se evaluó propiocepción, coordinación y tiempo de respuesta. Fuerza muscular fue evaluada sólo a las 12 semanas con dinamómetro isocinético Isomed 2000.

Este estudio no encuentra diferencias significativas entre ambos grupos en fuerza muscular, propiocepción, coordinación, tiempo de respuesta y balance dinámico en las semanas 1,8 y 12.

En el tercer estudio, Fukuda TY Et al (2013)¹⁴ realizó un ensayo clínico aleatorizado en el que incluyeron una muestra de 49 pacientes (edad entre 16 y 50 años) intervenidos de una rotura de ligamento cruzado anterior de rodilla con injerto autólogo de semitendinoso y recto interno.

Los participantes fueron divididos aleatoriamente en dos grupos, grupo EOKC y grupo LOKC. El grupo EOKC con una muestra de 25 pacientes recibió un programa de rehabilitación en el que se incluyó ejercicios en cadena cinética abierta a las 4 semanas y el grupo LOKC recibió el mismo programa de rehabilitación pero introduciendo los ejercicios en cadena cinética abierta a las 12 semanas. Se realizaban 3 sesiones por semana, unas 70 sesiones en total.

Se realizó una evaluación a las 12 semanas, 19 semanas, 25 semanas y 17 meses después de la cirugía. Se evaluó la fuerza muscular mediante un dinamómetro portátil, la laxitud anterior de rodilla mediante Artrómetro KT-1000, Rollimeter y Lachman y el dolor y función de la rodilla mediante la escala NPRS, Lysholm y test de salto y test de salto crossover.

Este estudio mostró que no se encontraron diferencias significativas de fuerza muscular en cuádriceps e isquiotibiales a las 12 semanas, 17 semanas, 25 semanas y 17 meses ($P \geq 0.05$). Tampoco hubo diferencias significativas entre grupos para la laxitud anterior de rodilla ni para la evaluación del dolor y la función de la rodilla.)

En el cuarto estudio, Chrzan D. Et al (2013)³⁶ realizó un ensayo clínico aleatorizado en el que incluyeron una muestra de 40 pacientes (edad media 26,75 años) con rotura de ligamento cruzado anterior de rodilla (38 con tendón autólogo de recto interno y semitendinoso y 2 con tendón autólogo del tendón rotuliano).

Los pacientes fueron divididos aleatoriamente en dos grupos, el grupo 1 y el grupo 2. El grupo 1 con una muestra de 20 pacientes realizó un programa de rehabilitación añadiendo ejercicios en cadena cinética cerrada y el grupo 2 con una muestra de 20 pacientes realizó el mismo programa de rehabilitación añadiendo ejercicios en cadena cinética abierta. El tratamiento duró dos semanas, y se realizaba 2 horas diarias 5 días a la semana.

Se realizó una evaluación al comienzo del programa de rehabilitación y al término del mismo. Se evaluó la impresión subjetiva del paciente sobre su recuperación mediante Lysholm e IKDC.

Este estudio mostró que no hubo diferencias significativas en las puntuaciones al comienzo del estudio y que globalmente al término del estudio el grupo 2 mostró mejores puntuaciones en Lysholm e IKDC que el grupo 1.

En el quinto estudio, Bieler T Et al (2014)³⁷ realizó un ensayo clínico aleatorizado con una muestra de 50 pacientes (edad entre 18 y 45 años) con rotura de ligamento cruzado anterior de rodilla con injerto de tendón de semitendinoso y recto interno o de tendón rotuliano.

Los pacientes fueron divididos en dos grupos aleatoriamente, el grupo HRT o grupo de ejercicios de resistencia de alta intensidad y el grupo LRT o grupo de ejercicios de resistencia de baja intensidad. El grupo HRT con una muestra de 24 pacientes realizó un programa de rehabilitación que incluía ejercicios de resistencia de alta intensidad y el grupo LRT con una muestra de 26 pacientes realizó un programa de rehabilitación que incluía ejercicios de resistencia de baja intensidad. El tratamiento se llevo a cabo durante 20 semanas comenzando

los ejercicios de resistencia a la octava después de la cirugía, sin embargo los de alta intensidad no pudieron comenzar hasta la semana 14.

Se realizó una evaluación a las 7 semanas, 14 semanas y 20 semanas después de la cirugía. Se evaluó la laxitud anterior de rodilla con Artrómetro KT-2000, la máxima fuerza extensora muscular con Leg Extensor Power Rig, la función de la rodilla con pruebas funcionales y las puntuaciones subjetivas del paciente con KOOS y Lysholm score.

En este estudio los resultados establecieron que la fuerza muscular se recuperó mejor en el grupo HRT. No hubo diferencias significativas en la función de la rodilla, la laxitud anterior de rodilla, KOOS y Lysholm score.

3. DISCUSIÓN

En los estudios que componen esta revisión nos hemos centrado en las posibles terapias que se aplican después de lesión del ligamento cruzado anterior con un total de 5 artículos.

Para discutir estos artículos, los separaremos por las variables más importantes que vimos reflejadas en estos, que serán: ejercicios con nintendo Wii, ejercicios en cadena cinética abierta o cadena cinética cerrada, programas de ejercicio físico, ejercicios de resistencia alta o baja intensidad, realizar un protocolo de rehabilitación supervisado por un fisioterapeuta o no.

En 1 de los 5 estudios, se evaluó la eficacia de realizar un programa de ejercicios con la videoconsola Wii Fif, Baltaci G. Et al (2013), con un estudio de calidad metodológica media en la escala PEDro, con una muestra de 30 participantes, concluyeron que no había diferencia entre realizar un programa de ejercicios con Wii Fit y un programa de rehabilitación convencional durante las 12 primeras semanas tras la cirugía. No se encontraron diferencias significativas en propiocepción, fuerza muscular y tiempo de reacción.

En 1 de los 5 estudios, se evaluó la eficacia subjetiva para el propio paciente de realizar ejercicios en cadena cinética cerrada frente a realizarlos en cadena cinética abierta. Chrzan D. Et al (2013), con un estudio de calidad metodológica media en la escala PEDro y una muestra de 40 participantes. Los participantes del grupo que realizaba ejercicios en cadena cinética abierta tuvieron mejor impresión subjetiva de su programa de ejercicios por lo que concluyen que tras una reconstrucción del ligamento cruzado anterior se debería basar en la realización de más ejercicios en cadena cinética abierta.

En 1 de los 5 estudios, se evaluó la eficacia de comenzar a realizar ejercicios en cadena cinética abierta en una fase más temprana o más tardía en un programa de rehabilitación. Fukuda TY. Et al (2013), con un estudio de alta calidad metodológica en la escala PEDro y una muestra de 49 participantes concluyeron que comenzar a realizar ejercicios en cadena cinética abierta a la cuarta semana de un programa de rehabilitación en un rango de movimiento controlado de la articulación de la rodilla de entre 45° y 90° no supone ninguna diferencia de comenzar a realizarlos en la semana 12 en términos de mejoría funcional y control del dolor. Además, la fuerza muscular de cuádriceps aunque más tarde se igualo entre grupos, en el grupo de comienzo temprano comenzó a subir antes que en el grupo de ejercicios más tardío.

En 1 de los 5 estudios, se evaluó la eficacia de realizar ejercicios de resistencia de alta intensidad frente a realizar ejercicios de resistencia de baja intensidad en la fuerza extensora

de la pierna y la función de la rodilla tras reconstrucción de ligamento cruzado anterior. Bieler T. Et al (2014), con un estudio de calidad metodológica media en la escala PEDro, concluyeron que realizar ejercicios de resistencia de alta intensidad durante 20 semanas mejora antes la fuerza extensora de la pierna sin introducir ningún efecto adverso en la funcionalidad de la rodilla. Por tanto parece ser que para tener una mayor fuerza de los extensores de la pierna sería apropiado aplicar ejercicios de resistencia de alta intensidad sin que suponga un riesgo de lesión.

En 1 de los 5 estudios, se evaluó la eficacia de realizar un programa de rehabilitación supervisado por un fisioterapeuta o hacerlo sin su supervisión, Hohmann E. Et al (2011), con un estudio de una calidad metodológica media en la escala PEDro, concluyeron que no se podía demostrar que exista una diferencia significativa entre realizar un programa de rehabilitación supervisado por un fisioterapeuta o no. Sin embargo, el uso de diferentes técnicas quirúrgicas o la inclusión de sujetos con lesiones adicionales intra-articulares podría haber condicionado los resultados de este estudio.

3.1. LIMITACIONES

Antes de expresar las conclusiones extraídas de la realización de este trabajo, deben ser expuestas las limitaciones a la hora de su elaboración.

En primer lugar, las muestras estudiadas son diferentes en cuanto a número de pacientes y media de edad, pero bastante homogéneas en cuanto a patología.

Además, sólo los estudios publicados en inglés o español se incluyeron, pudiendo quedar excluidos artículos publicados en otro idioma que podrían ser relevantes.

También cabe mencionar que no se incluyeron otros tipos de estudios que no fueran ensayos clínicos o ensayos controlados aleatorizados.

No obstante, los artículos elegidos para llevar a cabo esta revisión sistemática son todos considerados de alta calidad metodológica (>5/10 en PEDro) lo que hace que la calidad total de esta revisión sea considerable.

4. CONCLUSION

Tras el análisis de estos trabajos, esta revisión sistemática encontró evidencia limitada de la efectividad de realizar guiado por un fisioterapeuta un protocolo de rehabilitación extraído de un libro universal de protocolos de rehabilitación, o realizar el mismo en casa sin la supervisión de un fisioterapeuta, no muestra diferencias significativas.

En cuanto a la aplicación de un programa de entrenamiento con la consola Wii, existe una evidencia limitada de que podría ser eficaz en el proceso de recuperación del ligamento cruzado anterior. Podría ser recomendado por ser un método seguro, factible y barato en lugar de la rehabilitación convencional.

Por otro lado existe una evidencia limitada de la efectividad de usar ejercicios en cadena cinética abierta después de una reconstrucción de ligamento cruzado anterior. Un comienzo temprano en la cuarta semana es seguro realizándose dentro de un rango limitado y supone una más temprana fuerza de cuádriceps que si se comenzara más tarde con estos ejercicios. Sin embargo comenzar antes o después estos ejercicios no supone diferencias en dolor de la rodilla, funcionalidad de la rodilla.

Existe una evidencia limitada de la efectividad de realizar ejercicios en cadena cinética abierta frente a ejercicios en cadena cinética cerrada. La opinión subjetiva de los pacientes que realizan estos ejercicios muestra una mayor mejora en realizar ejercicios en cadena cinética abierta.

La aplicación de un programa de entrenamiento con ejercicios de resistencia de alta intensidad muestra una evidencia limitada en la efectividad de una recuperación más rápida de la fuerza extensora de la pierna tras una reconstrucción de ligamento cruzado anterior. Esto podría deberse a unas mejores adaptaciones neuromusculares al realizar este tipo de ejercicios.

5. IMÁGENES Y TABLAS

TABLA 1. Clasificación en "ESCALA PEDro" de los ECA incluidos en esta revisión.

ESTUDIOS	ASIGNACIÓN ALEATORIA	ASIGNACIÓN OCULTA	GRUPOS HOMOGÉNEOS AL INICIO	CEGAMIENTO DE LOS PARTICIPANTES	CEGAMIENTO DE LOS TERAPEUTAS	CEGAMIENTO DE LOS EVALUADORES	SEGUIMIENTO ADECUADO	ANÁLISIS POR INTENCIÓN DE TRATAR	COMPARACIÓN DE RESULTADOS ENTRE GRUPOS	MEDIDAS PUNTALES Y DE VARIABILIDAD	PUNTUACIÓN TOTAL (SOBRE 10)
HOHMANN E. ET AL (2011)	SI	NO	SI	NO	NO	SI	NO	NO	SI	SI	5/10
BALTACI G. ET AL (2013)	SI	NO	SI	NO	NO	NO	SI	NO	SI	SI	5/10
FUKUDA TY. ET AL (2013)	SI	SI	SI	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	8/10
CHRZN D. ET AL (2013)	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO	NO	SI	SI	5/10
BIELER T. ET AL (2014)	SI	SI	NO	SI	NO	SI	NO	NO	SI	SI	6/10

ESTUDIO	PARTICIPANTES	DISEÑO	INTERVENCIÓN	VARIABLE DE ESTUDIO	INSTRUMENTOS DE MEDIDA	RESULTADOS
HOHMANN E. ET AL (2011)	n=40 Edad entre 18 y 35 años. Intervenidos de reconstrucción de ligamento cruzado anterior con injerto de hueso tendón hueso	Ensayo clínico. 2 grupos: -Grupo control (1): 20 participantes -Grupo intervención (2): 20 participantes. Evaluados pre-cirugía, a los 3 meses, a los 6 meses, a los 9 meses y a los 12 meses.	El grupo 1 llevará a cabo un protocolo de rehabilitación de un libro universal de ortopedia en su propio hogar, previamente se le explica detalladamente. El grupo 2 realizará el mismo protocolo pero serán supervisados por un fisioterapeuta semanalmente las 6 primeras semanas, quincenalmente hasta el mes 6, y mensual hasta llegar a los 9 meses.	Rendimiento Funcional Estabilidad y funcionalidad de la rodilla Fuerza muscular	Lysholm y Tegner Estabilometría y pruebas funcionales Dinamómetro	El grupo 1 mostró diferencias significativas a los 3 meses en la fuerza isométrica extensora con respecto al grupo supervisado (P=0,01). Mientras que no hubo diferencias significativas entre grupos para la fuerza isométrica flexora, concéntrica flexora, concéntrica extensora, excéntrica flexora, excéntrica extensora, pruebas funcionales y puntuaciones subjetivas.
BALTACI G. ET AL (2013)	n= 30 Edad grupo control 29.3±5.7 Edad grupo intervención 28.6±7.8	Ensayo clínico, 2 grupos: -Grupo control (1): 15 participantes. -Grupo intervención (2): 15 participantes. Fueron evaluados a la	El grupo 1 llevó a cabo un programa de rehabilitación con ejercicios en cadena cinética cerrada, fortalecimiento muscular, ejercicios de equilibrio y bicicleta	Equilibrio Dinámico Propiocepción, coordinación y tiempo de respuesta	SEBT Sistema funcional Squat	Este estudio no encuentra diferencias significativas entre ambos grupos en fuerza muscular, propiocepción, coordinación, tiempo de respuesta y

	Intervenidos de reconstrucción de ligamento cruzado anterior con injerto de tendón de la pata de ganso.	semana, a la octava semana y a la doceava semana después de la cirugía.	estática. El grupo 2 llevó a cabo un programa de ejercicios usando la videoconsola Wii Fit 3 sesiones semanales de 1 hora diaria. La intervención duró 12 semanas.	Fuerza muscular	Dinamómetro	balance dinámico en las semanas 1,8 y 12.
FUKUDA TY. ET AL (2013)	n= 49 Edad entre 16 y 50 años Intervenidos de reconstrucción de ligamento cruzado anterior con injerto de tendón de la pata de ganso y una meniscectomía si fuera necesaria.	Ensayo clínico, 2 grupos: -Grupo 1 o EOKC: 25 participantes. -Grupo 2 o LOKC: 24 participantes. Fueron evaluados en las semanas 12, 19 y 25, y en el 17º mes tras la cirugía	Grupo EOKC: ejercicios isométricos en CCC de a las 2 semanas. Fortalecimiento de cuádriceps en CCA entre 45º y 90º de flexión a la 4ª semana. Ejercicios dinámicos a las 6 semanas. Grupo LOKC: utilizó los mismos ejercicios pero comenzó a 12 semanas los ejercicios de CCA con una ROM completa entre 0º a 90º. El tratamiento duró	Fuerza muscular del isquiotibial y cuádriceps Laxitud anterior de rodilla Dolor y función.	Dinamómetro manual Artrómetro y Lachman EVA y Lysholm	No hubo diferencias significativas en la fuerza muscular del cuádriceps e isquiotibial entre ambos grupos. (P> 0'005) No hubo diferencias significativas en la laxitud anterior de la rodilla a lo largo del tiempo. No hubo diferencias significativas entre ambos grupos en el dolor y la función.

			25 semanas con unas 3 sesiones semanales.			
CHRZAN D. ET AL (2013)	<p>n=40</p> <p>Edad media 26.75 años</p> <p>Intervenidos de reconstrucción de ligamento cruzado anterior. Todos con injerto de tendón de la pata de ganso excepto 2 participantes que fue con hueso-tendón-hueso rotuliano.</p>	<p>Ensayo clínico. 2 grupos:</p> <p>-Grupo 1: 20 participantes.</p> <p>-Grupo 2: 20 participantes.</p> <p>Los pacientes fueron evaluados al comienzo del estudio y al término del mismo a las 2 semanas.</p>	<p>Grupo 1 realiza el protocolo de rehabilitación A que incluye ejercicios en cadena cinética cerrada.</p> <p>Grupo 2 realiza el protocolo de rehabilitación B que incluye más ejercicios en cadena cinética abierta.</p> <p>La intervención dura un total de 2 semanas con 5 sesiones semanales de 2 horas de duración.</p>	<p>Impresión subjetiva por parte del paciente de su propia recuperación</p>	<p>Lysholm y IKDC</p>	<p>Este estudio mostró que no hubo diferencias significativas en las puntuaciones al comienzo del estudio y que globalmente al término del estudio el grupo 2 mostró mejores puntuaciones en Lysholm e IKDC que el grupo 1. Esto indica que hay una mejor percepción de los pacientes que realizan ejercicios en cadena cinética abierta.</p>
BIELER T. ET AL (2014)	<p>n=50</p> <p>Edad entre 18 y 45 años.</p> <p>Intervenidos de reconstrucción de ligamento cruzado anterior con hueso tendón hueso rotuliano e injerto tendón de la</p>	<p>Ensayo clínico. 2 grupos:</p> <p>-Grupo HRT (1): 24 participantes.</p> <p>-Grupo LRT (2): 26 participantes.</p> <p>Los pacientes fueron evaluados a</p>	<p>Grupo 1: realiza ejercicios de ROM, fuerza muscular, entrenamiento neuromuscular. A partir de la semana 14 comienzan a realizar ejercicios de resistencia de alta intensidad.</p>	<p>Laxitud anterior de rodilla</p> <p>Máxima fuerza extensora</p> <p>Función de la rodilla</p> <p>Auto-reporte</p>	<p>Artrómetro</p> <p>Leg extensor power rig</p> <p>Pruebas funcionales</p> <p>Koos y Lysholm</p>	<p>En este estudio los resultados establecieron que la fuerza muscular se recuperó mejor en el grupo HRT. No hubo diferencias significativas en la función de la rodilla, la laxitud anterior de rodilla, KOOS y Lysholm</p>

<p>data de ganso</p>	<p>Las 7 semanas, las 14 semanas y a las 20 semanas coincidiendo aquí con el final del estudio.</p>	<p>Grupo 2: realiza los mismos ejercicios introduciendo a partir de la semana 8 ejercicios de resistencia de baja intensidad. El tratamiento duró 20 semanas.</p>
----------------------	---	---

TABLA 2. TABLA DE RESULTADOS

6. BIBLIOGRAFÍA

- (1) Wing Hung Alex Ng, James Francis Griffith, Esther Hiu Yee Hung, Bhawan Paunipagar, Billy Kan Yip Law, and Patrick Shu Hang Yung. (8 de August de 2011). Imaging of the anterior cruciate ligament. *World Journal of Orthopedics* , 75-84.
- (2) Vaquero Martín J, Calvo Haro J A, Forriol Campos F. (2008). Reconstrucción del ligamento cruzado anterior. *Trauma Fund Mapfre* , 19, 22-38.
- (3) Anderson MJ, Browning WM 3rd, Urband CE, Kluczynski MA, Bisson LJ. (15 de Marzo de 2016). A Systematic Summary of Systematic Reviews on the Topic of the Anterior Cruciate Ligament. *The Orthopaedic Journal of Sports Medicine* , 1-21.
- (4) Kweon C , Lederman ES , and Chhabra A. (2013). Anatomy and Biomechanics of the Cruciate Ligaments. En G. C. Fanelli (Ed.), *The Multiple Ligament Injured Knee A Practical Guide to Management* (págs. 17-27). Springer.
- (5) Ayala-Mejías JD, García-Estrada GA, Alcocer Pérez-España L. (28 de Enero de 2014). Lesiones del ligamento cruzado anterior. *Acta Ortopédica Mexicana* , 57-67.
- (6) Wu BW, Berger M, Sum JC, Hatch GF 3rd, Schroeder ET. (6 de December de 2014). Randomized control trial to evaluate the effects of acute testosterone administration in men on muscle mass, strength and physical function following ACL reconstructive surgery: rationale, design, methods. *BMC Surgery* , 14:102.
- (7) Macdonald SA, Heard SM, Hiemstra LA, Buchko GM, Kerslake S, Sasyniuk TM. (2014). A comparison of pain scores and medication use in patients undergoing single-bundle or double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction. *Can J Surgery, Vol. 57, No 3, juin 2014* , 57 (3), 98-104.
- (8) Biau DJ, Tournoux C, Katsahian S, Schranz PJ, Nizard RS. (29 de April de 2006). Bone-patellar tendon-bone autografts versus hamstring autografts for reconstruction of anterior cruciate ligament: meta-analysis. *BMJ* , 995-1001.
- (9) Meuffels DE, Poldervaart MT, Diercks RL, Fievez AW, Patt TW, Hart CP, Hammacher ER, Meer Fv, Goedhart EA, Lenssen AF, Muller-Ploeger SB, Pols MA, Saris DB. (August de

- 2012). Guideline on anterior cruciate ligament injury A multidisciplinary review by the Dutch Orthopaedic Association. *Acta Orthopaedica* , 379-386.
- (10) Carmont MR, Scheffler S, Spalding T, Brown J, Sutton PM. (June de 2011). Anatomical single bundle anterior cruciate ligament reconstruction. *Curr Rev Musculoskelet Med* , 65-72.
- (11) CR, B. (November de 2008). Anterior cruciate ligament femoral tunnel creation by use of anteromedial portal. *Arthroscopy Association of North America* , 1319.
- (12) JH, L. (2009). Anteromedial portal technique for the anterior cruciate ligament femoral socket: pitfalls and solutions. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery* , 25 (1), 95-101.
- (13) López Pliego EM, Montilla Jiménez FJ, Moreno Domínguez R, Domecq Fernández de Bobadilla G. (28 de Febrero de 2011). Estudio comparativo del aloinjerto hth vs autoinjerto de isquiotibiales en la reparación del LCA. Presentación de resultados de nuestra serie. *Rev S. And Trauma y Ort* , 93-99.
- (14) Fukuda TY, Fingerhut D, Moreira VC, Camarini PM, Scodeller NF, Duarte A Jr, Martinelli M, Bryk FF. (April de 2013). Open kinetic chain exercises in a restricted range of motion after anterior cruciate ligament reconstruction: a randomized controlled clinical trial. *Am J Sports Med* , 788-794.
- (15) Andriolo L, Di Matteo B, Kon E, Filardo G, Venieri G, Marcacci M. (5 de May de 2015). PRP Augmentation for ACL Reconstruction. *BioMed Research International* , 1-15.
- (16) Kınıklı GI, Yüksel I, Baltacı G, Atay OA. (2014). The effect of progressive eccentric and concentric training on functional performance after autogenous hamstring anterior cruciate ligament reconstruction: a randomized controlled study. *Turkish Association of Orthopaedics and Traumatology* , 283-289.
- (17) Ageberg E, Pettersson A, Fridén T. (December de 2007). 15-year follow-up of neuromuscular function in patients with unilateral nonreconstructed anterior cruciate ligament injury initially treated with rehabilitation and activity modification: a longitudinal prospective study. *The American journal of sports medicine* , 2109-2117.
- (18) Fitzgerald GK, Axe MJ, Snyder-Mackler L. (2000). A decision-making scheme for returning patients to high-level activity with nonoperative treatment after anterior

cruciate ligament rupture. *Knee Surgery, Sports traumatology, Arthroscopic: official journal of the ESSKA* , 76-82.

- (19) Moksnes H, Snyder-Mackler L, Risberg MA. (October de 2008). Individuals with an anterior cruciate ligament-deficient knee classified as noncopers may be candidates for nonsurgical rehabilitation. *The journal of orthopaedic & sports physical therapy* , 586-595.
- (20) Logerstedt DS, Snyder-Mackler L, Ritter RC, Axe MJ; Orthopedic Section of the American Physical Therapy Association. (June de 2010). Knee pain and mobility impairments: meniscal and articular cartilage lesions. *The Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* , A1-A35.
- (21) Logerstedt DS, Snyder-Mackler L, Ritter RC, Axe MJ, Godges JJ; Orthopaedic Section of the American Physical Therapist Association. (April de 2010). Knee stability and movement coordination impairments: knee ligament sprain. *The Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* , A1-A37.
- (22) Ardern CL, Taylor NF, Feller JA, Webster KE. (November de 2014). Fifty-five per cent return to competitive sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery: an updated systematic review and meta-analysis including aspects of physical functioning and contextual factors. *British Journal of Sports Medicine* , 1543-1552.
- (23) Webster KE, Feller JA, Leigh WB, Richmond AK. (Marzo de 2014). Younger patients are at increased risk for graft rupture and contralateral injury after anterior cruciate ligament reconstruction. *The American Journal of Sports Medicine* , 641-647.
- (24) Paterno MV, Rauh MJ, Schmitt LC, Ford KR, Hewett TE. (July de 2014). Incidence of Second ACL Injuries 2 Years After Primary ACL Reconstruction and Return to Sport. *The American Journal of Sports Medicine* , 1567-1573.
- (25) Wright RW, Dunn WR, Amendola A, Andrish JT, Bergfeld J, Kaeding CC, Marx RG, McCarty EC, Parker RD, Wolcott M, Wolf BR, Spindler KP. (July de 2007). Risk of tearing the intact anterior cruciate ligament in the contralateral knee and rupturing the anterior cruciate ligament graft during the first 2 years after anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective MOON cohort study. *The American Journal of Sports Medicine* , 1131-1134.

- (26) Bourke HE, Salmon LJ, Waller A, Patterson V, Pinczewski LA. (September de 2012). Survival of the anterior cruciate ligament graft and the contralateral ACL at a minimum of 15 years. *The American Journal of Sports of Medicine* , 1985-1992.
- (27) Serpell BG, Scarvell JM, Ball NB, Smith PN. (November de 2012). Mechanisms and risk factors for noncontact ACL injury in age mature athletes who engage in field or court sports: a summary of the literature since 1980. *Journal of Strength and Conditioning Research* , 3160-3176.
- (28) Beaulieu ML, Wojtys EM, Ashton-Miller JA. (September de 2015). Risk of anterior cruciate ligament fatigue failure is increased by limited internal femoral rotation during in vitro repeated pivot landings. *The American journal of sports medicine* , 2233-2241.
- (29) Jayaseelan DJ, Courtney CA, Kecman M, Alcorn D. (December de 2014). Lumbar manipulation and exercise in the management of anterior knee pain and diminished quadriceps activation following acl reconstruction: a case report. *International journal of sports physical therapy* , 991-1003.
- (30) Warner SJ, Smith MV, Wright RW, Matava MJ, Brophy RH. (August de 2011). Sport-specific outcomes after anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy: the journal of arthroscopic and related surgery* , 1129-1134.
- (31) Nyland J, Mattocks A, Kibbe S, Kalloub A, Greene JW5, Caborn DN. (24 de February de 2016). Anterior cruciate ligament reconstruction, rehabilitation, and return to play: 2015 update. *Open Access Journal of Sports Medicine* , 21-32.
- (32) te Wierike SC, van der Sluis A, van den Akker-Scheek I, Elferink-Gemser MT, Visscher C. (Octubre de 2013). Psychosocial factors influencing the recovery of athletes with anterior cruciate ligament injury: a systematic review. *Scandinavian journal of medicine and science in sports* , 527-540.
- (33) Failla MJ, Arundale AJ, Logerstedt DS, Snyder-Mackler L. (Abril de 2015). Controversies in knee rehabilitation: anterior cruciate ligament injury. *Clin Sports Med.* , 301-312.
- (34) Hohmann E, Tetsworth K, Bryant A. (July de 2011). Physiotherapy-guided versus home-based, unsupervised rehabilitation in isolated anterior cruciate injuries following surgical reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol, Arthroscopy* , 1558-1567.

- (35) Baltaci G, Harput G, Haksever B, Ulusoy B, Ozer H. (April de 2013). Comparison between Nintendo Wii Fit and conventional rehabilitation on functional performance outcomes after hamstring anterior cruciate ligament reconstruction: prospective, randomized, controlled, double-blind clinical trial. *Knee Surg Sports Traumatol, Arthroscopy* , 880-887.
- (36) Chrzan D, Kusz D, Bołtuć W, Bryła A, Kusz B. (28 de June de 2013). Subjective assessment of rehabilitation protocol by patients after ACL reconstruction - preliminary report. *Ortopedia, traumatologia, rehabilitacion* , 215-225.
- (37) Bieler T, Sobol NA, Andersen LL, Kiel P, Løfholm P, Aagaard P, Magnusson SP, Krogsgaard MR, Beyer N. (2014). The effects of high-intensity versus low-intensity resistance training on leg extensor power and recovery of knee function after ACL-reconstruction. *Biomed research international* .