



UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CUENCA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

UNIDAD ACADÉMICA DE SALUD Y BIENESTAR

CARRERA DE MEDICINA

**“ELECTROESTIMULACIÓN NEUROMUSCULAR EN EL
POSTOPERATORIO DE LIGAMENTO CRUZADO
ANTERIOR EN DEPORTISTAS”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE MÉDICO**

AUTOR: VÍCTOR MANUEL CHUQUI ORELLANA

DIRECTOR: Dr. PEDRO MARTÍN FLORES FLORES

CUENCA - ECUADOR

2024

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

UNIDAD ACADÉMICA DE SALUD Y BIENESTAR

CARRERA DE MEDICINA

**“ELECTROESTIMULACIÓN NEUROMUSCULAR EN EL
POSTOPERATORIO DE LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR EN
DEPORTISTAS”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE MÉDICO**

AUTOR: VÍCTOR MANUEL CHUQUI ORELLANA

DIRECTOR: Dr. PEDRO MARTÍN FLORES FLORES

CUENCA - ECUADOR

2024

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO

DECLARATORIA DE AUTORÍA Y RESPONSABILIDAD

Víctor Manuel Chuqui Orellana portador de la cédula de ciudadanía N° **0105066971**. Declaro ser el autor de la obra: “**Electroestimulación neuromuscular en el postoperatorio de ligamento cruzado anterior en deportistas**”, sobre la cual me hago responsable sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaro que la misma ha sido elaborada respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros y eximo a la Universidad Católica de Cuenca sobre cualquier reclamación que pudiera existir al respecto. Declaro finalmente que mi obra ha sido realizada cumpliendo con todos los requisitos legales, éticos y bioéticos de investigación, que la misma no incumple con la normativa nacional e internacional en el área específica de investigación, sobre la que también me responsabilizo y eximo a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

Cuenca, 04 de marzo de 2024

F: 

Víctor Manuel Chuqui Orellana

C.I. 0105066971

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR / TUTOR

Certifico que el presente trabajo denominado "**Electroestimulación neuromuscular en el postoperatorio de ligamento cruzado anterior en deportistas**" realizado por **Víctor Manuel Chuqui Orellana** con documento de identidad No. **0105066971**, previo a la obtención del título profesional de Médico, ha sido asesorado, supervisado y desarrollado bajo mi tutoría en todo su proceso, cumpliendo con la reglamentación pertinente que exige la Universidad Católica de Cuenca y los requisitos que determina la investigación científica.

Cuenca, 04 de marzo de 2024


F:

Dr. Pedro Martín Flores Flores

DIRECTOR / TUTOR

DEDICATORIA

A mis padres, cuya sabiduría y guía han iluminado mi camino académico, les agradezco por ser faros constantes en la oscuridad del aprendizaje. Su apoyo constante, amor incondicional y aliento han sido el motor de cada uno de mis días. Su dedicación a mi crecimiento y educación ha sido un regalo invaluable que nunca dejaré de apreciar.

A mis queridos hermanos, compañeros de risas, travesías y descubrimientos, agradezco su inquebrantable apoyo y complicidad. Cada logro en este proyecto lleva consigo el eco de nuestros lazos familiares, recordándome que nunca estoy solo en cada jornada. Con una mención especial a mi hermano Pedro, el cual ha sido una fuente de enseñanzas en varios momentos de mi vida, el cual también me ha brindado su apoyo en mis peores momentos.

Este trabajo no solo es mío, sino también de ustedes, quienes han compartido el viaje conmigo. Gracias por ser mi red de apoyo constante, por inspirarme a alcanzar nuevas alturas y por ser los cimientos sobre los cuales construyo mis sueños académicos.

Con gratitud eterna,

Víctor Manuel Chuqui Orellana

AGRADECIMIENTO

A mi tutor Dr, Martín Flores, quiero expresar mi sincero agradecimiento por su invaluable orientación y apoyo durante todo el proceso de mi tesis. Su experiencia, paciencia y dedicación han sido fundamentales para el éxito de este trabajo. Gracias por compartir su conocimiento y guiarme con sabiduría a lo largo de este viaje académico. Estoy profundamente agradecido por su compromiso y mentoría.

A mis respetados docentes, su dedicación y pasión por impartir conocimientos han sido una fuente constante de inspiración. Gracias por desafiarme, guiarme y brindarme la confianza necesaria para explorar nuevos horizontes intelectuales. Su orientación ha sido la brújula que ha guiado cada paso de este proceso.

A mis apreciados amigos, cuyo apoyo ha trascendido las aulas y ha abrazado cada etapa de este proyecto, les agradezco por ser el refugio constante en medio de las exigencias académicas. Su aliento y comprensión han sido un regalo invaluable que ha hecho posible superar obstáculos y celebrar triunfos.

Este logro no solo representa mi esfuerzo individual, sino la culminación de la colaboración y la comunidad que hemos construido juntos. Cada palabra escrita lleva consigo la influencia de sus ideas, sugerencias y aliento constante.

Gracias por ser parte integral de este capítulo académico. Espero que este trabajo no solo sea un testimonio de mi dedicación, sino también un reflejo del apoyo invaluable que he recibido de todos ustedes.

RESUMEN

Introducción: Las lesiones en el ligamento cruzado anterior son bastante frecuentes y afectan predominantemente a jóvenes involucrados en actividades deportivas que requieren saltos, giros y cambios de dirección. Varios estudios han señalado que las deportistas femeninas tienen entre dos y ocho veces más probabilidades de experimentar lesiones en el ligamento cruzado anterior en comparación con sus contrapartes masculinas, independientemente de que ambos géneros practiquen deportes que implican aterrizajes y giros.

Objetivo general: Describir el efecto de la electroestimulación neuromuscular en el postoperatorio de ligamento cruzado anterior en deportistas.

Metodología: Revisión Bibliográfica tipo Scoping Review, Bases de datos revisadas: Se consultaron plataformas de información científica como: Elsevier, Science Direct, Pubmed, Scopus, Redalyc.

Resultados: Los resultados resaltan la relevancia de personalizar los protocolos de recuperación considerando variables individuales como género, edad e índice de masa corporal (IMC). Esta personalización contribuye a maximizar los resultados y reducir los riesgos de complicaciones adicionales. Además, la incorporación de técnicas como la estimulación eléctrica neuromuscular (EENM) en los planes de recuperación emerge como una estrategia beneficiosa para incrementar la fuerza muscular, proporcionando mejoras adicionales en el proceso de rehabilitación.

Conclusiones: La utilización de electroestimulación neuromuscular después de una cirugía de ligamento cruzado anterior (LCA) en atletas presenta beneficios para la recuperación muscular, previniendo la atrofia y mejorando la estabilidad articular. La aplicación de corrientes eléctricas no solo alivia el dolor, sino que también facilita la activación muscular, promoviendo así una rehabilitación más efectiva. Aunque esta

intervención muestra promisorios resultados, es necesario realizar más investigaciones para comprender completamente su impacto en la recuperación postoperatoria del LCA.

Palabras clave: Deportistas, electroestimulación, ligamento cruzado anterior, neuromuscular, postoperatorio.

ABSTRACT

Introduction: Anterior cruciate ligament (ACL) injuries are quite common and predominantly affect young individuals engaged in sports activities that involve jumping, twisting, and turning. Several studies have indicated that female athletes are between two and eight times more likely to experience anterior cruciate ligament injuries compared to their male counterparts, regardless of both genders participating in sports involving landings and twisting.

Objective: To describe the effect of neuromuscular electrostimulation in postoperative anterior cruciate ligament injuries in athletes.

Methodology: A scoping review of the literature review type was conducted, and scientific information platforms such as Elsevier, ScienceDirect, PubMed, Scopus, and Redalyc were consulted.

Results: The results highlight the importance of customizing recovery protocols considering individual variables such as gender, age, and body mass index (BMI). This customization helps maximize outcomes and reduce the risks of further complications. Additionally, incorporating techniques such as neuromuscular electrical stimulation (NMES) into recovery plans is a beneficial strategy for increasing muscle strength and improving the rehabilitation process.

Conclusions: Using NMES after ACL surgery in athletes benefits muscle recovery, prevents atrophy, and improves joint stability. Applying electrical currents relieves pain and facilitates muscle activation, thus promoting more effective rehabilitation. Although this intervention has promising results, further research is needed to understand its impact on postoperative ACL recovery.

Keywords: Athletes, electrostimulation, anterior cruciate ligament, neuromuscular, postoperative.

ÍNDICE

RESUMEN	7
ABSTRACT	9
ÍNDICE.....	10
INTRODUCCIÓN.....	11
MÉTODOLOGÍA.....	14
DESARROLLO DEL TRABAJO	16
Definición	16
Factores de riesgo	16
Tabla 1: Etiologías más frecuentes de rotura de LCA.	18
Diagnóstico	18
Tratamiento	19
Postoperatorio	20
Electroestimulación neuromuscular	21
Tipos de corrientes.....	22
Intensidad.....	22
Tabla 2: Efectos de los rangos de frecuencia.	23
Formas de aplicación	24
RESULTADOS	25
DISCUSIÓN.....	30
CONCLUSIONES.....	32
BIBLIOGRAFÍA	33

INTRODUCCIÓN

Las lesiones en el ligamento cruzado anterior (LCA) son comunes, afectando predominantemente a adultos jóvenes involucrados en deportes que incluyen saltos, giros y cambios de dirección. Estudios indican que las atletas femeninas tienen de dos a ocho veces más posibilidades de sufrir lesiones del LCA durante actividades que involucran aterrizajes y giros (1).

El mecanismo de lesión más frecuente para las rupturas del LCA implica un cambio fundamental que resulta en el valgo de la rodilla y la rotación interna de la tibia. Los pacientes pueden experimentar rigidez en la rodilla, incapacidad para sostener la pierna afectada, inflamación articular y dolor que conduce a la impotencia funcional (2).

La ruptura del LCA tiene una incidencia de 3 de cada 10.000 habitantes al año, y el 83.4% de estos casos están relacionados con el deporte. Después de la cirugía, el 82% de los intervenidos regresó a la actividad física, pero solo el 63% alcanzó sus niveles de actividad previos a la cirugía. La fase de fortalecimiento en la recuperación postoperatoria del LCA es crucial para el futuro de la articulación de la rodilla (3).

En Ecuador, según las estadísticas, se observa que la mayoría de los deportistas de élite enfrentan problemas de rodilla, incluyendo rupturas del LCA. Por ello, es necesario implementar protocolos que incluyan cirugía y fisioterapia para restaurar la movilidad, la masa muscular y recuperar la independencia. Aproximadamente, el 75% de los deportistas de élite en el país sufren problemas de ligamentos, convirtiendo las lesiones actuales en un problema potencial (4-5).

Considerando que la medicina deportiva es una disciplina que pocas veces se trata a nivel nacional, debe ser importante determinar los resultados de los tratamientos alternativos que se pueden aplicar en nuestro país. La importancia de este trabajo investigativo es

ayudar a conocer este tipo de lesiones e informar a los deportistas durante su entrenamiento y aprovechar los beneficios de la aplicación de la terapia de electroestimulación (6).

El papel esencial del ligamento cruzado anterior en la estabilización de la rodilla se ve afectado en caso de lesión, lo que puede generar inestabilidad funcional. La falta de tratamiento inicial para esta lesión desencadena una secuencia de eventos que eventualmente conduce al desarrollo de artrosis degenerativa. Tras someterse a tratamiento quirúrgico, es crucial seguir un plan de rehabilitación, resaltando la importancia de familiarizarse con las técnicas más beneficiosas para este proceso (7).

El uso de EENM (Electroestimulación Neuromuscular) en el tratamiento de pacientes después de la reconstrucción del LCA puede restaurar eficazmente el nivel de movimiento a como era previo a la lesión y reducir la atrofia del músculo cuádriceps, la inestabilidad de la rodilla, la fibrosis articular, las complicaciones rotulianas (acortamiento de la rótula y síndrome de dolor) o la osteoartritis secundaria (8).

El análisis, basado en el propósito de educación de esta Universidad, argumenta que los profesionales médicos deben demostrar su formación profesional destacando no solo el conocimiento científico, sino también la habilidad en la investigación, el comportamiento ético y la adhesión a valores fundamentales. La ética y la solidaridad se consideran elementos esenciales en la participación activa de estos profesionales en el desarrollo socioeconómico tanto de Cuenca como del país (9).

Los planes de rehabilitación destinados a las lesiones del ligamento cruzado anterior (LCA) buscan recuperar la fuerza de los músculos cuádriceps. Es frecuente enfrentarse a la restricción de la contracción voluntaria de los músculos durante el proceso de

recuperación, aun cuando no haya sufrido daño ni a los músculos ni a sus raíces nerviosas. Entonces es importante describir la electroestimulación neuromuscular en el postoperatorio de ligamento cruzado anterior en deportistas (10).

MÉTODOLÓGÍA

- Diseño del estudio: revisión bibliográfica tipo scoping review
- Bases de datos revisadas: Se consultaron plataformas de información científica como:
 - • Elsevier.
 - • Science Direct.
 - • Pubmed.
 - • Scopus.
 - • Redalyc.
- Palabras claves en la búsqueda de la información: Neuromuscular electrostimulation, anterior cruciate ligament, postoperative period, athletes,
- Criterios de inclusión: Se eligieron documentos que no superen los 5 años de antigüedad, en idioma inglés y español, artículos que hayan sido publicados en revistas indexadas.
- Criterios de exclusión: Tesis, libros
- Algoritmo de búsqueda: [[[All: Neuromuscular electrostimulation] AND [All: postoperative period]] AND [All: anterior cruciate ligament]]
- Tipo de trabajos citados: artículos originales, revisiones bibliográficas, revisiones sistemáticas, estudio de casos y controles.
- Instrumentos: Guías PRISMA/SR

Procedimiento: Toda la información recopilada se obtuvo a través de artículos de investigaciones bibliográficas internacionales, donde en su mayoría se implementaron artículos científicos, revisiones sistemáticas, estudio de casos y controles, el enfoque de este tema fue el detallar el uso de la electroestimulación neuromuscular en el tratamiento postoperatorio de ligamento cruzado anterior en deportistas. La investigación se llevó a

cabo mediante la exploración de bases de datos como PubMed, Scielo, Redalyc y Science Direct. Se aplicaron estrategias de búsqueda para identificar artículos de interés, y de la cantidad inicial de documentos hallados, se realizaron exclusiones basadas en la relevancia de la información. Luego, mediante la revisión de títulos y resúmenes, se preseleccionaron los artículos definitivos para el análisis, obteniendo así aquellos más apropiados para abordar los objetivos planteados inicialmente. La información extraída de los artículos se estructuró en una tabla que detalla aspectos relevantes del estudio, como título, año, ubicación, tipo de investigación, método de obtención de muestra, resultados y conclusiones, facilitando la comparación desde distintos enfoques y perspectivas de los autores.

DESARROLLO DEL TRABAJO

Definición

El ligamento cruzado anterior (LCA) se define como la estructura fibrosa intraarticular de la rodilla, con dimensiones aproximadas de 30 mm de longitud y 10 mm de ancho. Su origen se sitúa en la región intercondílea del fémur, específicamente en la parte posterolateral, y surge hacia delante en la eminencia intercondílea, donde se inserta en la tibia. Cuya función primordial es proporcionar firmeza a la articulación de la rodilla al resistir movimientos como la traslación tibial anterior, carga rotacional e hiperextensión (10-11).

Las lesiones del LCA comúnmente se originan debido a una combinación específica de movimientos, tales como la aducción femoral junto con la rotación interna mientras se flexiona la rodilla, o la rotación externa de la tibia acompañada de eversión del tobillo y también del pie. La amenaza de sufrir una lesión se incrementa cuando el pie queda inmovilizado en el suelo, la rodilla está en posición abducida y la cadera flexionada (12-13).

La probabilidad de desgarro también es elevada durante la desaceleración de las extremidades inferiores durante la contracción máxima del cuádriceps. Aunque los accidentes en deportes de contacto a menudo pueden provocar esta lesión, el 80 % de los desgarros del LCA son el efecto de una mezcla de movimientos deportivos sin haber experimentado un traumatismo directo (13).

Factores de riesgo

Se presentan factores de riesgo, algunos de naturaleza intrínseca y otros extrínsecos, relacionados con la ruptura del ligamento cruzado anterior (LCA). Entre los factores intrínsecos se encuentran las mujeres, que presentan una frecuencia de 2 a 8 veces mayor

que los hombres. Este riesgo aumenta durante la menstruación específicamente en su etapa preovulatoria por consecuencia de las influencias hormonales del estrógeno, que provocan una reducción en la fuerza de los ligamentos o disminuyen la capacidad de ejercicio a causa de su impacto en el SNC. Además, la participación en deportes profesionales también se asocia con un mayor riesgo, a consecuencia del agobio, agotamiento y el nivel de competitividad que se dé en distintas disciplinas (13-14).

La tasa de incidencia anual en deportistas profesionales que participan en deportes de alta intensidad, como el baloncesto y el fútbol, oscila entre el 0,15% y el 3,7%. La limitación de la dorsiflexión del tobillo (10°) aumenta la probabilidad de lesiones en un 18%. En términos genéticos, las alteraciones en el gen COL1A1, responsables de la codificación de una cadena de proteínas en el colágeno tipo I (fundamental constituyente del ligamento), representan un factor que predispone al daño del ligamento (14).

Los elementos externos involucrados abarcan aspectos como el calzado y su relación con la superficie, el tipo de clima y competir en disciplinas que involucren alteraciones en la dirección, desaceleración, saltos, giros o cortes. Se ha notado que los calzados deportivos que tienen más tacos y de mayor longitud muestran una mayor capacidad de resistir la rotación y están asociados con índices más altos de lesiones de LCA (15-17).

En cuanto a las interacciones con las superficies, los estudios han demostrado que los suelos sintéticos se asocian con un mayor riesgo de lesiones que los suelos de madera durante los deportes de interior, mientras que el césped artificial se asocia con un mayor riesgo que el césped natural durante los deportes al aire libre. En lo que respecta a índole meteorológico, se encontró que los elevados niveles de evaporación y las bajas precipitaciones estaban vinculadas con mayores tasas de lesiones del ligamento cruzado anterior en la liga de fútbol australiana, con una incidencia de 3 por cada 10.000 habitantes por año (18).

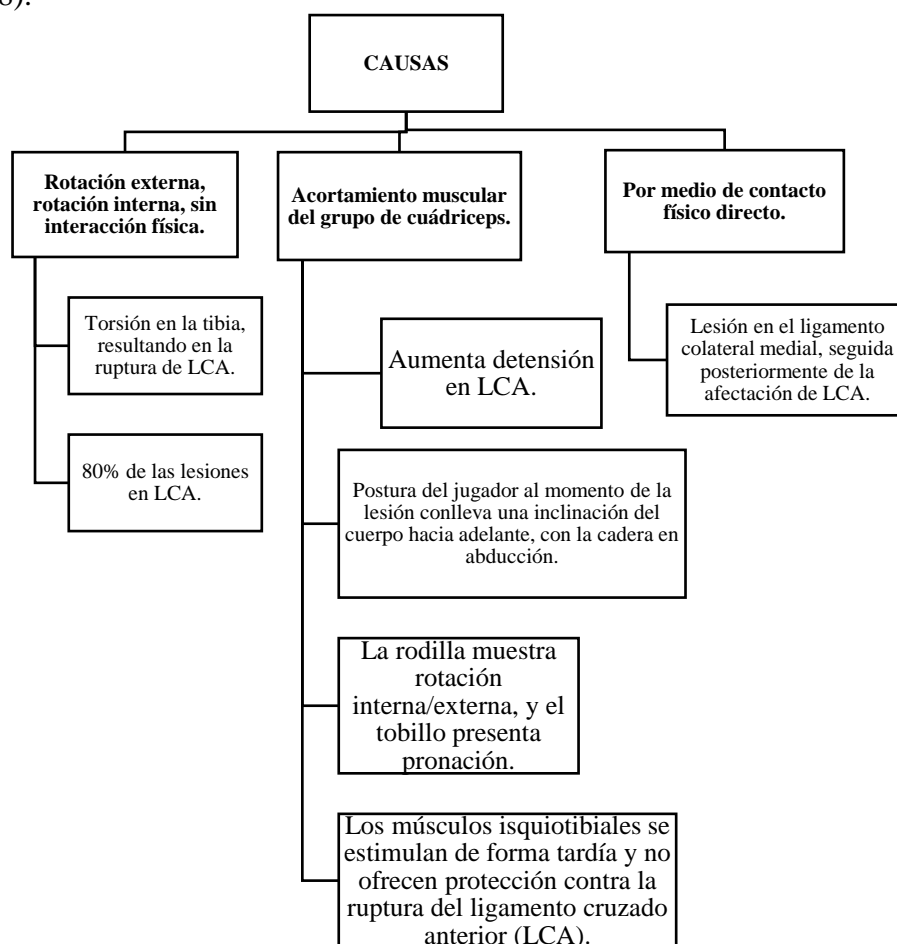


Tabla 1: Etiologías más frecuentes de rotura de LCA. Elaboración propia. (18)

Diagnóstico

La detección de roturas del ligamento cruzado anterior (LCA) se realiza a través de la recopilación de antecedentes médicos, el examen físico y pruebas diagnósticas específicas, como radiografías y resonancias magnéticas, que desempeñan una pieza

crucial en la confirmación de las hipótesis. La información sobre el modo en que ocurrió la lesión, los signos y síntomas experimentados por el afectado se obtiene a través de la historia clínica (19).

Cuando el ligamento sufre una rotura, es común experimentar o escuchar un "chasquido", seguido de debilidad y hemartrosis debido a la ruptura de la arteria media de la rodilla. Al momento de la examinación física, se evalúa la rodilla afectada contra la rodilla sana para detectar inflamación, discinesia, erosiones y derrames. Además, se deben examinar la rótula, el menisco, la cápsula articular y los ligamentos cruzados medial, lateral y posterior. Las pruebas específicas para diagnosticar la rotura del ligamento cruzado anterior incluyen la prueba de Lachman, la prueba de gaveta anterior y la maniobra de pivot shift (20).

Tratamiento

Existen dos estrategias para tratar la ruptura del ligamento cruzado anterior (LCA): una perspectiva conservadora, que se basa en la reeducación sensorial, perceptiva y motora, así como en el fortalecimiento mediante la fisioterapia; y también una perspectiva quirúrgica, la cual involucra el reestablecimiento del ligamento a través la utilización de un injerto. En general, los deportistas suelen optar por el tratamiento quirúrgico (20).

A nivel global, se llevan a cabo más de 200,000 procedimientos de reconstrucción de LCA cada año, con una edad promedio de 29.4 años. La intervención quirúrgica restablece la estabilidad en la articulación, disminuyendo el riesgo de subluxación y previniendo lesiones futuras en el menisco y el cartílago articular, así como el desarrollo temprano de OA (20).

En la actualidad, existen dos alternativas principales para la ligamentoplastia del ligamento cruzado anterior (LCA): el autoinjerto y el aloinjerto. Un injerto ideal para esta

intervención tiene que tener determinadas singularidades, tales como brindar una consolidación robusta, tolerar la carga cíclica y ser fácilmente integrable. En el autoinjerto, se reemplaza el LCA con tejido adquirido de otra región del cuerpo, comúnmente el tendón rotuliano, también el tendón del pie de criba, debido a que poseen características de estructura más o menos igual o elevada a las del ligamento (20).

El injerto de tendón rotuliano, que es el comúnmente empleado, ofrece una resistencia un 168 % superior a la de un LCA normal, aunque podría ocasionar dolor en la parte frontal de la rodilla en el área de la persona que dona (21). Los tendones de la pata de ganso se presentan como elección destacada debido a su fortaleza y longitud, al igual que el tendón del cuádriceps, que cuenta con características que permiten su utilización en procedimientos de doble haz. No obstante, los autoinjertos presentan algunos impedimentos, como un tiempo operatorio prolongado, un mayor riesgo de lesiones en la estructura donante y cambios no favorables en los mecanismos de flexión y extensión (21).

Los aloinjertos emplean tejido proveniente de otro de la misma clase, como el tendón rotuliano, el tendón de Aquiles, el tendón tibial anterior, el tendón tibial posterior o el tendón peróneo, los cuales deben contar con el tamaño y la fuerza adecuados. No obstante, presentan desventajas como la inmunogenicidad, el riesgo de contagio de enfermedades, un tiempo prolongado para la integración y propiedades biomecánicas disminuidas del injerto debido al proceso de esterilización y conservación del aloinjerto (21).

Postoperatorio

Tras la reconstrucción del Ligamento Cruzado Anterior (LCA), los pacientes experimentan un período de rehabilitación que puede durar entre 6 meses y 1 año. En cuanto a la recuperación de los niveles de actividad previos a la operación, se observó

que el 67% de los pacientes que recibieron autoinjertos de tendón rotuliano lograron recuperarse, mientras que el porcentaje fue del 55% para aquellos con autólogos de tendón de la pata de ganso y del 64% para los que recibieron aloinjertos. Además, el 82% de los pacientes logró retomar la actividad física después de la operación, el 63% volvió a los niveles de dinamismo que tenían antes de la operación y el 44% pudo volver a competir (22).

Dada la alta intensidad de la actividad y la función, es crucial subrayar el papel de los factores psicosociales debido a su efecto adverso en el retorno al ejercicio de alta intensidad. Las tres causas más frecuentes que impiden retomar los niveles de actividad previos son: la poca seguridad en la rodilla operada (28%), el temor a una nueva lesión (24%) y la rodilla en mal funcionamiento (22%). Además, es relevante señalar el riesgo de una nueva lesión en el primer año después de la cirugía, que es 16 veces mayor en las mujeres (22).

El peligro de daño al miembro opuesto (>10%) superó al del miembro intervenido quirúrgicamente (5%). Esta información indica la importancia de una preparación neuromuscular en ambos lados y una biomecánica adecuada para disminuir el peligro de lesiones. También resalta la necesidad de ser cautelosos al dar de alta de la fisioterapia si estos objetivos no se alcanzan (22-23).

ELECTROESTIMULACIÓN NEUROMUSCULAR

La estimulación eléctrica neuromuscular (EENM) implica el uso de una corriente eléctrica de baja intensidad para estimular grupos musculares, mediante electrodos colocados en la superficie del cuerpo. Estos impulsos eléctricos incitan a los nervios a transmitir señales a los músculos, provocando su contracción, similar a la actividad muscular habitual (23).

Para obtener propiedades similares a las ondas fisiológicas es fundamental especificar el tipo de onda a utilizar, ancho de pulso, frecuencia, tiempo de contracción y relajación, intensidad, colocación de electrodos, tiempo de sesión y número de sesiones a realizar (23).

La electroestimulación neuromuscular es ampliamente utilizada en individuos saludables y contribuye a mejorar la forma física y la potencia muscular en aquellos que realizan ejercicio o deportes. Además, se emplea en la recuperación de grupos musculares, especialmente en personas con graves trastornos neurológicos o traumáticos del movimiento (24-25).

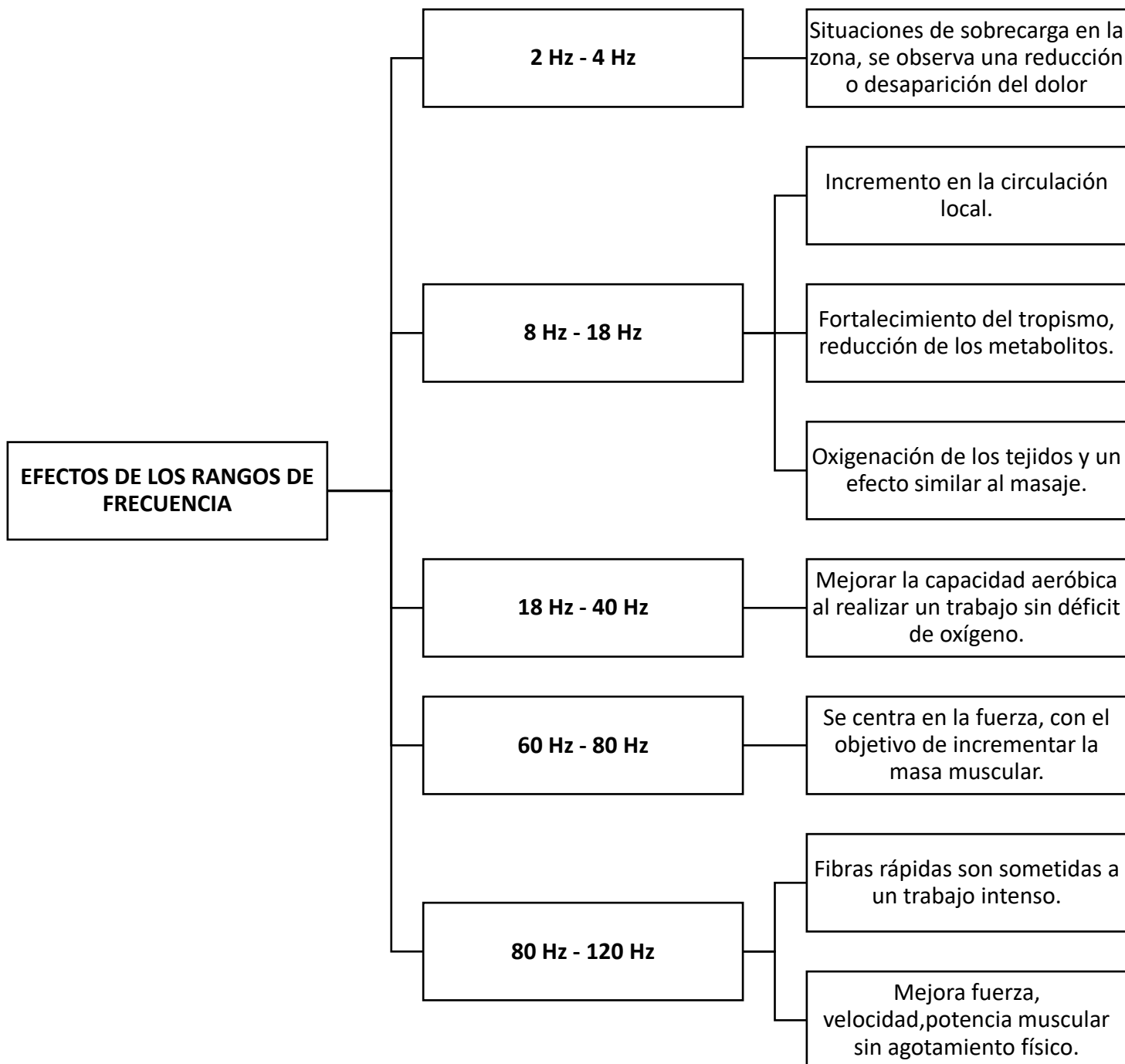
Tipos de corrientes

Hay varios tipos de corrientes de excitación motora, pero las que se han mostrado más efectivas para el entrenamiento de la fuerza muscular son las corrientes de baja frecuencia con ondas cuadradas bifásicas y simétricas, más conocidas en el mercado como EMS (26).

Se dice que esta corriente es la más pronunciada porque permite una mayor tolerancia y optimiza el rendimiento, ya que se pueden reclutar más fibras musculares en tiempos bajos y con intensidades bajas y, por lo tanto, se pueden lograr mejores resultados (26).

Intensidad

Se define como la cantidad de energía requerida para generar una tensión específica en la membrana muscular, lo que resulta en la conexión de las fibras nerviosas y la consiguiente contracción muscular. Esta energía se mide comúnmente en milivoltios (mV) o miliamperios (mA). La intensidad, que se refiere a la altura que deben alcanzar las ondas de impulso eléctrico, variará dependiendo de la resistencia del tejido a la electricidad (27).



Se debe seleccionar la intensidad y la duración mínima del pulso necesaria para estimular las fibras nerviosas, y se debe determinar un período de descanso correspondiente a la duración del pulso. La intensidad vendrá determinada por la sensibilidad de cada paciente, por lo que la contracción muscular debe lograrse siempre sin dolor (27).

Tabla 2: Efectos de los rangos de frecuencia. Elaboración propia. (27-28)

Formas de aplicación

Como se mencionó anteriormente, la EENM se usa para excitar los impulsos nerviosos en el tejido muscular o nervioso. Se cree que para fines terapéuticos de lesiones completas o parciales, la aplicación correcta es directamente sobre el músculo lesionado, mientras que para fines funcionales y motores se recomienda la aplicación indirecta sobre las fibras nerviosas (28).

Hay dos métodos diferentes para implementar el tratamiento; uno estático y otro dinámico. El método estático requiere que los pacientes mantengan sus posiciones durante todo el tratamiento. Alternativamente, el método dinámico requiere que las articulaciones se muevan mientras están contraídos por una corriente eléctrica. Cada uno de estos métodos informa el objetivo que debe completarse durante el tratamiento. Además, esto determina qué métodos de aplicación son necesarios (28).

Para mejorar los resultados funcionales, los autores consultados recomiendan utilizar electroestimulación mixta en la colocación de electrodos. Aconsejan encontrar el nervio que controla el grupo muscular y colocar uno o dos electrodos cercanos en posición longitudinal o transversal. Deben colocarse electrodos adicionales a lo largo de los puntos motores de los músculos (29-30).

Dependiendo de los objetivos terapéuticos o deportivos que persigamos, tendremos que programar entrenamientos con electroestimulación de diferentes parámetros. Por otro lado, se recomienda dedicar unas tres horas a la semana con un descanso de 24-48 horas entre sesiones, para no provocar mialgias post-ejercicio o incluso necrosis tisular o sensibilidad al dolor a largo plazo (en condiciones de fuerte estimulación eléctrica) (29-30).

Además, muchos estudios han recomendado el uso de la EENM como ayuda del entrenamiento de los músculos voluntarios, en lugar de como una forma aislada o alternativa de entrenamiento, ya que esto da como respuesta resultados más satisfactorios para los atletas o pacientes. Por lo tanto, los objetivos propuestos pueden mejorar significativamente mediante la aplicación de EENM combinada con ejercicios isométricos, concéntricos o pliométricos (29-30).

Se debe señalar que no se recomienda su uso junto con el entrenamiento excéntrico, y si lo practican se debe realizar con mucho cuidado, ya que con este método de entrenamiento, de mano de la EENM, las fibras musculares se ven fuertemente afectadas, lo que aumenta el riesgo de lesiones (29-30).

RESULTADOS

EFFECTOS DE LA ELECTROESTIMULACIÓN NEUROMUSCULAR

Autor, revista, año	País	Tipo de estudio	Sujetos y origen	Resultados	Conclusiones
2. Barrero-Santiago, L., Santiago-Pescador, S., Santos-Lozano, A., & Justo-Cousiño, L. A. Ejercicio activo en la fase aguda posquirúrgica de una reconstrucción del ligamento cruzado anterior: revisión sistemática.	España	Revisión sistemática	De acuerdo con las especificaciones de los estudios, el número de sujetos en las muestras examinadas varía entre 20 y 103, sumando un	La combinación de actividad física con EENM aumenta la potencia muscular y reduce el dolor, mientras que las actividades realizadas en agua disminuyen la sensación de dolor.	Los ejercicios activos han demostrado ser más efectivos en ciertas áreas: el fortalecimiento temprano del cuádriceps para aumentar el rango de movimiento (ROM) y reducir los síntomas; la

<p>Sportis. Scientific Journal of School Sport, Physical Education and Psychomotricity [Internet] (2020). 6(3), 555-583.</p>			<p>total de 329 sujetos.</p>		<p>combinación de actividad física con electroestimulación para mejorar la fuerza y aliviar el dolor; y los ejercicios acuáticos para minimizar la sensación de dolor.</p>
<p>5. Lepley LK, Wojtys EM, Palmieri-Smith RM. Combination of eccentric exercise and neuromuscular electrical stimulation to improve quadriceps function post-ACL reconstruction. Knee. 2015 Jun; 22(3):270-7.</p>	<p>Países Bajos</p>	<p>Estudio longitudinal paralelo.</p>	<p>Después de sufrir una lesión, se asignó a treinta y seis individuos a cuatro diferentes grupos de tratamiento.</p>	<p>Aunque muchos estudios han encontrado que la EENM tiene un efecto positivo en la activación del cuádriceps, hay algunos similares al nuestro que demuestran que la EENM no proporciona ningún beneficio adicional a la función del cuádriceps por encima del ejercicio tradicional.</p>	<p>La EENM puede no ser capaz de mejorar la función del cuádriceps debido a su insuficiencia para producir contracciones musculares fuertes, lo cual puede ser causado por las restricciones del dispositivo y el dolor después de la cirugía.</p>
<p>7. Lepley LK, Wojtys EM, Palmieri-Smith RM. Combination of eccentric exercise and neuromuscular</p>	<p>Países Bajos</p>	<p>Estudio longitudinal paralelo.</p>	<p>Después de sufrir una lesión, se asignó a treinta y seis individuos a cuatro diferentes</p>	<p>Las personas que recibieron la intervención combinada (EENM y ECC) lograron producir movimientos de rodilla similares a los de su extremidad sana. Por otro lado, aquellos a los que se</p>	<p>Se observó que una intervención conjunta de estimulación eléctrica neuromuscular (EENM) y ejercicios</p>

<p>electrical stimulation to improve biomechanical limb symmetry after anterior cruciate ligament reconstruction. Clin Biomech (Bristol, Avon). 2015 Aug; 30(7):738-47.</p>			<p>grupos de tratamiento.</p>	<p>administraron el tratamiento estándar, solo EENM o solo ejercicios excéntricos, mostraron una simetría de extremidad notablemente reducida.</p>	<p>excéntricos, los cuales restauraban la simetría biomecánica de las piernas, una característica más cercana a la de individuos sanos, después de la reconstrucción del ligamento cruzado anterior (LCA) en el periodo en que los pacientes volvieron a participar.</p>
<p>8. Toth MJ, Tourville TW, Voigt TB, Choquette RH, Anair BM, Falcone MJ, Failla MJ, Stevens-Laplaey JE, Endres NK, Slauterbeck JR, Beynnon BD. Utility of Neuromuscular Electrical Stimulation to</p>	<p>Estados Unidos</p>	<p>Ensayo ciego, prospectivo, aleatorizado y controlado de forma simulada</p>	<p>Un conjunto de 25 pacientes, integrado por 12 varones y 13 féminas, que sufrieron una ruptura aguda del LCA por vez primera, fueron distribuidos de manera aleatoria a</p>	<p>La EENM ejerció un impacto beneficioso en la degeneración de las fibras musculares. Este impacto se consiguió gracias a la intervención de la EENM en las fibras MHC II de contracción rápida, lo que posibilitó mantener la capacidad de contracción en las fibras MHC I de contracción lenta. Adicionalmente, la EENM incrementó la máxima velocidad de contracción y conservó la generación de</p>	<p>La aplicación anticipada de EENM disminuye la degeneración de las fibras MHC II del músculo esquelético y mantiene la capacidad de contracción en las fibras MHC I. Esta información esencial a nivel celular evidencia la eficacia de la utilización precoz</p>

<p>Preserve Quadriceps Muscle Fiber Size and Contractility After Anterior Cruciate Ligament Injuries and Reconstruction: A Randomized, Sham-Controlled, Blinded Trial. Am J Sports Med. 2020 Aug;48(10):2429-2437</p>			<p>dos modalidades de tratamiento distintas. El primer conjunto fue sometido a tratamientos EENM durante 5 días a la semana, en tanto que el segundo conjunto fue sometido a tratamientos ficticios de estimulación neuronal microeléctrica durante el mismo lapso de tiempo.</p>	<p>fuerza. No obstante, no se detectó un efecto parecido en las fibras MHC II.</p>	<p>de EENM para alterar positivamente las adaptaciones desfavorables del músculo esquelético después de una cirugía de LCA.</p>
<p>23. Hauger, A.V., Reiman, M.P., Bjordal, J.M. et al. Neuromuscular electrical</p>	<p>Luxemburgo</p>	<p>Revisión bibliográfica</p>	<p>11 artículos</p>	<p>Los resultados de seis de estos se reunieron en el metanálisis que evidencia un impacto estadísticamente relevante a corto plazo de la EENM</p>	<p>La EENM, en combinación con la fisioterapia convencional, parece incrementar de manera notable</p>

<p>stimulation is effective in strengthening the quadriceps muscle after anterior cruciate ligament surgery. <i>Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.</i> 2018. 26, 399–410.</p>				<p>(4-12 semanas) tras la cirugía en contraste con la fisioterapia convencional [DME = 0,73 (IC del 95%: 0,29; 1,16)]. La función física también se incrementó de manera significativa en los grupos NMES. Las calificaciones de PEDro fluctuaron entre 3/10 y 7/10 puntos.</p>	<p>la potencia del cuádriceps y la función física en el período inicial postoperatorio en contraposición a la fisioterapia convencional por sí sola.</p>
<p>24. Glatcke, K. E., Tummala, S. V., & Chhabra, A. Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Recovery and Rehabilitation: A Systematic Review. <i>The Journal of Bone and Joint Surgery:</i> April 20, 2022</p>	<p>Estados Unidos</p>	<p>Revisión Bibliográfica</p>	<p>Se realizaron evaluaciones a cincuenta investigaciones de nivel I o II que satisfacían los requisitos de inclusión, utilizando los estándares de CONSORT y las herramientas de los Institutos Nacionales</p>	<p>El uso de la estimulación eléctrica neuromuscular es efectivo tanto de manera autónoma como cuando se combina con prácticas de rehabilitación.</p>	<p>Es necesario realizar más ensayos y mejorar el diseño de los estudios para confirmar aún más las modalidades, entre las que se incluyen la rehabilitación acelerada, el entrenamiento BFR, las evaluaciones funcionales, la EENM y los criterios para volver a la</p>

			de Salud (NIH) para la evaluación de la calidad de los estudios.		actividad deportiva.
--	--	--	--	--	----------------------

DISCUSIÓN

La electroestimulación neuromuscular (EENM) ha sido ampliamente investigada para entender su impacto en la recuperación muscular, particularmente en casos de lesiones, como en el postoperatorio del ligamento cruzado anterior (LCA). A continuación, se presentan de forma detallada los descubrimientos más significativos de varios estudios, analizando las tendencias en desarrollo en este ámbito.

En el trabajo de Barrero-Santiago et al. (2), llevado a cabo en España, se enfatiza que la mezcla de actividad física con EENM es provechosa durante la etapa aguda después de la cirugía de reconstrucción del LCA. Se observó un aumento en la potencia muscular y una disminución del dolor, resaltando métodos particulares, como el fortalecimiento de los cuádriceps y la combinación de ejercicio activo con electroestimulación. Además, se destaca la efectividad del trabajo en el entorno acuático para reducir la sensación del dolor.

En la primera parte del estudio de Lepley et al. (5) en los Países Bajos, se subraya que la combinación de ejercicio físico con EENM es beneficiosa en la fase aguda postoperatoria de la cirugía de reconstrucción del LCA. Se notó un incremento en la fuerza muscular y una reducción del dolor, destacando técnicas específicas como el fortalecimiento de los

cuádriceps y la combinación de actividad física con electroestimulación. Asimismo, se resalta la eficacia del trabajo realizado en el entorno.

En la progresión de este estudio realizado por Lepley et al. (7), se detectó que la mezcla de EENM y actividad física excéntrica reestablecía el equilibrio biomecánico de las extremidades, después de la reconstrucción del LCA, acercándose más al estado de individuos sanos.

El ensayo clínico ciego y aleatorizado de Toth et al. (8) en Estados Unidos determinó que la EENM disminuía la degeneración de las fibras musculares y mantenía la capacidad de contracción tras lesiones en el LCA. Este beneficio se notó particularmente en algunos tipos de fibras musculares, destacando el valor temprano de la EENM en la mejora positiva de las adaptaciones musculares después de la cirugía.

La revisión bibliográfica realizada por Hauger et al. (23) en Luxemburgo resaltó que la EENM, al ser combinada con la fisioterapia convencional, incrementa de manera notable la potencia del cuádriceps y la capacidad física en la etapa temprana después de la cirugía, en comparación con solo la fisioterapia convencional.

Finalmente, la revisión realizada por Glatke et al. (24), que se basa en investigaciones de Estados Unidos, propone que la estimulación eléctrica neuromuscular puede ser beneficiosa tanto de manera individual como cuando se une a ejercicios de rehabilitación. Sin embargo, se resalta la importancia de efectuar más experimentos y de aplicar un diseño de investigación más fuerte para confirmar aún más estas técnicas.

En resumen, estas investigaciones enfatizan la diversidad en los resultados de la EENM, resaltando la relevancia de tener en cuenta elementos como el tipo de ejercicio, el tiempo de aplicación y las características personales del paciente. Mientras que algunos estudios

indican ventajas considerables, otros apuntan a restricciones, subrayando la necesidad de considerar diferentes métodos de tratamiento en la rehabilitación de lesiones como la ruptura del LCA.

CONCLUSIONES

La electroestimulación neuromuscular en el postoperatorio de ligamento cruzado anterior (LCA) en deportistas se ha destacado como un enfoque potencialmente útil para potenciar la recuperación y la función muscular. La cirugía en el LCA es frecuente en deportistas y, a pesar de que es crucial para la estabilidad de la rodilla, el proceso de rehabilitación puede ser extenso y complicado.

La electroestimulación neuromuscular implica el uso de corrientes eléctricas para activar los músculos, mejorando la fuerza y la función muscular. En el contexto postoperatorio del LCA, esta técnica puede ayudar a prevenir la atrofia muscular, acelerar la recuperación de la fuerza y mejorar la estabilidad articular. Además, la electroestimulación puede reducir el dolor y facilitar la activación muscular, contribuyendo a una rehabilitación más efectiva.

Es importante subrayar que la eficacia de la electroestimulación neuromuscular puede fluctuar dependiendo de la singularidad de cada paciente y de ciertos aspectos particulares del tratamiento. A pesar de que existen pruebas que avalan su beneficio en algunas situaciones, es necesario realizar más estudios para entender plenamente su efecto en la recuperación postquirúrgica del LCA en atletas.

En términos generales, la inclusión de la electroestimulación neuromuscular en el programa de rehabilitación postquirúrgica del LCA parece prometedora y amerita un análisis detallado en investigaciones clínicas futuras.

BIBLIOGRAFÍA

1. Guerrero J.A., Espregueira J., Retorno al deporte tras la reconstrucción del ligamento cruzado anterior. *Revista española de Artroscopia y Cirugía Articular*. Septiembre 2020. 27(3). 69
2. Barrero-Santiago, L., Santiago-Pescador, S., Santos-Lozano, A., & Justo-Cousiño, L. A. Ejercicio activo en la fase aguda posquirúrgica de una reconstrucción del ligamento cruzado anterior: revisión sistemática. *Sportis. Scientific Journal of School Sport, Physical Education and Psychomotricity [Internet]* (2020). 6(3), 555-583.
3. Garín Zertuche DE, Reyes Padilla E, Penagos Paniagua A. Lesión del ligamento cruzado anterior. Opciones actuales de tratamiento en el deportista. *Orthotips [Internet]*.2017
4. Lluna Llorens,AD, Sánchez Sabater,B, Medrano Morte,I, García García,EM, Sánchez López,S, Abellán Guillén,JF. Rotura del ligamento cruzado anterior en la mujer deportista: factores de riesgo y programas de prevención. *Arch Med Deporte[internet]* 2017
5. Lepley LK, Wojtys EM, Palmieri-Smith RM. Combination of eccentric exercise and neuromuscular electrical stimulation to improve quadriceps function post-ACL reconstruction. *Knee*. 2015 Jun; 22(3):270-7.
6. Kostyun RO, Burland JP, Kostyun KJ, Milewski MD, Nissen CW. Male and Female Adolescent Athletes' Readiness to Return to Sport After Anterior Cruciate Ligament Injury and Reconstruction. *Clin J Sport Med*. 2019 Nov 14.
7. Lepley LK, Wojtys EM, Palmieri-Smith RM. Combination of eccentric exercise and neuromuscular electrical stimulation to improve biomechanical limb symmetry after anterior cruciate ligament reconstruction. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2015 Aug; 30(7):738-47.

8. Toth MJ, Tourville TW, Voigt TB, Choquette RH, Anair BM, Falcone MJ, Failla MJ, Stevens-Lapslaey JE, Endres NK, Slauterbeck JR, Beynnon BD. Utility of Neuromuscular Electrical Stimulation to Preserve Quadriceps Muscle Fiber Size and Contractility After Anterior Cruciate Ligament Injuries and Reconstruction: A Randomized, Sham-Controlled, Blinded Trial. *Am J Sports Med.* 2020 Aug;48(10):2429-2437
9. Raad M, Thevenin Lemoine C, Bérard E, Laumonerie P, Sales de Gauzy J, Accadbled F. Delayed reconstruction and high BMI z score increase the risk of meniscal tear in paediatric and adolescent anterior cruciate ligament injury. *Knee Surg Sport Traumatol Arthrosc.* 2019; 27(3):905-11.
10. Nordenvall R, Marcano AI, Adami J, Palme M, Mattila VM, Bahmanyar S, et al. The Effect of Socioeconomic Status on the Choice of Treatment for Patients with Cruciate Ligament Injuries in the Knee. *Am J Sports Med.* 2017; 45(3):535-40.
11. Kim, S.H., Han, S.J., Park, YB. et al. A systematic review comparing the results of early vs delayed ligament surgeries in single anterior cruciate ligament and multiligament knee injuries. *Knee Surg & Relat Res* 33, 1 (2021).
12. Fleming, J.D., Ritzmann, R. & Centner, C. Effect of an Anterior Cruciate Ligament Rupture on Knee Proprioception Within 2 Years After Conservative and Operative Treatment: A Systematic Review with Meta-Analysis. *Sports Med* 52, 1091–1102 (2022).
13. Bayer, Steve BA et al. Knee Morphological Risk Factors for Anterior Cruciate Ligament Injury: A Systematic Review. *The Journal of Bone and Joint Surgery: April* 15, 2020.
14. Richmond, John C. MD. Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Sports Medicine and Arthroscopy Review: Decembre* 2018

15. Carulli C, Matassi F, Soderi S, Sirleo L, Munz G, Innocenti M. Resorbable screw and sheath versus resorbable interference screw and staples for ACL reconstruction: a comparison of two tibial fixation methods. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2017; 25 (04) 1264-1271
16. Vascellari A, Grassi A, Combi A, Tomaello L, Canata GL, Zaffagnini S. ; SIGASCOT Sports Committee. Web-based survey results: surgeon practice patterns in Italy regarding anterior cruciate ligament reconstruction and rehabilitation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2017; 25 (08) 2520-2527
17. Ardern CL, Ekås G, Grindem H, Moksnes H, Anderson A, Chotel F, et al. 2018 International Olympic Committee consensus statement on prevention, diagnosis and management of pediatric anterior cruciate ligament (ACL) injuries. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2018;26(4):989-1010.
18. Benassi AB, Guerreiro JPF, de Oliveira Queiroz A, Gasparelli RG, Danieli MV. Anterior and posterior cruciate ligament agenesis. *J Surg Case Reports*. 2018;2018(8):1-4.
19. Wang J, Wu H, Dong F, Li B, Wei Z, Peng Q, et al. The role of ultrasonography in the diagnosis of anterior cruciate ligament injury: A systematic review and meta-analysis. *Eur J Sport Sci*. 2018;18(4):579-86.
20. Huang YL, Jung J, Mulligan CMS, Oh J, Norcross MF. A Majority of Anterior Cruciate Ligament Injuries Can Be Prevented by Injury Prevention Programs: A Systematic Review of Randomized Controlled Trials and Cluster-Randomized Controlled Trials With Meta-analysis. *Am J Sports Med*. 2019:1-10.
21. J.D. Hassebrock, M.T. Gulbrandsen, W.L. Asprey, J.L. Makovicka, A. Chhabra. Knee ligament anatomy and biomechanics. *Sports Med Arthrosc Rev*, 28 (2020), pp. 80-86


22. össler R, Faude O, Bizzini M, Junge A, Dvořák J; Centro de Evaluación e Investigación Médica de la FIFA (F-MARC). Manual «FIFA 11+ para niños». Programa de calentamiento para la prevención de lesiones en el fútbol infantil. Fédération Internationale de Football Association (FIFA); 2016. Disponible en: https://www.fifamedicalnetwork.com/wp-content/uploads/2019/10/fifa_S.pdf.
23. Hauger, A.V., Reiman, M.P., Bjordal, J.M. et al. Neuromuscular electrical stimulation is effective in strengthening the quadriceps muscle after anterior cruciate ligament surgery. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2018. 26, 399–410.
24. Glatke, K. E., Tummala, S. V., & Chhabra, A. Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Recovery and Rehabilitation: A Systematic Review. *The Journal of Bone and Joint Surgery:* April 20, 2022
25. S. Beischer, L. Gustavsson, E.H. Senorski, et al. Young athletes who return to sport before 9 months after anterior cruciate ligament reconstruction have a rate of new injury 7 times that of those who delay return. *J Orthop Sports Phys Ther*, 50 (2020), pp. 83-90
26. Cody R. et al. Rupture, reconstruction, and rehabilitation: A multi-disciplinary review of mechanisms for central nervous system adaptations following anterior cruciate ligament injury. [Internet] 2021.
27. Maffiuletti, N. A., Gondin, J., Place, N., Stevens-Lapsley, J., Vivodtzev, I., & Minetto, M. A. Clinical Use of Neuromuscular Electrical Stimulation for Neuromuscular Rehabilitation: What Are We Overlooking?. *Archives of physical medicine and rehabilitation.* 2018. 99(4), 806–812.
28. Badawy, C. R., Jan, K., Beck, E. C., Fleet, N., Taylor, J., Ford, K., & Waterman, B. R. Contemporary Principles for Postoperative Rehabilitation and Return to Sport for

- Athletes Undergoing Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Arthroscopy, sports medicine, and rehabilitation*. 2022. 4(1), e103–e113.
29. Conley CEW, Mattacola CG, Jochimsen KN, Dressler EV, Lattermann C, Howard JS. A Comparison of Neuromuscular Electrical Stimulation Parameters for Postoperative Quadriceps Strength in Patients After Knee Surgery: A Systematic Review. *Sports Health*. 2021;13(2):116-127.
30. Labanca, L., Rocchi, J. E., Laudani, L., Guitaldi, R., Virgulti, A., Mariani, P. P., & Macaluso, A. Neuromuscular Electrical Stimulation Superimposed on Movement Early after ACL Surgery. *Medicine and science in sports and exercise*. 2018. 50(3), 407–416.

**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL
REPOSITORIO INSTITUCIONAL**

Víctor Manuel Chuqui Orellana portador de la cédula de ciudadanía N° **0105066971**. En calidad de autor/a y titular de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación **“Electroestimulación neuromuscular en el postoperatorio de ligamento cruzado anterior en deportistas”** de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconozco a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos y no comerciales. Autorizo además a la Universidad Católica de Cuenca, para que realice la publicación de éste trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 04 de marzo de 2024

F: 

Víctor Manuel Chuqui Orellana
C.I. 0105066971