

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

FACULTAD DE MEDICINA

TRABAJO FIN DE GRADO

GRADO EN FISIOTERAPIA



**LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR: UNA REVISIÓN
SISTEMÁTICA DEL TRATAMIENTO FISIOTERAPÉUTICO**

AUTOR: ASENSIO ASENSIO, CRISTIAN.

Nº Expediente: 2358.

TUTOR: ANDRÉS ORTEGA, JUAN CARLOS.

Curso académico 2020-2021.

Convocatoria de JUNIO 2021.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. RESUMEN.....	1
2. INTRODUCCIÓN.....	3
3. OBJETIVOS.....	5
4. MATERIAL Y MÉTODOS.....	6
A. DISEÑO DEL ESTUDIO.....	6
B. ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA.....	6
C. CRITERIOS DE INCLUSIÓN.....	6
D. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN.....	7
5. RESULTADOS.....	8
A. BLOOD FLOW RESTRICTION TRAINING (BFRT).....	8
B. NMES.....	8
C. EDUCACIÓN CRUZADA.....	8
D. PERTURBACIÓN.....	9
E. VIBRACIÓN.....	9
F. EXCÉNTRICO VS CONCÉNTRICO.....	9
G. ENTRENAMIENTO NEUROMUSCULAR.....	9
H. TENS.....	9
I. REALIDAD VIRTUAL.....	10
6. DISCUSIÓN.....	11
A. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	11
B. RELACIÓN CON OTRAS PUBLICACIONES.....	15
C. IMPLICACIONES PRÁCTICAS.....	16
D. LIMITACIONES DEL TRABAJO Y SUGERENCIAS PARA INVESTIGACIONES FUTURAS.....	16
7. CONCLUSIONES.....	18
8. ANEXO.....	19
A. ABREVIACIONES.....	19
B. FIGURAS.....	20
C. TABLAS.....	30
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43

1. RESUMEN.

Introducción y objetivos: Las lesiones del Ligamento Cruzado Anterior (LCA) son las más frecuentes en la articulación de la rodilla, afectando mayormente a futbolistas, jugadores de balonmano, baloncesto o esquiadores de entre 15 y 40 años, especialmente en mujeres, por tanto, tiene una afectación primaria a la funcionalidad y, consecuentemente, a la calidad de vida. El objetivo principal de la revisión es examinar los protocolos fisioterápicos que mejoren la recuperación del rango de movimiento (ROM), fuerza muscular, equilibrio y funcionalidad en estos pacientes, especificando los parámetros exactos, si es posible, como objetivo secundario.

Material y métodos: Se realizó una revisión sistemática con las palabras claves y sus sinónimos a través de Cochrane, Embase, PEDro, Pubmed, Science Direct, Scopus y Web of Science, publicados desde 2016 hasta febrero de 2021, cumpliendo con los criterios de inclusión/exclusión.

Resultados: Veintiséis estudios se incluyeron, quince de los cuales eran ensayos clínicos aleatorizados. Las técnicas analizadas en los artículos fueron Blood Flow Restriction Training (BFRT) (n=4), estimulación eléctrica neuromuscular (n=4), educación cruzada (n=2), perturbación (n=3), vibración (n=2), ejercicios excéntrico (n=2), entrenamiento neuromuscular (n=1), estimulación nerviosa transcutánea (n=1) y realidad virtual (n=1).

Conclusión: A pesar de no tener una evidencia clara en cuanto a la duración en el tiempo de los beneficios, estas técnicas complementarias podrían conseguir la recuperación de algunas de las variables según esta revisión.

ABSTRACT:

Background and objectives: The Anterior Cruciate Ligament (ACL) Injuries are frequently on the knee joint, involving for most players of football, handball, basketball or sky between the ages of 15 and 40 years, especially in women so It has a primarily affect to the functionality, and consequently to the quality of life. The principal objective of this review is to examine the physiotherapy's protocols which improve patients range of movement, strength, balance and functionality, specifying the exact parameters as a second objective if it's possible.

Material and Methods: A systematic review was done with the keywords and their synonyms in Cochrane, Embase, PEDro, Pubmed, Science Direct, Scopus and Web of Science, published between 2016 and February 2021, which met the inclusion/exclusion criteria.

Results: Twenty-six studies were included, fifteen of whom are randomized controlled trial. The techniques analysed in the articles were Blood Flow Restriction Training (BFRT) (n=4), Neuromuscular Electrical Stimulation (NMES) (n=4), Cross-Education (n=2), Perturbation Training (n=3), vibration (n=2), eccentric exercise (n=2), neuromuscular training (n=1) Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (n=1) and virtual rehabilitation (n=1).

Conclusions: Despite not having a clear evidence as for the duration in time of the benefits, the supplementary techniques could achieve the recovery of some criteria according to this review.

Keywords/palabras clave: "Anterior Cruciate Ligament Injuries", "physical therapy modalities", "range of movement", "muscle strength" y "recovery of function".

2. INTRODUCCIÓN.

El Ligamento Cruzado Anterior (LCA) o Ligamento Cruzado Antero-Externo (LCAE) es un ligamento propio de la articulación de la rodilla, en su porción central, desde la parte antero-interna de la espina de la tibia hasta la zona posterior del cóndilo femoral externo, con forma oblicua arriba, atrás y hacia fuera. A su vez, el LCA, está formado por los haces antero-interno, intermedio y posteroexterno (1), todos ellos con una gran cantidad de mecanorreceptores, generando no sólo una lesión osteomuscular, sino también una implicación mayor a nivel neurofisiológico (2).

Biomecánicamente, dicho ligamento se encarga de evitar el desplazamiento anterior de la tibia respecto del fémur, tensándose especialmente en los movimientos de rotación interna de rodilla (cuando hay flexión de 90°, que es cuando aparece los movimientos rotatorios) y de extensión, evitando la hiperextensión. Sin embargo, a pesar de que durante la flexión deja de estar tenso, parte de sus fibras se mantienen con cierta tensión, junto con el Ligamento Cruzado Posterior (LCP) (1).

Epidemiológicamente, la lesión del LCA es de las lesiones más frecuentes de la rodilla, ocurriendo por un mecanismo directo, o indirecto, sin contacto, siendo el último el más habitual como consecuencia de movimientos en hiperextensión de la rodilla, pivotajes, aterrizajes o acciones de frenado (3) en deportistas de entre 15 y 40 años, suponiendo en torno a un 3% de deportistas amateurs y hasta un 15% en deportistas profesionales, habiendo mayor riesgo de lesión en mujeres que en hombres (entre 2 y 8 veces mayor) (2). Estas acciones son parte de aquellos deportes que más incidencia presentan, como el fútbol, baloncesto, balonmano o el sky (4).

Derivado de esta situación, los tratamientos más comunes son el tratamiento quirúrgico, llamado tratamiento “Gold standard” (5), o el tratamiento conservador, cuyos resultados parecen similares (6). No obstante, se estima que en Estados Unidos (EEUU), se producen casi 200.000 operaciones de LCA al año (7), cuya finalidad es el retorno deportivo (3).

En contraposición, diversos autores han intentado aclarar el porcentaje de pacientes que retornan al nivel competitivo previo, variando entre el 44% (3), 55% (6) y hasta el 65% (a los 2 años) (2) de los

pacientes, menor que los pacientes que retornan, al menos, al estado previo de la lesión (65%), pudiendo deberse no solo a aspectos físicos, sino también psicológicos (3, 8).

Puesto que no solo se afecta la fuerza muscular, sino también el sistema nervioso y la excitabilidad cortical y la excitabilidad espinal (que disminuyen y aumentan, respectivamente) (9), las diferentes estructuras que rodean la articulación de la rodilla tienen un papel muy importante en posibles complicaciones, pues, se ha podido comprobar que alteraciones a nivel neuronal, pueden afectar de forma indirecta a la pierna contralateral (10).

Una complicación podría ser las recaídas, donde, según van Melick et al. (2) casi el 22% de los atletas se vuelven a romper el LCA reconstruido, mientras que entre un 3% y un 24% de pacientes intervenidos de LCA se rompen el LCA de la extremidad contralateral durante los 5 primeros años de la lesión.

La presencia de artrosis sería otra complicación cuya prevalencia es de 42% en la articulación femorotibial y 21% en la articulación femororrotuliana, presentándose sintomáticamente sólo en el 25% y el 14% de los sujetos, respectivamente (11).

Por último, la artrofibrosis también podría interferir en el proceso de recuperación, con una prevalencia entre un 2 y un 35% tras la reconstrucción del LCA (12).

Por tanto, la reconstrucción del LCA genera atrofia muscular y una consecuente pérdida de fuerza, acompañado de una inhibición artrogénica (13). Esta debilidad induce afectaciones físicas, funcionales y en la calidad de vida de los pacientes, especialmente en los primeros meses de tratamiento, pudiendo mantenerse en los siguientes años. Es por eso que el principal objetivo de la rehabilitación es retornar, al menos, al paciente al estado previo de la lesión.

Como consecuencia de las necesidades de poder determinar aquellas actuaciones más beneficiosas tras la lesión del LCA y su reconstrucción, se ha recopilado la evidencia más reciente sobre el tratamiento fisioterapéutico enfocados en la mejora del ROM, la fuerza muscular, el equilibrio y consecuentemente, la funcionalidad, con la finalidad de poder llevarlas a la práctica.

3. OBJETIVOS.

El objetivo primario de esta revisión es determinar aquellos tratamientos de fisioterapia que favorezcan a la recuperación del ROM, fuerza muscular, equilibrio y finalmente la funcionalidad en pacientes tras lesión y reconstrucción del LCA de la rodilla.

Así mismo, los objetivos secundarios será determinar los protocolos y/o parámetros para la aplicación de cada tratamiento en caso de su existencia.



4. MATERIAL Y MÉTODOS.

A. DISEÑO DEL ESTUDIO.

Para la realización de esta revisión sistemática se han seguido las recomendaciones del método PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) (14) (**FIGURA 1**). Adicionalmente, esta revisión ha recibido la aprobación de la Oficina de Investigación Responsable de la Universidad Miguel Hernández de Elche, cuyo COIR es: **TFG.GFLJCAO.CAA.210111**.

B. ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA.

La búsqueda de artículos fue realizada por un único autor en las bases de datos de Cochrane Library, Embase, PEDro (Physiotherapy Evidence Database), Pubmed, Science Direct, Scopus y Web of Science (WoS) en el mes de febrero de 2021, utilizando las siguientes palabras claves: “Anterior Cruciate Ligament” o “Anterior Cruciate Ligament Injuries”, “physical therapy modalities”, “range of movement”, “muscle strength” y “recovery of function”, siendo estos los descriptores MESH en Pubmed y añadiéndose sinónimos como “ACL”, “physiotherapy”, “functionality”, “Range of movement” o “ROM” para que la búsqueda abarcara el mayor número posible de artículos.

Para una búsqueda más completa, se realizaron distintas combinaciones entre las palabras claves y sus sinónimos mediante el uso del operador booleano OR. Específicamente en Pubmed, se combinó los descriptor con “Title/Abstract”. Así mismo, se han podido tener en cuenta artículos que aparecieran como artículos similares en la base de datos de Pubmed.

A continuación, los resultados se unían mediante el operador booleano AND con el resto de las búsquedas de las palabras claves y sus sinónimos. La estrategia de búsqueda viene determinada por la **FIGURA 2**.

C. CRITERIOS DE INCLUSIÓN.

Para la selección de los artículos se tuvo en cuenta una serie de conceptos para su inclusión. En primer lugar, en los estudios debía aplicarse un tratamiento fisioterapéutico sobre pacientes humanos, independientemente de sexo o edad. En segundo lugar, el tipo de artículos incluidos

debían ser metaanálisis, revisión sistemática, revisión o ensayo clínico aleatorizado (ECA). Por último, respecto al periodo comprendido, se abarcó los últimos 5 años (2016-2021).

D. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN.

En cambio, para la exclusión de artículos, se eliminaron aquellos que, tras la lectura del título y/o resumen, no hablaran sobre tratamiento fisioterapéutico o hablaran de los resultados sin determinar el tratamiento fisioterapéutico, cuando en la muestra de estos estudios hubiera pacientes únicamente pediátricos y/o de razas concretas, pacientes sanos o con lesiones asociadas que pudiesen tener efecto sobre la recuperación (lesiones de menisco, cartílago, fémur, tibia, rótula o ligamentos) y/o no contemplara la medición de las variables de las que posteriormente se hacían referencia, o bien, no estaban claramente explicadas. En último lugar, también se tuvo en cuenta el idioma, excluyendo así aquellos artículos que no estuviesen en inglés o español.



5. RESULTADOS.

Siguiendo el diagrama de flujo PRISMA (**FIGURA 1**), se seleccionó un total de 26 artículos, siendo 15 ECA's y 11 revisiones sistemáticas o metaanálisis, con una calidad metodológica determinada como buena (10 de los 15 estudios) y regular (5 de los 15 estudios) mediante la escala PEDro (15) (**TABLA 1**), cuyas técnicas son las siguientes:

A. BLOOD FLOW RESTRICTION TRAINING (BFRT).

Se encontraron 3 estudios, siendo 2 ECA's (13, 16) y 1 estudio clínico casi aleatorizado (17).

Por un lado, Hugues et al. (13) y Zargi et al. (17) comparan el uso del BFRT junto con un programa de rehabilitación frente a la misma rehabilitación con un entrenamiento de alta resistencia y el uso de BFRT frente a una simulación de este, utilizando los mismos parámetros de intensidad para el grupo BFRT y con un resultado no significativo en cuanto a fuerza entre las diferentes variables a estudio para ambos.

Por su parte, Curran et al., (16), quienes usan el BFRT junto con ejercicios concéntricos y excéntricos, llegan a la misma conclusión que los autores anteriormente mencionados, a pesar de utilizar diferentes parámetros de intensidad.

B. NMES.

Tras la revisión se ha obtenido únicamente un ECA (18) que cumpliera con los criterios de inclusión, donde se destaca el uso de la electroestimulación neuromuscular para la mejora de la fuerza de cuádriceps e isquiotibiales mediante un programa en el cual añadía a estas corrientes el ejercicio activo por parte de los pacientes a partir del día 15 tras la cirugía, extendiéndose hasta los 60 días.

C. EDUCACIÓN CRUZADA.

En cuanto a la educación cruzada 2 estudios han sido seleccionados, con muestras similares y 24 sesiones en total, no obstante, sus resultados difieren. Mientras Zult et al., (19) no encuentra diferencias significativas entre el uso de la educación cruzada y la rehabilitación estándar frente a

la rehabilitación estándar, Harput et al., (20) sí encuentra mejoras significativas en la fuerza muscular tras un programa de educación cruzada junto con ejercicios excéntricos y concéntricos.

D. PERTURBACIÓN.

Se han encontrado 3 artículos con relación al uso de las perturbaciones en la rehabilitación de este tipo de pacientes. Los 3 comparten la misma intervención, usando un protocolo llamado SAP, compuesto por un trabajo de prevención secundaria, agilidad y fuerza frente a un trabajo de perturbación adicional a esta terapia, siendo estudiada en hombres únicamente, por Capin et al. (21) y Arundale et al. (22), introduciéndose posteriormente una muestra de mujeres atletas en el artículo de Arundale et al. (23).

E. VIBRACIÓN.

Dos ECA's han sido seleccionados para el tratamiento mediante vibración al no disponer de criterios exclusivos. Si bien es cierto, ambos protocolos son diferentes, aplicándose la vibración de forma local (24) y de forma corporal (25) y sobre pacientes con diferentes niveles de actividad, consiguen una mejora significativa en sus respectivos parámetros, tras 8 semanas de tratamiento.

F. EXCÉNTRICO VS CONCÉNTRICO.

Un estudio (26) entre los ejercicios excéntricos y concéntricos y el entrenamiento sobre-excéntrico pretendía demostrar los efectos de este último sobre la fuerza en un proceso de 3 meses.

G. ENTRENAMIENTO NEUROMUSCULAR.

Se consiguió un artículo (27) cuya temática giraba en torno al entrenamiento neuromuscular en extremidades inferiores durante el proceso de recuperación tras cirugía de LCA, siendo este un ECA, cuyo planteamiento se fue introduciendo durante todas las fases del tratamiento hasta los 9 meses, adecuándose al estado de los diferentes pacientes que componían la muestra.

H. TENS.

El artículo realizado por Forogh y colaboradores (28) ha sido el único que ha cumplido con los criterios elegidos sobre el uso del TENS para el dolor, utilizándolo durante las primeras 4 semanas

postcirugía y evaluando su acción a nivel de funcionalidad y movilidad hasta 14 semanas después respecto de un grupo control con una tratamiento general que se aplicó a todos los pacientes por igual.

I. REALIDAD VIRTUAL.

Un único artículo (29) sobre la realidad virtual y su aplicación en pacientes tras lesión y reconstrucción del LCA se ha añadido, comparándose la realidad virtual con una rehabilitación estándar de forma individual con cada paciente.



6. DISCUSIÓN.

A. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Nuestra revisión ha pretendido discernir los tratamientos fisioterápicos posibles, aquellos que cuentan con una mayor evidencia para la mejora y recuperación de ROM, fuerza muscular, equilibrio y funcionalidad (**TABLA 2**) y su aplicación sobre los pacientes en cuanto a parámetros como frecuencia, realización o duración, entre otros.

El BFRT es una técnica novedosa, cuya aplicación busca, mediante la oclusión, generar una hipoxia local y un aumento del metabolismo anabólico. Existe cierta controversia en cuanto a su aplicación, pues, mientras Curran et al. (16) usaba de intensidad un 70% y 20% de la 1RM, Zargi et al. (17) y Hugues et al. (13) usaban el 30% de la 1RM (**FIGURA 3**). Es por ello que los resultados en los tratamientos también son controvertidos, ya que, únicamente se observan mejoras significativas en IKDC, KOOS, SEBT o circimetría (**TABLA 3**) en el estudio llevado a cabo por Hughes et al. (13), contrariamente que Curran et al. (16) y Zargi et al. (17), cuyas variables a estudio no encuentran diferencias significativas.

Sin embargo, estos artículos presentan un tamaño muestral pequeño (13, 16), pocas semanas de aplicación (13, 17), franja de edad corta o presencia de compensaciones (16) y/o necesidad de variables previas controladas, como dolor o balance articular predeterminado (17).

Es por ello que algunas revisiones sistemáticas han intentado aportar un poco de clarividencia dentro de esta situación, destacando Serrano et al. (30), quienes tras su estudio determinan que el uso de BFRT podría ser beneficioso, recomendándose BFRT con baja carga (30% de la 1 RM) cuando el paciente tenga mucho dolor o no pueda tolerar la carga, mientras que, si no hay dolor, recomendarían entrenamientos de alta carga (70-80% de 1 RM) sin BFRT, o bien, baja carga (30% de 1 RM) con BFRT, con resultados similares.

Por su parte, el uso de la NMES junto con el ejercicio activo parece favorecer no solo a la ganancia de fuerza sino también a la disminución del edema postquirúrgico (**TABLA 4**), con los parámetros ofrecidos por Labanca et al. (18) (**FIGURA 4**). No obstante, este estudio puede no ser extrapolable

a toda la población como consecuencia de la aplicación únicamente en varones y una reducción de la muestra inicial.

Otras revisiones como la realizada por van Melick et al. (2) apoyan a este estudio, incidiendo en la necesidad de una simbiosis entre la electroestimulación y el ejercicio activo para mejorar la fuerza de cuádriceps hasta 2 meses después (aunque no a largo plazo), mediante los siguientes parámetros: frecuencia entre 35 y 75 Hz, duración de pulso entre 200 y 400 microsegundos, intensidad a la máxima tolerable y duty cycle de 10-15 segundos ON y 20-50 OFF.

De igual forma, Hauger et al. (6), ratifica lo presentado por los autores anteriores (2, 18) en cuanto a las mejoras en la fuerza de cuádriceps junto con un programa de rehabilitación tradicional, mientras que Volpato et al. (31) puntualiza la falta de evidencia en cuanto al uso de esta técnica y su efecto en la calidad de vida de los pacientes, puesto que en los estudios revisados no se encuentran diferencias significativas en dolor, ROM o funcionalidad a los 12 meses posteriores de la cirugía.

En cuanto a la terapia de educación cruzada propuesta por Zult et al. (19) y Harput et al. (20), ambos coinciden que no mejora el nivel de actividad de Tegner, independientemente del entrenamiento que acompañe a la educación cruzada. Zult et al. (19) muestra mejoras en el equilibrio dinámico (**TABLA 5**), mientras que Harput et al. (20) lo hace en la fuerza. Se podría concluir que la mejora de fuerza es mayor en la pierna afectada (20), añadiendo que, en caso de mejorar la fuerza, puesto que no es clara, debe realizarse más de 2 veces por semana (19) (**FIGURA 5**).

Ambos ensayos, con un total de 24 sesiones, presentan limitaciones, determinando que han podido influir la presencia de contracciones involuntarias y/o compensatorias durante el tratamiento que pudieran afectar en este, así como el tipo de contracción realizada durante el ejercicio, diferente a la evaluada mediante los test, pudiendo no apreciar el resultado real del parámetro.

Dentro de la educación cruzada se podría mencionar la imaginación motora, donde, mediante la observación de acción o movimiento se genera una activación del circuito neuronal que favorece al trabajo de la extremidad afectada, pudiendo utilizarse de forma complementaria para reducir dolor,

laxitud y estrés y una mejora del ROM según Rodríguez et al. (3). Pastora-Bernal et al. (32), puntualiza, además, la necesidad de un mayor número de estudios dado que las conclusiones son dispares, pese a la buena calidad.

En otro lugar, el entrenamiento con perturbación parece no generar mejoras significativas en ninguna de las variables estudiadas (21, 22) (**TABLA 6**). Si bien es cierto, únicamente Arundale et al. en 2018 (23) añade mujeres dentro del estudio, no teniéndose en cuenta en otros estudios (21, 22), siendo en los 3 artículos personas atletas y sin un grupo control para observar las posibles diferencias de tratamientos.

La vibración, local (**FIGURA 6**) o corporal (**FIGURA 7**), parecen mejorar significativamente la fuerza, siendo esta el único parámetro evaluado por Costantino et al. (25). La vibración local descrita por Park et al. (24) va más allá, disminuyendo dolor, síntomas y activación simpática a las 8 semanas y aumentando el ROM a las 4 y 8 semanas y el nivel de activación parasimpático, significativamente (**TABLA 7**).

La poca evidencia de estas herramientas en la actualidad, la disminuida muestra y la falta de seguimiento en el tiempo para comprobar los efectos a largo plazo, son las principales limitaciones de estos últimos estudios.

El entrenamiento neuromuscular (**FIGURA 8**) ha sido otro de los trabajos que se han podido incluir en esta revisión, demostrando el artículo de Kaya et al. (27), mejora en la fuerza y orientación espacial de la rodilla, pero no en el salto a una pierna ni en la laxitud de la rodilla (**TABLA 8**). Ural et al. (33) indica que el vendaje neuromuscular durante 4 semanas podría generar mejoras significativas en dolor, ROM y volumen de rodilla y cuádriceps a medio plazo, facilitando la inserción del entrenamiento neuromuscular en la rehabilitación.

A pesar de realizarse un seguimiento exhaustivo durante 2 años, se incluyen pacientes de diferentes niveles deportivos, desde pacientes sedentarios hasta niveles competitivos superiores, lo cual ha podido influir en los resultados. También es importante destacar una conclusión del propio autor,

quien determina como limitación que no se haya estudiado la biomecánica en ninguno de los pacientes, siendo esto una crítica principal dispuesta durante todo el trabajo de revisión.

Únicamente hemos encontrado un artículo que hablara sobre el uso del TENS (28), indicándose su uso durante las 4 semanas posteriores a la cirugía, todos los días (**FIGURA 9**), no observándose diferencias significativas en la escala IKDC ni en la medición del ROM (**TABLA 9**), aplicándose solo en hombres deportistas y una vez al día, pudiendo actuar esto sobre los resultados. Además, debido a los parámetros usados, quizás podría haberse medido el dolor en los sujetos, antes, durante y después del tratamiento.

Otro de los tipos de ejercicio que se llegan a nombrar durante este trabajo es el entrenamiento concéntrico/excéntrico, indicando Friedman et al. (26) beneficios en la mejora de fuerza, aumentando la masa muscular significativamente, pudiendo verse perturbado debido a la mayor presencia de hombres de edades donde la actividad deportiva es prevalente (18-35 años) en las muestras.

Van Melick et al. (2), independientemente, apoya el uso de excéntricos a partir de la tercera semana para mejorar la fuerza de cuádriceps, más que un entrenamiento con ejercicios concéntricos, puntualizando que estos ejercicios excéntricos se deben realizar en cadena cinética cerrada. A pesar de estar a favor del uso de la cadena cinética cerrada y abierta para la mejora de fuerza de cuádriceps, indica el uso de la cadena cinética abierta a partir de la cuarta semana, con un ROM restringido entre los 45° y 90° de flexión. La justificación que aporta Perriman et al. (34) para el uso de la cadena cinética abierta en fases tan tempranas sería la necesidad del fortalecimiento funcional y dirigido a la tarea, puesto que en su estudio no se encuentran beneficios adicionales en el uso de la cadena cinética abierta en las primeras semanas.

Por último, la realidad virtual (**FIGURA 10**) es una herramienta que se ha utilizado principalmente en pacientes neurológicos, pero en el caso de pacientes tras reconstrucción del LCA, no parece aportar beneficios adicionales al tratamiento estándar (**TABLA 10**), no habiendo diferencias entre los grupos en cuanto a dolor, escala LEFS sobre la funcionalidad de la extremidad inferior o en el posicionamiento del centro de gravedad (29). Esto podría ser debido a la falta de pacientes, al poco

tiempo de seguimiento o a una valoración estática, mientras que el trabajo en la tabla de la Wii es dinámico. Independientemente, la necesidad de una consola Wii para este tratamiento, puede no ser accesible para todos los pacientes.

B. RELACIÓN CON OTRAS PUBLICACIONES.

* ¿Cuál debería ser la duración de la rehabilitación tras la reconstrucción del LCA?

Parece que se está abordando una nueva realidad en las fases de la recuperación, visto que, en años anteriores, los fisioterapeutas se basaban en las semanas o meses para poder pasar de fase de tratamiento y/o reincorporar a la actividad deportiva a los deportistas.

Sin embargo, en diferentes encuestas se ha detectado un aumento creciente de objetivar el progreso de fases para poder conseguir la recuperación completa (35) teniendo en cuenta el periodo biológico y la individualidad del proceso de recuperación de cada paciente (36).

* ¿Se debe realizar fisioterapia y tener una supervisión del fisioterapeuta?

Walker et al. (37), recoge en su encuesta que al menos todos los fisioterapeutas citan una vez a la semana a los pacientes en un 38% de las veces, asistiendo antes de los 6 meses el 95,7% de los pacientes.

Debido a los tiempos que estamos, la supervisión no tiene porqué ser presencial, sino que podría ser telemática, como podría ser mediante una página web (38) para que los pacientes pudiesen entrar, informarse sobre su patología o sobre los ejercicios. Si bien no se encontraron mejoras significativas en los parámetros estudiados, se observó que puede ser una herramienta que mejora la adherencia al tratamiento además de recordar cómo se hacían los ejercicios, no siendo sustituto del fisioterapeuta.

Independientemente de la forma, la duración de la supervisión de fisioterapia no parece afectar en resultados importantes de ROM o dolor, pero, parece que se podrían conseguir mejoras adicionales en la velocidad y agilidad en aquellos pacientes que asisten más veces (39).

* ¿Qué tan importante es la parte psicológica en la rehabilitación?

Como profesionales sanitarios debemos aplicar el modelo biopsicosocial (40) que nos permita abordar de forma global el tratamiento de cada paciente, con las ayudas necesarias de otros profesionales.

Diversos estudios (8, 41), señalan la importancia de los factores psicológicos en el retorno a la función, pudiendo verse limitada por miedo al movimiento o una nueva lesión y/o ansiedad, entre otras.

Este factor podría atenuarse de diferentes formas, como la rehabilitación en grupo, aportando beneficios en la motivación, confianza, autoestima y apoyo social entre personas en una misma situación (42). De hecho, parece que una mayor motivación durante la rehabilitación favorece a la adherencia al tratamiento, a su recuperación del nivel previo al año de la lesión y al retorno a la actividad deportiva con más satisfacción (43).

C. IMPLICACIONES PRÁCTICAS.

En cuanto al punto de vista clínico, muchas de las herramientas anteriormente mencionadas servirían para la mejoras de las variables de estudio, aunque algunas de ellas podrían ser más costosas como la realidad virtual, la perturbación o la vibración, debido al aparataje necesario.

Hemos comprobado que el abanico de técnicas existentes es amplio, sin embargo, carecen de una evidencia alta en su aplicación, o bien, los parámetros usados difieren entre los artículos, dificultando su puesta en práctica.

D. LIMITACIONES DEL TRABAJO Y SUGERENCIAS PARA INVESTIGACIONES FUTURAS.

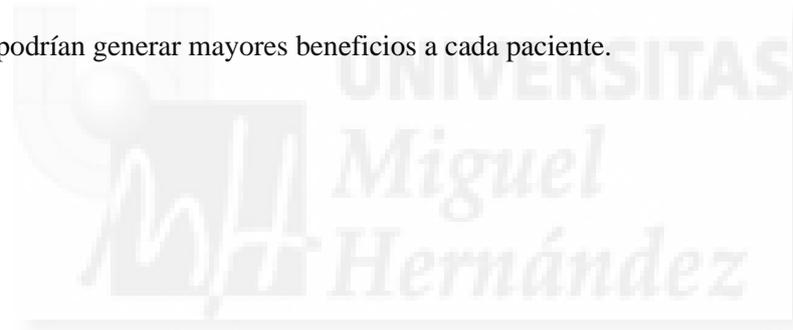
En esta revisión bibliográfica se han observado algunas limitaciones, como la necesidad de un mayor número de estudios de calidad que aboguen por el estudio de unos parámetros estandarizados, de forma que se puedan concretar, pues, cada revisión se realiza con parámetros distintos, haciendo difícil poder determinar cuáles aportan mayores beneficios.

En segundo lugar, un problema generalizado ha sido el tamaño muestral en cada estudio, siendo las muestras globalmente pequeñas, o bien no representativas de toda la población, incluyendo sólo varones, o sólo deportistas, por ejemplo.

Por último, la inclusión de patologías asociadas, como consecuencia o no de la patología principal (lesión del LCA) puede afectar a nivel de tratamiento, no solo en cuanto al tiempo sino también a los resultados, por lo que sería interesante discernir la presencia de estos o no y las consecuencias en el tratamiento.

Con todo ello, se recomendaría según el anterior orden, el estudio para la estandarización de parámetros en los tratamientos, recoger mayores muestras de individuos y que sean representativas de la población general para poder eliminar el sesgo de lesiones asociadas.

Por último, y previo al tratamiento, debería realizarse un estudio morfoestático para comprender qué tratamientos podrían generar mayores beneficios a cada paciente.



7. CONCLUSIONES.

Para la mejora de fuerza el uso de NMES con activación muscular voluntaria, la educación cruzada junto con ejercicios combinados excéntricos y concéntricos y el ejercicio neuromuscular podrían ser efectivos.

En cuanto al balance articular, se han mostrado diferencias significativas con el uso de la vibración local y el BFRT junto con programas de rehabilitación estándar, de igual forma que el BFRT de baja intensidad (30% de 1RM) podría favorecer la mejora de equilibrio.

En última instancia, la funcionalidad según la revisión podría restaurarse mediante un uso temprano del BFRT, siendo esta la única técnica que presenta mejoras significativas respecto de todas las técnicas complementarias anteriormente citadas.

Podemos concluir que el tratamiento fisioterápico tiene evidencias mayormente a medio plazo, no existiendo evidencias a largo plazo entre los diferentes tratamientos expuestos, teniendo todos en común la falta de estudio de la biomecánica de los sujetos estudiados.

8. ANEXO

A. ABREVIACIONES

BFRT	Blood Flow Restriction Training
ECA	Ensayo Clínico Aleatorizado
IKDC	International Knee Documentation Committee
KOOS	Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score
LCA	Ligamento Cruzado Anterior
LCAE	Ligamento Cruzado Antero-Externo
LCP	Ligamento Cruzado Posterior
LEFS	Lower Extremity Functional Scale
NMES	Neuromuscular Electrical Stimulation
RM	Repetición Máxima
ROM	Range of movement
SEBT	Star Excursion Balance Test
TENS	Transcutaneous Electrical Nervious Stimulation

B. FIGURAS.

FIGURA 1: Diagrama de flujo PRISMA.

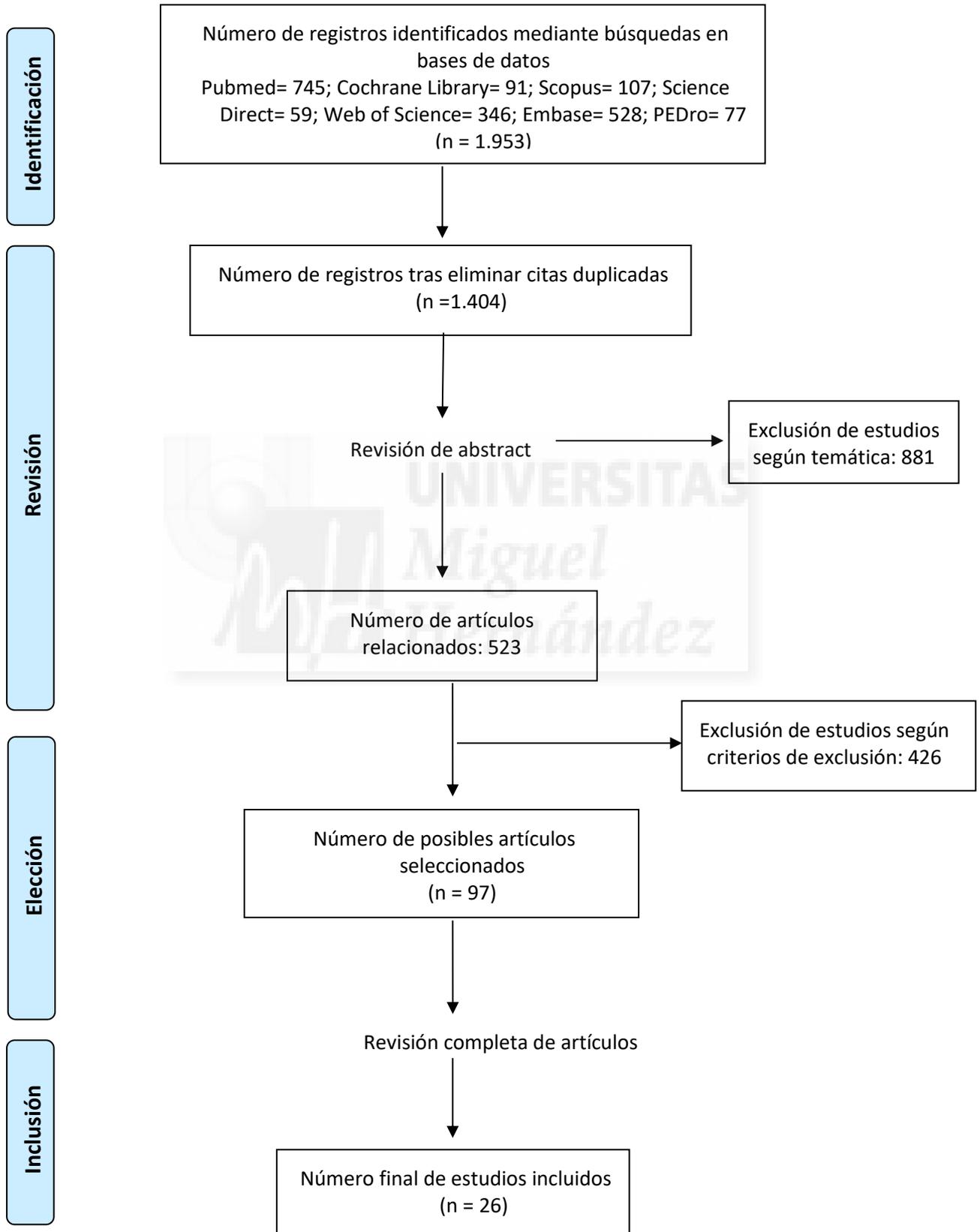


FIGURA 2: Estrategia de búsqueda.

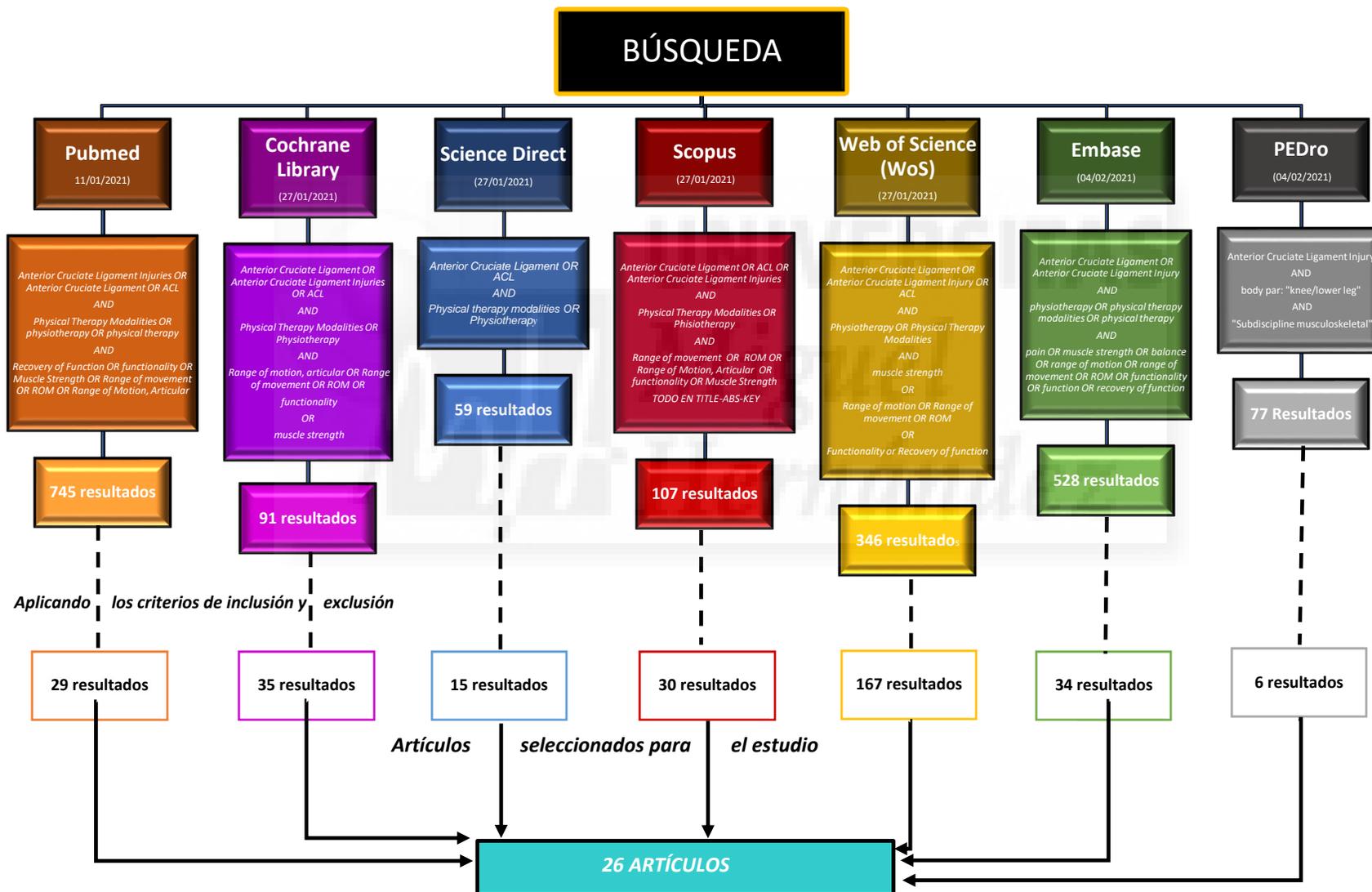


FIGURA 3: Protocolo de Hughes et al., 2019.

- 2 sesiones/semana BFRT/HL-RT.
- 3 sesiones/semanas programa domiciliario.
- 8 semanas.

SEMANAS 0-2

- Carga según tolerancia sin muletas a partir de los 10 días.
- Eliminar compresión a las 48 horas.
- Trabajo de flexión-extensión (0-90°).
- Calf raise.
- Extensión de cadera.
- Reeducación de la marcha.
- Elevación de la pierna recta.
- No ejercicios resistidos de isquiosurales permitidos hasta la 6ª semana.

SEMANA 2-6

- Carga según tolerancia sin muletas.
- No rodillera.
- Trabajo de flexión-extensión completas.
- Sentadilla (bilateral y progreso a unilateral).
- Press de piernas.
- Calf raise.
- Trabajo de glúteo medio en decúbito prono.
- Trabajo propioceptivo.
- Trabajo en piscina.
- Masaje de cicatriz.
- Reeducación de la marcha.

SEMANA 6-12

- Carga sin muletas sin marcha antálgica.
- Trabajo de flexión-extensión completas sin dolor.
- Sentadilla (bilateral y progreso a unilateral).
- Press de pierna unilateral.
- Trabajo resistido de isquiosurales.
- Bicicleta.
- Marcha en planos inclinados en Treadmill.
- Entrenamiento de escaleras.
- Trabajo propioceptivo.
- Carrera no permitida hasta los 3 meses.

SEMANAS 12-16

- Carga total.
- ROM completo.
- Comienzo de carrera con progresión de tiempo y velocidad.
- Press de pierna.
- Ejercicios en cadena cinética abierta (CCA).
- Trabajo de agilidad de bajo impacto.
- Progreso a tareas específicas del deporte.

SEMANAS 26-38

- Carga total.
- ROM completo.
- Incremento gradual del entrenamiento/actividad.
- Progreso desde trabajo sin contacto y de bajo impacto hasta contacto y alto impacto.

BFRT

- 80% LOP en proximal.
- 30% de 1 RM.
- 4 series (30, 15, 15, 15 rep).
- 30 seg entre serie.

HL-RT

- Prensa unilateral.
- Entre 0° y 90° de ROM.
- 70% de 1 RM.
- 3 series (10 rep).
- ↑10% tras 2 sesiones completas.

FIGURA 4: Protocolo de Labanca et al., 2018.

- 5 sesiones/semana.
- 60 días.

SEMANAS 1-2

- Movilizaciones pasivas continuas.
- EENM de baja frecuencia y alto volumen para cuádriceps.
- Elevación isométrica de la pierna recta.

SEMANAS 3-4

- Elevación isométrica de la pierna recta.
- Sentadillas.
- Ejercicios en el agua: andar, bicicleta.

MES 3-6

- Fortalecimiento progresivo de músculos.
- Entrenamiento de potencia.
- Reaprendizaje de habilidades deportivas específicas.

MES 2

- Ejercicios de fortalecimiento en rehabilitación.

PROTOCOLO NMES

- Calentamiento: bici estática:
 - ✓ 10 minutos.
 - ✓ Resistencia baja.
 - ✓ Si no: movilización pasiva-activa.
- NMES:
 - ✓ Días 15 a 60.
 - ✓ 5 sesiones/semana.
 - ✓ Pulso monofásico rectangular compensado.
 - ✓ Electrodo adhesivos en puntos motores de:
 - Vasto lateral.
 - Vasto interno.
 - ✓ F: 35/50 Hz (alternativamente día).
 - ✓ I: máxima tolerable en cada sesión y repetición.
 - ✓ I eléctrica: máxima 120 mA
 - ✓ Motivación verbal.
 - ✓ Duración de contracción de 8 segundos iniciada por contracción voluntaria de cuádriceps.
 - ✓ Descanso de 8 segundos.
- Acompañado de STSTS y Tratamiento estándar.

PROTOCOLO STSTS

- STSTS:
 - Posición de sedestación.
 - Mantener postura anterior a 90° de flexión de rodilla.
 - 5 sesiones/semana.
 - ✓ Días 15-20: 3 series/6 repeticiones; 4 s fase concéntrica y 4s fase excéntrica.
 - ✓ Días 20-30: 3 series/10 repeticiones; 4s fase concéntrica y 4s fase excéntrica.
 - ✓ Días 30-45: 3 series/10 repeticiones; 2s fase concéntrica y 6s fase excéntrica.
 - ✓ Días 45-60: 3 series/12 repeticiones; 2s fase concéntrica y 6s fase excéntrica.
 - Duración de contracción de 8 segundos iniciada por contracción voluntaria de cuádriceps.
 - Descanso de 8 segundos.



FIGURA 5: Protocolo de Harput et al., 2018.

- 3 veces/semana.
- 12 semanas tratamiento general.
- 8 semanas tratamiento educación cruzada (4ª a 12ª semana).
- De 12 a 24 semanas, programa domiciliario.

FINALIZACIÓN DE SESIÓN	FASE I: (0-4 SEMANAS)			CRITERIOS CAMBIO A FASE 2
	RODILLERA	CARGA DE PESO	EJERCICIOS	
<ul style="list-style-type: none"> - Hielo 20 min antes y después de la sesión (1ª semana). - Hielo después de ejercicio y antes (si se indica) (1ª-4ª semana). - Masaje-fricción en cicatriz. - Vendaje para edema de rodilla y activación de musculatura (tapping). 	<ul style="list-style-type: none"> - Bloqueo desde 0º de extensión a 90º de flexión. - Incremento gradual de flexión de rodilla hasta ROM completo (2-4 semanas). 	<ul style="list-style-type: none"> - Carga parcial del peso con 2 muletas (0-1 semana). - Carga parcial progresiva hasta carga completa para la marcha normal (1-4 semanas) y recuperación propioceptiva. 	<ul style="list-style-type: none"> - Bombeos de tobillo. - Flexión de rodilla deslizando talón (0-90º flexión). - NMES para cuádriceps. - Elevación de pierna con rodillera (0-2 semanas). - Estiramiento de tríceps sural (0-4 semanas). - Movilización de rótula. - Prone hang (movilización mantenida para ganar ROM en extensión) (3ª semana). - Estiramiento suave de isquiosurales (3ª semana). - No activar cuádriceps ni isquiosurales concéntricamente en las primeras 4 semanas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Al menos 90º de flexión. - Extensión completa. - Mínima inflamación. - Dolor mínimo o inexistente en la carga total.

FASE II: (4-8 SEMANAS)		CRITERIOS CAMBIO A FASE 3
CARGA DE PESO	EJERCICIOS	
<ul style="list-style-type: none"> - Carga total de peso corporal. 	<ul style="list-style-type: none"> - Bicicleta estática con resistencia leve-moderada. - Inicio ejercicios en CCC (sentadilla, presis de pierna desde 30º a 90º) progresando a superficies inestables. - Estiramiento continuo de isquiosurales y tríceps sural. - Elevación de una pierna con resistencia. - Movilización de rótula. - Ejercicio 4-Way-Hip con banda elástica. - Inicio isquiosurales en CCA (cadena cinética abierta) mediante el Lower Limb Weight (4ª semana). - Ejercicios CORE (puente glúteo, puente supino, draw-in, crunches) y progreso en superficies inestables. - Entrenamiento de la marcha. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mínimo 120º flexión. - Marcha normal en superficies exteriores. - No dolor en los ejercicios. - Cuádriceps e isquiosurales en buen estado durante ejercicios en CCC (cadena cinética cerrada).

FASE III: (8-12 SEMANAS)
EJERCICIOS
<ul style="list-style-type: none"> - Bicicleta estática a intervalos. - Inicio ejercicios excéntricos de cuádriceps e isquiosurales en CCC. - Ejercicios de isquiosurales en CCA sin peso. - Estiramientos avanzados en CCC. - Ejercicios avanzados propioceptivos + entrenamiento de perturbación. - Ejercicios CORE con resistencia y/o en superficies inestables. - Entrenamiento progresivo de marcha.

GRUPO CONCENTRICO/EXCÉNTRICO				
Ejercicio		Series/Repeticiones	ROM	Descanso
Extensión de rodilla	de	3 series, 12 reps	60º/s con ROM de 10º a 90º de flexión	2 minutos entre serie.

FIGURA 6: Protocolo de Park et al., 2018.

- No especifica veces/semana.
- 8 semanas.

		Tiempo	Intensidad (RPE: escala esfuerzo percibido de Borg)
CALENTAMIENTO (C) 0-8 semanas	Bicicleta	15 min	13 RPE
	Estiramiento de cuádriceps, isquiosurales y tríceps sural	20 min	13 RPE
ENFRIAMIENTO (E) 0-8 semanas	Estiramiento de cuádriceps, isquiosurales y tríceps sural	20 min	13/15 RPE
	Crioterapia (hielo)	10 minutos	

FASE 1: 0-2 semanas	Repeticiones	Series
Q-set	5s X 10 repeticiones	3
Elevación con la pierna recta	12	3
Aducción de pelota	6s X 10	3
Media sentadilla	10	3
Cambio de peso	15	3
Soporte de peso	15	3
Levantamiento de puntillas	10	3
Equilibrio en el suelo	2 mins	3 juegos

FASE 2: 3-5 semanas	Repeticiones	Series
Q-set	10s X 10 repeticiones	3
Elevación con la pierna recta	15	3
Aducción de pelota	8s X 10	4
Prensa de pierna	10	3
Extensión de rodilla	15	3
Leg Curl de cuádriceps	15	3
Media sentadilla	12	3
Levantamiento de puntillas	12	3
Equilibrio en almohadilla	4 mins	3 juegos

FASE 3: 6-8 semanas	Repeticiones	Series
Aducción de pelota	10s X 10 repeticiones	4
Prensa de pierna	12	3
Extensión de rodilla	15	3
Leg Curl de cuádriceps	15	3
Media sentadilla	15	3
Levantamiento de puntillas	15	3
Equilibrio en almohadilla en el aire	6 min	3 juegos

INTERVENCIÓN VIBRATORIA (1658 Hz)	Frecuencia	Intensidad	Tiempo	
FASE 1. 0-2 semanas	331,6 Hz	20%	30 min	
FASE 2 3-5 semanas	663,2 Hz	40%	30 min	
FASE 3 6-8 semanas	994,8 Hz	60%	30 min	

FIGURA 7: Protocolo de Costantino et al., 2017.

- 3 veces/semana.
- 26 semanas.

SEMANAS 1-2

- Carga con muletas según tolerancia.
- Crioterapia y elevación de la pierna.
- Movilización de rodilla y rótula.
- Movilización pasiva continua.
- Ejercicios isométricos.
- Estimulación eléctrica neuromuscular.
- Estiramiento de isquiotibiales.

SEMANAS 3-4

- Carga sin muletas según tolerancia.
- Crioterapia y elevación de la pierna.
- Movilización de rodilla y rótula.
- Movilización pasiva continua.
- Ejercicios isométricos.
- Estimulación eléctrica neuromuscular.
- Estiramiento de isquiosurales.
- Ejercicio isotónico de cadera.
- Ejercicio isotónico de isquiotibiales.
- Entrenamiento propioceptivo con 2 piernas.

SEMANAS 5-8

- Carga sin muletas según tolerancia.
- Ejercicios isométricos.
- Estimulación eléctrica neuromuscular.
- Estiramiento de isquiosurales.
- Estiramiento de cuádriceps.
- Ejercicio isotónico de cadera.
- Ejercicio isotónico de isquiotibiales.
- Ejercicio isotónico de cuádriceps.
- Entrenamiento propioceptivo con 2 piernas.
- Entrenamiento propioceptivo con 1 pierna.
- Sentadillas.
- Bicicleta, hidroterapia y natación.

SEMANAS 9-12

- Carga sin muletas según tolerancia.
- Estiramiento de isquiosurales.
- Estiramiento de cuádriceps.
- Ejercicio isotónico de cadera.
- Ejercicio isotónico de isquiotibiales.
- Ejercicio isotónico de cuádriceps.
- Entrenamiento propioceptivo con 2 piernas.
- Entrenamiento propioceptivo con 1 pierna.
- Sentadillas.
- Bicicleta, hidroterapia y natación.
- Entrenamiento de salto (a 2 piernas en el trampolín).

SEMANAS 13-16

- Carga sin muletas según tolerancia.
- Estiramiento de isquiosurales.
- Estiramiento de cuádriceps.
- Ejercicio isotónico de cadera.
- Ejercicio isotónico de isquiotibiales.
- Ejercicio isotónico de cuádriceps.
- Entrenamiento propioceptivo con 1 pierna.
- Sentadillas.
- Bicicleta, hidroterapia y natación.
- Entrenamiento de salto (a 2 piernas en el trampolín).
- Ejercicios de fuerza isocinética.
- Entrenamiento de pliometría y agilidad.
- Protocolo adicional de WBV (vibración de todo el cuerpo).
- Carrera.

SEMANAS 17-20

- Carga sin muletas según tolerancia.
- Estiramiento de isquiosurales.
- Estiramiento de cuádriceps.
- Entrenamiento propioceptivo con 1 pierna.
- Sentadillas.
- Bicicleta, hidroterapia y natación.
- Entrenamiento de salto (a 2 piernas en el trampolín).
- Ejercicios de fuerza isocinética.
- Entrenamiento de pliometría y agilidad.
- Protocolo adicional del WBV (vibración de todo el cuerpo).
- Carrera.

SEMANAS 21-26

- Carga sin muletas según tolerancia.
- Estiramiento de isquiosurales.
- Estiramiento de cuádriceps.
- Entrenamiento propioceptivo con 1 pierna.
- Sentadillas.
- Bicicleta, hidroterapia y natación.
- Entrenamiento de salto (a 2 piernas en el trampolín).
- Ejercicios de fuerza isocinética.
- Entrenamiento de pliometría y agilidad.
- Carrera.
- Salto a una pierna.
- Entrenamiento dirigido al deporte específico.

PROTOCOLO ADICIONAL DE WBV					
EJERCICIO	Frecuencia	Amplitud	Tiempo	Repetición/series	Descanso
¼ Sentadilla	26 Hz	4 mm	60 seg/rep	6/1	60 seg
1/4 Sentadilla 1 pierna	26 Hz	4 mm	60 seg/rep	6/1	60 seg



FIGURA 8: Protocolo de Kaya et al., 2019.

- ±3 veces/semana.
- 9 meses.

1º-3º DÍA (A)

- Movilización y soporte de peso tolerado, con 2 muletas.
- Contracción isométrica del cuádriceps con una toalla debajo del talón.
- Elevación de la pierna recta (SLR) con extensión completa de la rodilla (con pesas en el tobillo).
- Elevación de la pierna a 40-50 cm del suelo, subida en 10 segundos, sosteniendo durante 10 segundos y bajando lentamente en 40 segundos.

Restricción: evitar extensión final activa de la rodilla (30° a extensión completa).

3ª-6ª SEMANA (B)

- Flexión de 0 a 120°
- Movilización con carga del peso desde tolerada hasta completa con rodillera.
- Equilibrio a una pierna.
- Ejercicios de estiramiento de piernas y brazos de alcance de equilibrio.
- Estocadas (todas las direcciones).
- Step-up (todas las direcciones) del otro lado del paciente.
- Sentadilla bilateral.

Restricción: evite la extensión terminal activa de la rodilla (30° a extensión completa).

3º DÍA-3ª SEMANA

- (A)
- +
- Flexión de 0 a 90°.
- Deslizamientos del talón (en flexión de rodilla de 0° a 90°).

6ª-12ª SEMANA

- (B)
- +
- Step-down (todas las direcciones).
- Sentadilla con una pierna.
- Toques de talón en todas las direcciones.
- Puente glúteo.
- Ejercicios con balón durante la posición atlética.

FIGURA 9: Protocolo de Forogh et al., 2017.

- 5 sesiones/semana.
- 4 semanas postcirugía.
- Después ya no se usa TENS

TENS

- Frecuencia: 120 Hz
- Dpulso: 100 mseg
- Corriente: Bifásica asimétrica rectangular
- Tiempo: 35 mins.
- Electrodo de goma.

TRATAMIENTO GENERAL

- Movilización pasiva del ROM de rodilla y rótula.
- Levantamiento de talón.
- Isométricos de cuádriceps/ isquiosurales.
- Bicicleta (cuando se pueda)
- Co-contracción.
- Ejercicios de subir escaleras (empezando con 2 pulgadas de altura).
- Movilización activa del ROM.
- Entrenamiento de la marcha usando muletas.
- Apretar toalla bajo de rodilla.
- Carga tolerada.
- Ejercicios con resistencia progresiva.
- Desplazamiento con peso.
- Press en supino.

FIGURA 10: Protocolo de Karakoc et al., 2018.

- 3 sesiones/semana.
- 6 semanas postcirugía.
- 45 minutos/sesión.

DÍA 1

- Movilidad pasiva continua.
- Inmovilización con órtesis en extensión completa.
- Carga sin muletas según tolerancia.

DÍA 2

- Movilidad pasiva continua.
- Movilidad pasiva de 0º a 90º flexión.
- Carga sin muletas según tolerancia.

DÍA 2-4

- Alta hospitalaria.
- Requisitos:
 - ✓ Manejo satisfactorio del dolor.
 - ✓ Extensión completa simétrica a la rodilla no operada.
 - ✓ Capacidad para realizar elevaciones de pierna controladas.
 - ✓ Carga completa con o sin muletas.
- Movilidad pasiva continua en casa.
- Movilidad pasiva de 0º a 90º flexión.
- Carga sin muletas según tolerancia.

DÍA 7-10

- ROM extensión completa.
- Prone hang (2 libras) si no han conseguido la extensión.
 - * Contracción con toalla bajo rodilla.
 - * Wall Slides.
 - * Heel slides.
 - * Flexión de rodilla activo-asistidos.
 - * Estiramientos.
 - * Steps up.
 - * Calf raises.
- Carga parcial hasta carga total.
- Eliminación gradual del inmovilizador (rodillera).

SEMANA 2-3

- ROM 0º a 110º de flexión.
- Encurvaciones unilaterales de rodilla.
- Calf raises.
- Ejercicios con carga:
 - * Press de pierna.
 - * Sentadillas (1/4 bajada).
 - * Calf raises en el banco de sentadillas.
 - * Bicicleta estática.
 - * Natación.
 - * Uso de rodillera a medida durante las siguientes 4 semanas para todo.

SEMANA 5-6

- ROM 0º a 130º.
- Evaluación isocinética a los 180º/s y 240º/s con bloqueo a los 20º de flexión.
- Cuando la fuerza está al 70% o más del LSI de pierna contraria, se puede empezar a:
 - * Desplazamiento lateral.
 - * Cariocas.
 - * Trote suave.
 - * Salto a la comba.
 - * Ejercicios de agilidad.
- Ejercicios con carga:
 - * Bicicleta estática.
 - * Natación.
- Uso discontinuo de rodillera funcional (excepto para la actividad deportiva) cuando el tono y fuerza son suficientes.

SEMANA 10

- ROM completo.
- Evaluación isocinética a los 60º/s, 180º/s y 240º/s.
- Aumento del trabajo de agilidad.
- Trabajo de actividades específicas del deporte.

SEMANA 16

- Evaluación isocinética.
- Incremento del trabajo de agilidad.

MESES 4-6

- Retorno completo a la participación deportiva si:
 - ✓ Hay ROM completo.
 - ✓ No edema de rodilla.
 - ✓ Buena estabilidad de rodilla.
 - ✓ Ha completado el programa de carrera.

C. TABLAS.

TABLA 1

CARACTERÍSTICAS DE LOS ESTUDIOS

Autor y año	Tipo de estudio	Puntos E. PEDro (sobre 10)	Edad población (años)	Tipo paciente	Nivel deportivo	(n)	Objetivo	Variables estudiadas	Tiempo	Evaluaciones	Intervención	Resultados
Hughes et al., 2019	ECA	7	22-36	ACLR	No especificado	28 (11 chicas)	Comparar la efectividad del BFRT y la rehabilitación tradicional de alta intensidad para mejorar fuerza, funcionalidad, dolor y edema en pacientes postcirugía de LCA.	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Función y síntomas (IKDC). ➢ Artrosis (KOOS). ➢ Funcionalidad miembros inferiores (LEFS). ➢ Funcionalidad (Lysholm). ➢ Equilibrio (SEBT). ➢ ROM (Goniometría). ➢ Perímetro (Circometría). ➢ Morfología muscular. 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 8 semanas. ➢ 5 veces/semana. 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Precirugía. ➢ Postcirugía. ➢ 4 semanas postcirugía. ➢ 8 semanas postcirugía. 	BFRT + Rehabilitación estándar vs Rehabilitación estándar+ Entrenamiento de Alta Resistencia.	Mejoras significativas.
Curran et al., 2020	ECA	6	14-30	ACLR	No especificado	34 (15 chicas)	Introducir ejercicio de alta intensidad concéntrico o excéntrico junto con BFRT en la rehabilitación del ACL y ver sus efectos en la fuerza, activación y atrofia.	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Función y síntomas (IKDC). ➢ Fuerza (Dinamometría) ➢ Variables ecográficas. ➢ Activación central. 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 8 semanas. ➢ 2 veces/semana. 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 2 semanas precirugía ➢ Postcirugía. ➢ 2 semanas postcirugía. ➢ Inicio RTP. 	Ejercicios concéntricos y/o excéntricos con BFRT vs SIN BFRT.	No diferencias significativas.
Zargi et al., 2016	Casi-ECA	5	18-45	ACLR	No especificado	20 (4 chicas)	Determinar si la preparación con ejercicio isométrico puede atenuar la pérdida en el cuádriceps de volumen, fuerza y función después de la reconstrucción de LCA.	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Fuerza (Dinamometría isométrica). ➢ Equilibrio (SEBT) ➢ Perímetro (Circometría). 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 5 semanas. ➢ 3 veces/semana. ➢ 14 días programa intenso. 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 10 días precirugía. ➢ 4 semanas postcirugía. ➢ 8 semanas postcirugía. ➢ 12 semanas postcirugía. 	BFRT vs BFRT simulado.	No diferencias significativas.
Labanca et al., 2018	ECA	4	18-40	ACLR	No especificado	63 (0 chicas)	Evaluar la efectividad de un protocolo de entrenamiento de 6 semanas con NMES en el cuádriceps con ejercicios repetidos de sentarse, pararse y sentarse, como un tratamiento adicional para rehabilitación estándar, del día 15 al 60 después de la cirugía de LCA.	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Fuerza (Dinamometría isométrica). ➢ Dolor (Escala numérica). ➢ Fuerza (CMJ). ➢ Perímetro (Circometría). 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 60 días. ➢ 5 veces/semana. 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 15 días. ➢ 30 días. ➢ 60 días. ➢ 180 días. 	NMES+STSTS + Rehabilitación estándar vs STSTS + Rehabilitación estándar vs Rehabilitación estándar.	Diferencias significativas.
Kaya et al., 2019	ECA	40	14-55	ACLR	Pacientes deportistas y sedentarios	32	Determinar los efectos de los ejercicios de control motor de las extremidades inferiores sobre la propiocepción de la rodilla, la fuerza muscular	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Propiocepción de rodilla (JPS). ➢ Fuerza (Dinamometría isométrica). ➢ Funcionalidad y recuperación (Hop test). 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 3-24 semanas. ➢ 2-4 veces/semana. 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 2 años postcirugía. 	Ejercicio neuromuscular + Rehabilitación tradicional vs Rehabilitación tradicional.	Mejoras significativas en JPS y Hop test.

							y el nivel funcional en pacientes tras cirugía del LCA.					
Zult et al., 2018	ECA	7	18-60	ACLR	No especificado	43 (20 chicas)	Investigar si la educación cruzada, como adyuvante de la rehabilitación estándar, acelera la recuperación de la fuerza del cuádriceps y la función neuromuscular hasta 26 semanas después de la cirugía.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Equilibrio (SEBT y Romberg). ➤ Nivel de actividad (E. de Tegner). ➤ Fuerza (Dinamometría isométrica). ➤ Activación central. ➤ % LSI ➤ Orientación de rodilla. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 36 semanas. ➤ 2 veces/semana. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 29 días precirugía. ➤ 5 semanas postcirugía. ➤ 12 semanas postcirugía. ➤ 26 semanas postcirugía. 	Educación cruzada + Rehabilitación estándar vs Rehabilitación estándar.	No diferencias significativas claras.
Harpur et al., 2019	ECA	7	17-45	ACLR	No especificado	48	Investigar la recuperación de la fuerza de cuádriceps de la pierna afecta con un programa de 8 semanas de ejercicios concéntricos y excéntricos de cuádriceps contralateral.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Función y síntomas (IKDC). ➤ Salto y funcionalidad (OLHDT LSI). ➤ Fuerza (Dinamometría isocinética). 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 8 semanas. ➤ 3 veces/semana. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 8 semanas tras tratamiento. ➤ 12 semanas tras tratamiento. 	Educación cruzada excéntrica + Rehabilitación estándar vs Educación cruzada concéntrica + Rehabilitación estándar vs Rehabilitación estándar.	No diferencias significativas en IKDC y OLHDT, pero sí en dinamometría.
Capin et al., 2017	ECA	5	13-55	ACLR	Atletas	36 (0 chicas)	Comparar el tratamiento de fuerza, agilidad y prevención secundaria con el mismo más entrenamiento de perturbación con respecto a la mecánica de la marcha y eliminación de las asimetrías de la marcha 1 y 2 años después de la reconstrucción del LCA.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ángulo cadera/rodilla. ➤ Básula de cadera y rodilla. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 5 semanas. ➤ 2 veces/semana. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 1 año después. ➤ 2 años después. 	Grupo SAP + PERT vs Grupo SAP.	No diferencias significativas.
Arundale et al., 2017	ECA	5	13-55	ACLR	Atletas	36 (0 chicas)	Determinar las diferencias entre los grupos SAP y SAP+PERT en cuanto a fuerza de cuádriceps, simetría en el salto a una pierna, funcionalidad autoinformada y tiempo desde cirugía hasta el regreso deportivo en pacientes tras cirugía de LCA a los 1 y 2 años de esta.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Artrosis (KOOS). ➤ Función y síntomas (IKDC). ➤ Funcionalidad y recuperación (Hop test). ➤ Fuerza (Dinamometría). 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 5 semanas. ➤ 2 veces/semana. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pretratamiento. ➤ Postratamiento. 	Grupo SAP + PERT vs Grupo SAP.	No diferencias significativas.
Arundale et al., 2019	ECA	6	13-54	ACLR	Atletas	80 (40 chicas)	Examinar los resultados previos del ensayo anterior con respecto a la función de la rodilla y las puntuaciones reportadas por el paciente y determinar si los resultados difirieron entre hombres y mujeres.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Artrosis (KOOS). ➤ Función y síntomas (IKDC). ➤ Funcionalidad y recuperación (Hop test). ➤ Fuerza (Dinamometría) 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 5 semanas. ➤ 2 veces/semana. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pretratamiento. ➤ Postratamiento. 	Grupo SAP + PERT vs Grupo SAP.	Mejoras significativas en KOOS y postcirugía vs precirugía.

Park et al., 2019	ECA	6	No especificado	ACLR	No deporte regular en 6 meses	24	Investigar el efecto terapéutico de la aplicación de vibración corporal local con sonido vibroacústico incorporado en pacientes con reconstrucción del LCA.	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Dolor (EVA). ➢ Ansiedad. ➢ Síntomas. ➢ ROM (Goniometría). ➢ Fuerza (Dinamometría isocinética). ➢ Variables fisiológicas 	➢ 8 semanas.	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Semana 0 postcirugía. ➢ Semana 4 postcirugía. ➢ Semana 8 postcirugía. 	Vibración corporal local (LBV) con pulsos vibroacústicos vs Masaje con dispositivo sin pulsos vibroacústicos.	Mejoras significativas en ROM, dolor y algunas variables fisiológicas.
Costantino et al., 2017	ECA	6	20-30	ACLR	Atletas	38 chicas	Evaluar un programa de 8 semanas de vibración corporal para la mejora de la fuerza en flexión /extensión de rodilla después de la reconstrucción del LCA.	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Fuerza (Dinamometría isocinética). 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 8 semanas. ➢ 3 veces/semana. ➢ + 6 meses de rehabilitación. 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Semana 13. ➢ Semana 20. 	Vibración de todo el cuerpo (WBV) vs Rehabilitación tradicional.	Mejoras significativas.
Friedman et al., 2018	ECA	6	18-35	ACLR	Deportistas recreativos	68 (13 chicas)	Evaluar la eficiencia del entrenamiento de fuerza de cuádriceps con sobrecarga excéntrica respecto del entrenamiento de fuerza concéntrico/excéntrico convencional para inducir la regeneración muscular después de cirugía de LCA.	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Fuerza (Dinamometría isocinética). ➢ Área de sección transversal muscular. ➢ Masa muscular. 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 12 semanas. ➢ 2 veces/semana. 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 12 semanas postcirugía. ➢ 24 semanas postcirugía. 	Ejercicio sobreexcéntrico + rehabilitación estándar vs Ejercicios Concéntrico/excéntrico + rehabilitación estándar.	Mejoras significativas en masa muscular.
Forogh et al., 2019	ECA	8	18-45	ACLR	Atletas	70 (0 chicas)	Evaluar la eficacia de la adición del TENS a los ejercicios específicos durante la primera fase de la rehabilitación de LCA en la mejora de dolor, ROM y funcionalidad.	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Función y síntomas (IKDC). ➢ ROM (Goniometría). ➢ Dolor (EVA). 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 4 semanas. ➢ 5 veces/semana. 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 4 semanas postcirugía. ➢ 10 semanas postcirugía. ➢ 14 semanas postcirugía. 	TENS + Ejercicio vs Ejercicio.	No diferencias significativas.
Karakoc et al., 2019	ECA	6	20-40	ACLR	No especificado	22 (0 chicas)	Investigar la efectividad de la Wii con ejercicios de equilibrio junto con rehabilitación acelerada después de una reconstrucción de LCA para aportar nueva información a la literatura.	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Dolor (EVA) ➢ Funcionalidad miembros inferiores (LEFS). ➢ Centro de gravedad. ➢ Equilibrio. 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 6 semanas. ➢ 3 veces/semana. 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Inicio tratamiento. ➢ 3ª semana tratamiento. ➢ 6ª semana tratamiento. 	Realidad virtual + Rehabilitación estándar vs Rehabilitación estándar.	Mejoras significativas en dolor.

TABLA 2

INTERVENCIONES vs RESULTADOS

	IKDC	KOOS	LEFS	Lysholm Knee Scoring Scale	Tegner Activity Level	Star Excursion Balance Test	Goniometría	Circometría	Morfología muscular	Laxitud (KT1000)	Dinamometría	CAR o MCSA	Dolor	% Simetría extensores rodilla	% Simetría flexores rodilla	Prueba de Romberg	One-Leg Hop for Distance Test	Orientación de la rodilla en el espacio	Tarea de coincidencia de objetivos	HOP TEST	Ángulo de cadera y rodilla	Bascula cadera y rodilla	Variables fisiológicas (PAS, PAD, FC...)	Escalas de ansiedad y síntomas	RMI o Biopsia	Sensores de centro de gravedad y equilibrio	Global Rating Score of Function perceived knee function	
BFRT 5 v/s, 8s más rehabilitación estándar	█	█	█	█	█	█	█	█	█																			
BFRT más concéntricos/excéntricos 2v/s, 8s	█										█	█																
BFRT 3v/s, 5 s más alta resistencia									█		█																	
NMES más STSTS más Rehabilitación estándar 5v/s, 45 días							█				█		█	█	█	█	█											
Educación cruzada más rehabilitación estándar 2v/s, 12 s						█					█	█				█	█	█										
Educación cruzada excéntrica/concéntrica más rehabilitación estándar 3v/s, 8s	█										█						█	█										
SAP más perturbación, 2v/s, 5 s	█	█									█		█							█	█	█						█
Vibración local, 8 s							█				█		█										█	█				
Vibración corporal 3v/s, 8s											█																	
Ejercicio sobreexcéntrico, 2v/s, 12 s											█	█														█		
Ejercicio neuromuscular más rehabilitación estándar, 3v/s, 9 meses											█							█		█								
TENS analgésico más ejercicio 5v/s, 4s	█							█					█															
Realidad virtual más rehabilitación estándar, 3v/s, 6s			█										█			█											█	

TABLA 3

BFRT + Rehabilitación Estándar VS Rehabilitación Estándar + Ejercicio de Alta Resistencia

Hughes et al., 2019. Comparing the Effectiveness of Blood Flow Restriction and Traditional Heavy Load Resistance Training in the Post-Surgery Rehabilitation of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Patients: A UK National Health Service Randomised Controlled Trial.

INDIVIDUOS (28)	INTERVENCIÓN ^β	RESULTADOS						p-Valor entre grupos		
		GRUPO BFRT			GRUPO CONTROL					
28 pacientes de 22 hasta 36 años tras ACLR unilateral. Hubo 4 pérdidas. Grupo BFRT: 12 participantes; media 29±7 edad; 7 hombres y 5 mujeres, 80% LOP 150±3mmHg. Grupo HL-RT: 12 participantes; media 29±7 edad; 10 hombres y 2 mujeres, 80% LOP 150±3mmHg.	Grupo BFRT: - BFRT. - Programa domiciliario. Grupo HL-RT: - Programa domiciliario.	Semana 0-4	Semana 4-8	Resultado Semana 0-8	Semana 0-4	Semana 4-8	Resultado Semana 0-8			
		IKDC	22.44 ±5.27	13.19±4.95	35.63±7.06	13.5±7.42	9.83±5.54	23.33±8.76	<0.01	
		LEFS	21.46 ±10.68	17.40±10.09	31.08 ±12.22	14.69 ±7.76	12.60±6.58	21.83 ±7.06	<0.01	
		Subescalas KOOS								
		Dolor	30.25 ±9.29	9.50 ±5.57	39.75±11.74	11.67 ±6.11	10.33 ±4.62	22.00±7.48	<0.05	
		Síntomas	22.17 ±11.65	11.17 ±5.56	33.33±13.60	12.17 ±5.91	12.33 ±6.50	24.50 ±7.62	<0.05	
		ADL	21.83 ±8.35	10.50 ±8.57	32.33±10.37	11.17 ±6.28	10.58 ±4.32	21.75±6.90	<0.05	
		QoL	15.10 ±10.81	14.48 ±10.05	29.58 ±14.81	12.50±13.85	7.81 ±7.11	20.31 ±12.82	<0.05	
		Lysholm	29.75 ±12.86	14.83 ±6.06	44.58 ±14.75	17.25 ±9.96	12.25 ±4.29	29.50±12.07	<0.05	
		SEBT								
		Anterior	No afecta	8.4 ±5.1	4.4 ±2.4	18.7 ±9.3	7.5 ±8.0	3.0 ±2.1	10.5 ±9.2	0.75
			Afecta	22.3 ±5.2	5.8 ±3.1	32.9 ±9.7*	9.0 ±3.5	8.5 ±5.5	17.5 ±6.7	<0.05
		Postero-Medial	No afecta	11.6±6.81	4.5 ±3.1	22.4 ±13.7	8.5 ±7.2	4.3 ±4.0	12.8 ±9.1	0.69
			Afecta	19.1 ±9.2	7.3 ±4.8	32.1 (23.6 a 40.7) *	5.5 ±15.1	8.4 ±4.4	13.9 ±7.7	<0.01
		Postero-Lateral	No afecta	13.0±15.6	4.9 ±3.4	23.8 ±17.8	9.8 ±9.7	4.7 ±5.1	14.5 ±10.1	0.87
			Afecta	23.3±12.5	6.2 ±4.3	34.8 ±15.3	5.8 ±8.0	7.4 ±3.5	13.2 ±10.3	<0.01
		ROM (°)								
		Diferencia FLEXIÓN	31.17 ±7.17	5.17 ±4.02)	36.33 ±6.01*	16.33 ±5.66	4.33 ±3.14	20.67 ±6.85	<0.01	
		Diferencia EXTENSIÓN	- 0.17 ±0.72	0.17 ±0.58	0.00 ±0.85	0.00 ±0.85	- 0.08 ±0.67	- 0.08 ±0.67	0.59	
		Diferencia ROM	31.33 ±7.43	5.00 ±3.88	36.33 ±6.11*	16.33±5.61	4.42 ±3.45	20.75 ±6.73	<0.01	
Edema	1.2 ±1.4	- 1.0 ±1.1	- 2.3 ±0.9	0.1 ±0.8	- 0.9±0.4	- 1.0±0.7	<0.01			
Morfología muscular										
Grosor muscular	0.02 ±0.01	0.08 ±0.03	0.10 ±0.04	0.03 ±0.01	0.09 ±0.05	0.12 ±0.06	0.23			
Ángulo Penneación (°)	0.19 ±0.08	0.37 ±0.15	0.56 ±0.23	0.20 ±0.11	0.28 ±0.19	0.48 ±0.20	0.56			
Longitud Fascículo	0.01 ±0.03	0.12 ±0.24	0.13 ±0.27	0.02 ±0.04	0.12 ±0.26	0.14 ±0.30	0.81			

Abreviaturas: IKDC: International Knee Documentation Committee; LEFS: Lower Extremity Functional Scale; KOOS: Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score; ADL: Function in daily living; QoL: quality of life; SEBT: star excursion balance test; ROM: range of movement.

En verde mejoras significativas desde el periodo previo.

* Mejoras significativas del BFRT respecto del HL-RT.

^β Tratamiento en FIGURA 3: Protocolo de Hughes et al., 2019.

TABLA 4

NMES+STSTS vs STSTS vs TRATAMIENTO ESTÁNDAR

Labanca et al., 2018. Neuromuscular Electrical Stimulation Superimposed on Movement Early after ACL Surgery

INDIVIDUOS (50)	INTERVENCIÓN ^α	RESULTADOS												
		Grupo NMES+STSTS				Grupo STSTS				Grupo NAT				
		15 días	30 días	60 días	180 días	15 días	30 días	60 días	180 días	15 días	30 días	60 días	180 días	
<p>- Pacientes entre 18 y 40 años.</p> <p>- Injerto HTH.</p> <p>- Escala Tegner >7.</p> <p>- Flexión de rodilla de al menos 90°.</p> <p><u>Grupo NMES+STSTS:</u> 16 participantes; media de 23.2±4.6 años; peso de 75.9±5.4 kg; nivel de Tegner 8.3±1.1.</p> <p><u>Grupo STSTS:</u> 17 participantes; media de 21.1±3.3 años; peso de 73.9±9.4 kg; nivel de Tegner 8.2±1.1.</p> <p><u>Grupo NAT:</u> 17 participantes; media de 22.0±3.2 años; peso de 76.9±9.6 kg; nivel de Tegner 8.1±1.0.</p>	<p><u>Grupo NMES+STSTS:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ NMES + STSTS. ➤ Tratamiento estándar. 	Fuerza isométrica flexión rodilla (90°)	-	-	+0.63 ^δ	+0.7	-	-	+0.6	+0.7	-	-	+0.5	+0.7
	Fuerza isométrica extensión rodilla	30°	-	-	+0.7*	+1.0*	-	-	+0.5	+0.82	-	-	+0.42	+0.8
		90°	-	-	+0.6*	+0.6*	-	-	+0.4	0.76	-	-	+0.37	+0.72
	Dolor % pacientes (>4/10)	30°	-	-	15	60	-	-	35	1	-	-	15	20
		Ext	-	-	30	50	-	-	60	1	-	-	20	20
		90°	-	-	30	50	-	-	60	1	-	-	20	20
		Ext	-	-	30	50	-	-	60	1	-	-	20	20
	LSI plataformas	30°	-	-	+0.8*	+1.0*	-	-	+0.56	+0.82	-	-	+0.6	+0.8
		Ext	-	-	+0.6*	+0.9*	-	-	+0.42	+0.76	-	-	+0.45	+0.7
		90°	-	-	+0.6*	+0.9*	-	-	+0.42	+0.76	-	-	+0.45	+0.7
		Ext	-	-	0.83	0.98	-	-	+0.82	0.96	-	-	+0.79	0.98
		Flex	-	-	0.83	0.98	-	-	+0.82	0.96	-	-	+0.79	0.98
	LSI CMJ (%)		60	75 ^δ	95 ^{φδ}	105 ^δ	55	70	100	100	50	60	70	90
	Perímetro		-	-	-0.5*	0*	-	-	-2.5	-1-1	-	-3.8	-2.3	-1.5

Abreviaciones: HTH: hueso-tendón-hueso; NMES: estimulación eléctrica neuromuscular; STSTS: sentarse-pararse-sentarse; LSI: Limb Symmetry; Ext: extensión; Flex: Flexión; CMJ: counter movement jump.

Todos mejoraron respecto del principio todas las variables.
 *Significativo respecto de los otros 2 grupos.
^δSignificativo respecto del grupo NAT.
^φSignificativo respecto grupo STSTS.
^αTratamiento en FIGURA 4: Protocolo de Labanca et al., 2018.

TABLA 5

EDUCACIÓN CRUZADA + REHABILITACIÓN ESTÁNDAR vs REHABILITACIÓN ESTÁNDAR

Zult et al., 2018. Cross-education does not accelerate the rehabilitation of neuromuscular functions after ACL reconstruction: a randomized controlled clinical trial

INDIVIDUOS (43)	INTERVENCIÓN®	RESULTADOS																		
		PRECIRUGÍA				5 SEMANAS POSTCIRUGÍA				12 SEMANAS POSTCIRUGÍA				26 SEMANAS POSTCIRUGÍA						
		Grupo Exp		Grupo Con		Grupo Exp		Grupo Con		Grupo Exp		Grupo Con		Grupo Exp		Grupo Con				
		PL	PNL	PL	PNL	PL	PNL	PL	PNL	PL	PNL	PL	PNL	PL	PNL	PL	PNL			
Pacientes de entre 18 y 60 años. Menos de 2 años entre lesión y prueba. Grupo Exp (Experimental): 22 participantes; media de 28 años; IMC medio de 25 kg/m ² ; 6 mujeres, 16 hombres. Grupo Con (Control): 21 participantes; media de 28 años; IMC medio de 24 kg/m ² ; 8 mujeres, 14 hombres.	Mediciones en: - 29±23 días precirugía. - 5 semanas postcirugía. - 12 semanas postcirugía. - 26 semanas postcirugía. Grupo Exp (Experimental): - Adición en semanas 1-12 de: * Prensa de piernas. * Extensión de piernas con pierna no afecta. - Rehabilitación estándar común. Grupo Con (Control): Rehabilitación estándar común.	Máxima contracción isométrica cuádriceps (Nm)	Excéntrico 60°/s	21 (12)	21 (7)	27 (19)	22 (13)	31 (12) ⁺	17 (10) ⁺	31 (15)	21 (14)	23 (17)	15 (5) ⁺	22 (13)	19 (10)	18 (8)	17 (8) ⁺	15 (6) ⁺	17 (8) ⁺	
			Isométrico	3 (1)	3 (1)	3 (1)	3 (1)	3 (1)	3 (1)	3 (1)	3 (1)	3 (1)	2 (1) ⁺	2 (1)	3 (1) ⁺	3 (1)	2 (1) ⁺	2 (1) ⁺	3 (1) ⁺	2 (1) ⁺
			Concéntrico 60°/s	16 (8)	21 (9)	18 (7)	17 (8)	14 (7)	16 (9)	15 (9)	14 (6)	13 (7)	10 (4) ⁺	14 (8)	13 (9)	13 (7)	13 (5)	14 (6)	13 (5)	
		Activación cuádriceps	voluntaria	96 (2)	97 (2)	96 (3)	97 (3)	96 (3)	97 (2)	90 (10) ⁺	97 (2)	90 (12) ⁺	97 (4)	97 (3)	97 (3)	94 (7)	96 (4)	97 (3)	98 (2)	
			de																	
		Control fuerza del cuádriceps	Excéntrico 60°/s	13 (8)	12 (4)	14 (6)	13 (6)	11 (5)	10 (5) ⁺	12 (6)	11 (5)	10 (6) ⁺	8 (3) ⁺	9 (4) ⁺	9 (5) ⁺	9 (5) ⁺	10 (6) ⁺	8 (5) ⁺	10 (6) ⁺	
			Isométrico	2 (1)	2 (1)	3 (5)	3 (5)	1 (1) ⁺	3 (4)	1 (1) ⁺	3 (4)	1 (0) ⁺	2 (1)	1 (1) ⁺	2 (1)	1 (1)	2 (2)	2 (1)	2 (2)	
			Concéntrico 60°/s	7 (3)	8 (5)	15 (15)	15 (12)	7 (3)	6 (4)	7 (4) ⁺	12 (10)	7 (6)	7 (5) ⁺	7 (4) ⁺	10 (11) ⁺	6 (6)	9 (9) ⁺	12 (12)	9 (9) ⁺	
		Propiocepción de rodilla	15°	3 (3)	4 (3)	3 (3)	3 (2)	3 (2)	3 (2)	3 (3)	4 (3)	3 (2)	3 (3)	3 (4)	3 (3)	3 (3) ⁺	3 (3)	3 (2)	3 (3)	
			30°	2 (2)	4 (3)	4 (3)	3 (2)	3 (2)	4 (2)	3 (3)	4 (2)	3 (3)	3 (3)	4 (3)	3 (3)	5 (2)	3 (3)	2 (2)	2 (2)	
			45°	5 (4)	3 (2)	4 (3)	3 (3)	4 (2)	4 (4)	3 (2)	4 (3)	3 (2)	2 (2)	3 (2)	4 (3)	2 (3)	2 (2)	3 (4)	3 (3)	
			60°	2 (2)	4 (3)	2 (2)	3 (2)	3 (2)	2 (2) ⁺	3 (2)	2 (2)	3 (3)	3 (2)	3 (3)	3 (2)	3 (3)	4 (3)	3 (2)	4 (3)	
		Equilibrio a una pierna	Estático	Ojos abiertos	60 (0)	60 (0)	60 (0)	60 (0)	59 (4)	60 (0)	60 (1)	60 (0)	60 (0)	60 (0)	60 (0)	60 (0)	60 (0)	60 (0)	60 (0)	60 (0)
Ojos cerrados	22 (18)			25 (22)	31 (21)	34 (21)	26 (22)	28 (24)	28 (20)	33 (20)	25 (21)	30 (22)	32 (21)	35 (20)	23 (21)	32 (22) ⁺	33 (19)	34 (20)		
Dinámico	80 (8)		82 (9)	79 (6)	80 (8)	75 (7) ⁺	82 (9)	77 (9)	83 (9)	82 (8)	85 (8)	83 (9)	85 (8) ⁺	84 (12) ⁺	86 (9)	86 (7) ⁺	88 (7) ⁺			

*Diferencias significativas entre grupos.
⁺Diferencias significativas respecto del preoperatorio.
 Abreviaciones: PL: Pierna Lesionada; PNL: Pierna no Lesionada

TABLA 6

PERTURBACIÓN vs SAP (PREVENCIÓN SECUNDARIA+AGILIDAD+FUERZA)

Arundale et al., 2018. Functional and Patient-Reported Outcomes Improve Over the Course of Rehabilitation: A Secondary Analysis of the ACL-SPORTS Trial

INDIVIDUOS (31)	INTERVENCIÓN	RESULTADOS				P-valor	
		Grupo SAP		Grupo SAP+PERT			
		Pretratamiento	Postratamiento	Pretratamiento	Postratamiento		
<p>79 atletas de 13 a 54 años, en fase final de tratamiento al cabo de 1 año, 39 son mujeres. Los deportes más practicados son fútbol, baloncesto y hockey hierba.</p> <ul style="list-style-type: none"> • RHB entre 3 y 9 meses. • No lesiones concomitantes. • Dolor mínimo. • ROM completo. • Mínimo edema. • En progreso de carrera. • Índice de simetría superior al 80%. • No haber regresado al deporte de nivel I o II de élite. <p><u>Grupo SAP:</u> 40 participantes; media de 21.2±7.7 años; peso de 77.4±14.7; semanas de rehabilitación 23.3±7.8; 20 mujeres y 20 hombres.</p> <p><u>Grupo SAP+PERT:</u> 39 p participantes, media de 21.1±7.6 años; peso de 77.3±15.1; semanas de rehabilitación 23.7±8.3; 20 hombres y 19 mujeres.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 2 veces/semana. ➤ 1,5/2 horas/sesión. ➤ 5 semanas. ➤ Realizan un entrenamiento general. <p><u>Grupo SAP:</u> - Ejercicios de prevención de lesiones del LCA secundario. - Ejercicios de agilidad. - Ejercicios de fortalecimiento de cuádriceps.</p> <p><u>Grupo SAP+PERT:</u> - Igual que el grupo SAP. - Perturbación.</p>	% LSI fuerza cuádriceps	91.7±9.0	92.9±13,6	90.5±8.6	93.9±10.4	0.54
		% LSI single hop test	79.7±15.8	92.4±12.1	78.7±15.2	94.4±10.9	0.79
		% LSI Triple Crossover	88.7±12.9	97.7±7.0	84.4±16.8	95.9±7.7	0.25
		% LSI Triple Hop for distance	87.6±10.6	96.5±6.4	85.8±13.8	96.2±6.5	0.56
		% LSI six-meter timed hop	91.7±9.1	99.5±6.9	91.8±9.5	99.7±7.5	0.97
		KOS-ADLS	92.7±6.5	95.1±5.8	93.1±6.1	95.0±5.1	0.76
		GR	78.0±10.1	86.4±7.5	80.5 ± 7.8	87.3 ± 9.1	0.22
		IKDC	79.3 ± 8.2	86.1 ± 9.5	76.5 ± 10.4	85.3 ± 9.8	0.18
		KOOS-sport/Recreation	78.3 ± 15.0	89.9 ± 11.4	80.4 ± 14.2	88.0 ± 12.9	0.52
		KOOS-QOL	58.6 ± 16.5	66.4 ± 15.7	58.3 ± 15.7	68.1 ± 21.7	0.94

Abreviaciones: rhb: rehabilitación; ROM: range of movement.
P-valor superior a 0,05: No diferencias significativas.

TABLA 7

VIBRACIÓN COPORAL LOCAL (LBV) con TERAPIA DE SONIDO VIBROACÚSTICA (VAST) vs NO VIBRACIÓN CORPORAL LOCAL (nLBV)

Park et al., 2019. Rehabilitation Program Combined with Local Vibroacoustics Improves Psychophysiological Conditions in Patients with ACL Reconstruction

INDIVIDUOS (24)	INTERVENCIÓN ^β	RESULTADOS					
		Semana	Grupo LBVG	Grupo nLBVG	p-valor		
Pacientes que no realizaban ejercicio regularmente durante 6 meses. No debían haber recibido tratamiento que afectara la composición corporal. Grupo LBVG: 11 participantes; media de 26.82±12.08 años, IMC de 24.72±1.57. Grupo nLBVG: 13 participantes; media de 31.31±16.49 años, IMC de 24.85±1.72.	➤ 8 semanas. ➤ No específica veces/semana. Grupo LBVG: - Conjunto de ejercicios comunes a ambos grupos. - Intervención vibroacústica a diferentes frecuencias. Grupo nLBVG: - Conjunto de ejercicios comunes a ambos grupos.	Dolor (EVA)	0	7.56 ± 1.21	7.70 ± 1.58	0.649	
			4	4.10 ± 1.44	4.53 ± 1.20	0.649	
			8	2.13 ± 0.90	4.54 ± 1.33	0.001 ^δ	
		Ansiedad	0	6.39 ± 1.09	6.10 ± 1.24	0.361	
			4	3.72 ± 0.64	4.08 ± 0.95	0.277	
			8	3.01 ± 0.91	3.58 ± 0.95	0.252	
		Síntomas	0	7.04 ± 1.46	7.12 ± 1.89	0.733	
			4	3.50 ± 1.16	6.71 ± 1.10	0.001 ^δ	
			8	2.31 ± 0.90	3.95 ± 1.21	0.002 ^δ	
		Fuerza isométrica extensora	0	77.82 ± 12.91	70.00 ± 6.53	0.022 ^δ	
			4	123.09 ± 35.18	100.15 ± 33.83	0.119	
			8	178.73 ± 27.45	110.23 ± 53.88	0.001 ^δ	
		Fuerza isométrica flexora	0	52.36 ± 5.24	47.08 ± 10.47	0.252	
			4	63.91 ± 6.24	43.08 ± 16.27	0.001 ^δ	
			8	68.00 ± 10.26	50.23 ± 19.43	0.041 ^δ	
		ROM	0	94.55 ± 16.05	86.00 ± 15.35	0.207	
			4	121.73 ± 14.36	89.62 ± 17.47	0.001 ^δ	
			8	127.82 ± 12.46	92.38 ± 27.65	0.002 ^δ	
		Variables fisiológicas					
		FC	0	77.09 ± 6.47	71.08 ± 8.30	0.063	
			4	3.45 ± 6.22	78.62 ± 9.99	0.150	

			8	69.09 ± 7.71	73.69 ± 7.22	0.150
		FR	0	29.61 ± 7.16	27.65 ± 5.54	0.228
			4	19.85 ± 4.19	19.14 ± 3.06	0.569
			8	19.60 ± 4.34	18.94 ± 3.48	0.531
			0	135.09 ± 5.17	134.69 ± 12.59	0.733
		PAS	4	127.09 ± 12.99	126.23 ± 7.17	0.733
			8	123.45 ± 5.63	124.31 ± 4.85	0.820
			0	80.55 ± 7.15	81.38 ± 12.49	0.331
		PAD	4	79.73 ± 7.73	79.08 ± 11.11	0.392
			8	79.09 ± 7.11	81.15 ± 11.01	0.134
			0	7.61 ± 0.72	7.23 ± 0.51	0.186
		AS	4	6.32 ± 0.63	7.69 ± 1.15	0.002 ^δ
			8	5.77 ± 0.57	6.46 ± 1.33	0.228
			0	3.55 ± 0.40	3.42 ± 0.38	0.424
		APS	4	4.49 ± 0.36	3.58 ± 0.40	0.001 ^δ
			8	4.96 ± 0.28	3.50 ± 0.46	0.001 ^δ

Abreviaciones: EVA: Escala Analógica Visual, ROM: Range of movement, FC: Frecuencia cardíaca, FR: Frecuencia Respiratoria, PAS: Presión Arterial Sistólica, PAD: Presión Arterial Diastólica, AS: Activación Simpática, APS: Activación Parasimpática.

Aclaraciones:

* medición mediante escala de 0 a 10 como escala EVA.

^β Tratamiento en FIGURA 6: Protocolo de Park et al., 2018.

^δ p-valor igual o inferior a 0,05. Diferencias significativas.

TABLA 9

TENS + Rehabilitación General VS Rehabilitación General

Forogh et al., 2017. Adding high-frequency transcutaneous electrical nerve stimulation to the first phase of post anterior cruciate ligament reconstruction rehabilitation does not improve pain and function in young male athletes more than exercise alone: a randomized single-blind clinical trial.

INDIVIDUOS (70)	INTERVENCIÓN*	RESULTADOS						p-Valor entre grupos	
		GRUPO TENS			GRUPO CONTROL				
		Antes	Después de 4 semanas	Después de 14 semanas	Antes	Después de 4 semanas	Después de 14 semanas		
70 paciente varones atletas de entre 18 y 45 años, tras ACLR unilateral. Hubo 4 pérdidas. <u>Grupo TENS:</u> 35 participantes; media 26±4.1 edad; IMC de 23.05±1.93. <u>Grupo CONTROL:</u> 35 participantes, media 26.31±4.33 edad e IMC de 22.88±1.87.	➤ 5 sesiones/semana. ➤ 4 semanas postcirugía. ➤ Después ya no se usa TENS. <u>Grupo TENS (parámetros):</u> - TENS. - Tratamiento general. <u>Grupo CONTROL:</u> - Tratamiento general.	IKDC	32,05 ± 5,64	46,74 ±3,24	71,48 ±13,69	32,48 ± 5,83	46,74 ±3,51	69,22 ±15,83	0,66
		EVA (dolor)	74,71 ±13,22	36,31 ±5,71	20,65 ±9,86	70,97 ±13,2	36,31 ±5,5	22,62 ±10,28	0,65
		ROM (°)	43,02 ±5,58	109,91 ±7,68	133,54 ±12,65	41,4 ±5,97	111,74 ±6,99	131,22 ±14,19	0,58
Abreviaciones: ACLR: anterior cruciate ligament reconstruction; TENS: Estimulación Nerviosa Transcutánea; Dpulso: duración de pulso; mins: minutos; IKDC: International Knee Documentation Committee; EVA: escala analógica visual; ROM: range of movement.									
* El tratamiento general vendrá explicado en la <i>Figura 9: Protocolo de Forogh et al., 2017.</i>									

TABLA 10

EDUCACIÓN CRUZADA CONCÉNTRICA vs EDUCACIÓN CRUZADA EXCÉNTRICA vs REHABILITACIÓN TRADICIONAL

Karakoc et al., 2018. Cross-education improves quadriceps strength recovery after ACL reconstruction: a randomized controlled trial.

INDIVIDUOS (22)	INTERVENCIÓN	RESULTADOS					
			Grupo Nintendo	Grupo Control	p-valor	p-valor entre grupos	
<p>22 pacientes varones mayores de 18 años (20-40), sin tratamiento fisioterápico previo.</p> <p><u>Grupo Nintendo:</u> 14 participantes; media de 31±8.41 años; IMC de 26.21±2.72; tiempo de 38.5±40.5 días desde cirugía a rehabilitación.</p> <p><u>Grupo Control:</u> 8 participantes; media de 24±5.94 años; IMC de 22.80 ± 4.81; tiempo de 26.6 ± 14.09 días desde cirugía a rehabilitación.</p>	<p>➤ 3 veces/semana. ➤ 6 semanas. ➤ 45 minutos/sesión.</p> <p><u>Grupo Nintendo:</u> - Wii a partir de la 4ª semana, 40 min/sesión. - 10 min de Wii para equilibrio. - Última semana incremento de dificultad. - Rehabilitación acelerada común*.</p> <p><u>Grupo Control:</u> - Rehabilitación acelerada común*.</p>	Dolor	Inicio	3.9 ± 1.1	3.1 ± 1.8	0.365	0.365
			3ª Semana	2 ± 1.79	2.5 ± 1.48	0.676	0.676
			6ª Semana	1 ± 1.07	1.5 ± 1.16	0.639	0.639
		LEFS	Inicio	31.5 ± 16.25	40.5 ± 13.10	0.452	0.452
			3ª Semana	51 ± 11.68	59.5 ± 9.25	0.585	0.585
			6ª Semana	69 ± 9.47	70.5 ± 4.40	0.758	0.758
		COG	Inicio	41.25 ± 6.94	40 ± 11.53	0.864	0.277
			3ª Semana	46.40 ± 4.53	49.50 ± 5.24	0.055	0.717
			6ª Semana	49 ± 4.70	50.20 ± 5.11	0.561	0.707
		Puntuación Equilibrio (sec)	Inicio	11 ± 8.06	15 ± 6.84	0.372	0.372
			3ª Semana	17 ± 7.74	16.5 ± 7.40	0.754	0.754
			6ª Semana	24 ± 6.59	21 ± 7.19	0.593	0.593
<p>Abreviaciones: min: minutos; LEFS: Lower Extremity Functional Scale; COG: center of gravity.</p> <p>* Representado en la FIGURA 10: Protocolo de Karakoc et al., 2018.</p>							

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. Kapandji AI. Fisiología articular. Miembro Inferior: La Rodilla. En: Fisiología Articular 6ª ed. Madrid: Editorial Médica Panamericana S.L.; 2006. 65-155.
2. van Melick N, van Cingel RE, Brooijmans F, Neeter C, van Tienen T, Hullegie W, Nijhuis-van der Sanden MW. Evidence-based clinical practice update: practice guidelines for anterior cruciate ligament rehabilitation based on a systematic review and multidisciplinary consensus. *Br J Sports Med.* 2016 Dec;50(24):1506-1515.
3. Rodriguez RM, Marroquin A, Cosby N. Reducing Fear of Reinjury and Pain Perception in Athletes with First-Time Anterior Cruciate Ligament Reconstructions by Implementing Imagery Training. *J Sport Rehabil.* 2019 May 1;28(4):385-389.
4. Quijada S (dir). Revisión bibliográfica sobre las lesiones de ligamento cruzado anterior (LCA en los distintos deportes. [trabajo final de grado en Internet]. [Elche]: Universidad Miguel Hernández de Elche, 2017 [citado 3 de febrero de 2021]. Recuperado a partir de: <http://193.147.134.18/bitstream/11000/4032/1/QUIJADA%20GARC%C3%8DA%2C%20SUSANA.pdf>
5. Calvert ND, Smith A, Ackland T, Kuster MS, Ebert J. Kneeling difficulty is common following anterior cruciate ligament reconstruction with hamstring autograft and correlates with outcome measures. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2020 Jul;140(7):913-921.
6. Hauger AV, Reiman MP, Bjordal JM, Sheets C, Ledbetter L, Goode AP. Neuromuscular electrical stimulation is effective in strengthening the quadriceps muscle after anterior cruciate ligament surgery. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2018 Feb;26(2):399-410.
7. Alshewaier S, Yeowell G, Fatoye F. The effectiveness of pre-operative exercise physiotherapy rehabilitation on the outcomes of treatment following anterior cruciate ligament injury: a systematic review. *Clin Rehabil.* 2017 Jan;31(1):34-44.

8. Coronado RA, Bird ML, Van Hoy EE, Huston LJ, Spindler KP, Archer KR. Do psychosocial interventions improve rehabilitation outcomes after anterior cruciate ligament reconstruction? A systematic review. *Clin Rehabil.* 2018 Mar;32(3):287-298.
9. Tayfur B, Charupongsas C, Morrissey D, Miller SC. Neuromuscular Function of the Knee Joint Following Knee Injuries: Does It Ever Get Back to Normal? A Systematic Review with Meta-Analyses. *Sports Med.* 2021 Feb;51(2):321-338.
10. Mirkov DM, Knezevic OM, Maffiuletti NA, Kadija M, Nedeljkovic A, Jaric S. Contralateral limb deficit after ACL-reconstruction: an analysis of early and late phase of rate of force development. *J Sports Sci.* 2017 Mar;35(5):435-440.
11. Snoeker B, Turkiewicz A, Magnusson K, Frobell R, Yu D, Peat G, Englund M. Risk of knee osteoarthritis after different types of knee injuries in young adults: a population-based cohort study. *Br J Sports Med.* 2020 Jun;54(12):725-730.
12. Sanders TL, Kremers HM, Bryan AJ, Kremers WK, Stuart MJ, Krych AJ. Procedural intervention for arthrofibrosis after ACL reconstruction: trends over two decades. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2017 Feb;25(2):532-537.
13. Hughes L, Rosenblatt B, Haddad F, Gissane C, McCarthy D, Clarke T, Ferris G, Dawes J, Paton B, Patterson SD. Comparing the Effectiveness of Blood Flow Restriction and Traditional Heavy Load Resistance Training in the Post-Surgery Rehabilitation of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Patients: A UK National Health Service Randomised Controlled Trial. *Sports Med.* 2019 Nov;49(11):1787-1805.
14. Hutton B, Catalá-López F, Moher D. La extensión de la declaración PRISMA para revisiones sistemáticas que incorporan metaanálisis en red: PRISMA-NMA [The PRISMA statement extension for systematic reviews incorporating network meta-analysis: PRISMA-NMA]. *Med Clin (Barc).* 2016 Sep 16;147(6):262-6. Spanish.
15. Maher CG, Sherrington C, Herbert RD, Moseley AM, Elkins M. Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. *Phys Ther.* 2003;83(8):713-21.

16. Curran MT, Bedi A, Mendias CL, Wojtys EM, Kujawa MV, Palmieri-Smith RM. Blood Flow Restriction Training Applied with High-Intensity Exercise Does Not Improve Quadriceps Muscle Function After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Randomized Controlled Trial. *Am J Sports Med.* 2020 Mar;48(4):825-837.
17. Zargi TG, Drobic M, Jkoder J, Strazar K, Kacin A. The effects of preconditioning with ischemic exercise on quadriceps femoris muscle atrophy following anterior cruciate ligament reconstruction: a quasi-randomized controlled trial. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2016 Jun;52(3):310-20.
18. Labanca L, Rocchi JE, Laudani L, Guitaldi R, Virgulti A, Mariani PP, Macaluso A. Neuromuscular Electrical Stimulation Superimposed on Movement Early after ACL Surgery. *Med Sci Sports Exerc.* 2018 Mar;50(3):407-416.
19. Zult T, Gokeler A, van Raay JJAM, Brouwer RW, Zijdewind I, Farthing JP, Hortobágyi T. Cross-education does not improve early and late-phase rehabilitation outcomes after ACL reconstruction: a randomized controlled clinical trial. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2019 Feb;27(2):478-490.
20. Harput G, Ulusoy B, Yildiz TI, Demirci S, Eraslan L, Turhan E, Tunay VB. Cross-education improves quadriceps strength recovery after ACL reconstruction: a randomized controlled trial. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2019 Jan;27(1):68-75.
21. Capin JJ, Zarzycki R, Arundale A, Cummer K, Snyder-Mackler L. Report of the Primary Outcomes for Gait Mechanics in Men of the ACL-SPORTS Trial: Secondary Prevention with and Without Perturbation Training Does Not Restore Gait Symmetry in Men 1 or 2 Years After ACL Reconstruction. *Clin Orthop Relat Res.* 2017 Oct;475(10):2513-2522.
22. Arundale AJH, Cummer K, Capin JJ, Zarzycki R, Snyder-Mackler L. Report of the Clinical and Functional Primary Outcomes in Men of the ACL-SPORTS Trial: Similar Outcomes in Men Receiving Secondary Prevention with and Without Perturbation Training 1 and 2 Years After ACL Reconstruction. *Clin Orthop Relat Res.* 2017 Oct;475(10):2523-2534.

23. Arundale AJH, Capin JJ, Zarzycki R, Smith A, Snyder-Mackler L. Functional and Patient-Reported Outcomes Improve Over the Course of Rehabilitation: A Secondary Analysis of the ACL-SPORTS Trial. *Sports Health*. 2018 Sep/Oct;10(5):441-452.
24. Park JM, Park S, Jee YS. Rehabilitation Program Combined with Local Vibroacoustics Improves Psychophysiological Conditions in Patients with ACL Reconstruction. *Medicina (Kaunas)*. 2019 Sep 30;55(10):659.
25. Costantino C, Bertuletti S, Romiti D. Efficacy of Whole-Body Vibration Board Training on Strength in Athletes After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Randomized Controlled Study. *Clin J Sport Med*. 2018 Jul;28(4):339-349.
26. Friedmann-Bette B, Profit F, Gwechenberger T, Weiberg N, Parstorfer M, Weber MA, Streich N, Barié A. Strength Training Effects on Muscular Regeneration after ACL Reconstruction. *Med Sci Sports Exerc*. 2018 Jun;50(6):1152-1161.
27. Kaya D, Guney-Deniz H, Sayaca C, Calik M, Doral MN. Effects on Lower Extremity Neuromuscular Control Exercises on Knee Proprioception, Muscle Strength, and Functional Level in Patients with ACL Reconstruction. *Biomed Res Int*. 2019;2019:1694695.
28. Forogh B, Aslanpour H, Fallah E, Babaei-Ghazani A, Ebadi S. Adding high-frequency transcutaneous electrical nerve stimulation to the first phase of post anterior cruciate ligament reconstruction rehabilitation does not improve pain and function in young male athletes more than exercise alone: a randomized single-blind clinical trial. *Disabil Rehabil*. 2019 Mar;41(5):514-522.
29. Karakoc ZB, Colak TK, Sari Z, Polat MG. The Effect of Virtual Rehabilitation Added to an Accelerated Rehabilitation Program After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Randomized Controlled Trial. *Clin Exp Heal Sci*. 2019;9(2):124-9.
30. Serrano B, Serrano J. The efficacy and validity of blood flow restriction training in clinical and post-surgical populations. *Int J Physiother*. 2019 Oct;6(5):155-9.

31. Volpato HB, Szego P, Lenza M, Milan SL, Talerman C, Ferretti M. Femoral quadriceps neuromuscular electrical stimulation after total knee arthroplasty: a systematic review. *Einstein (Sao Paulo)*. 2016 Jan-Mar;14(1):77-98.
32. Pastora-Bernal JM, Estebanez-Pérez MJ, Lucena-Anton D, García-López FJ, Bort-Carballo A, Martín-Valero R. The Effectiveness and Recommendation of Motor Imagery Techniques for Rehabilitation after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review. *J Clin Med*. 2021 Jan 22;10(3):428.
33. Ural İH, Duymaz T, Özgönenel L. The Effect of Kinesiotaping Implementation After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Orthop J Sports Med*. 2017 Feb 28;5(2 suppl2):2325967117S00097.
34. Perriman A, Leahy E, Semciw AI. The Effect of Open- Versus Closed-Kinetic-Chain Exercises on Anterior Tibial Laxity, Strength, and Function Following Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2018 Jul;48(7):552-566.
35. Greenberg EM, Greenberg ET, Albaugh J, Storey E, Ganley TJ. Rehabilitation Practice Patterns Following Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Survey of Physical Therapists. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2018 Oct;48(10):801-811.
36. Rambaud AJM, Ardern CL, Thoreux P, Regnaud JP, Edouard P. Criteria for return to running after anterior cruciate ligament reconstruction: a scoping review. *Br J Sports Med*. 2018 Nov;52(22):1437-1444.
37. Walker A, Hing W, Lorimer A, Rathbone E. Rehabilitation characteristics and patient barriers to and facilitators of ACL reconstruction rehabilitation: A cross-sectional survey. *Phys Ther Sport*. 2021 Mar;48:169-176.
38. Levinger P, Hallam K, Fraser D, Pile Rebecca and Ardern C, Moreira B, Talbot S. A novel web-support intervention to promote recovery following Anterior Cruciate Ligament reconstruction: A pilot randomised controlled trial. *Phys Ther Sport*. 2017 Sep;27:29–37.

39. Królikowska A, Sikorski Ł, Czamara A, Reichert P. Effects of Postoperative Physiotherapy Supervision Duration on Clinical Outcome, Speed, and Agility in Males 8 Months After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Med Sci Monit.* 2018 Sep 26;24:6823-6831.
40. von Aesch AV, Perry M, Sole G. Physiotherapists' experiences of the management of anterior cruciate ligament injuries. *Phys Ther Sport.* 2016 May;19:14-22.
41. Ardern CL, Kvist J. What is the evidence to support a psychological component to rehabilitation programs after anterior cruciate ligament reconstruction? *Curr Orthop Pract.* 2016 May;27(3):263–8.
42. Poget F, Blackburn T, Descloux F, Fiddler H. Participating in an exercise group after anterior cruciate ligament reconstruction (ACLR) is perceived to influence psychosocial factors and successful recovery: a focus group qualitative study. *Physiotherapy.* 2019 Dec;105(4):492-500.
43. Sonesson S, Kvist J, Ardern C, Osterberg Annika and Silbernagel KG. Psychological factors are important to return to pre-injury sport activity after anterior cruciate ligament reconstruction: expect and motivate to satisfy. *KNEE Surg Sport Traumatol Arthrosc.* 2017 May;25(5):1375–8.