



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

CARRERA DE FISIOTERAPIA

TEMA:

**Influencia del Cross Education en pacientes con inmovilización
posquirúrgica por lesión del ligamento cruzado anterior**

AUTORES:

Fonseca Medina, Diego Xavier

Gutiérrez Rodríguez, Carmen Sobeida

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de

LICENCIADO EN FISIOTERAPIA

TUTORA:

De La Torre Ortega, Layla Yenebí

Guayaquil, Ecuador

27 de agosto del 2025



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE FISIOTERAPIA**

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por **Fonseca Medina, Diego Xavier; Gutiérrez Rodríguez, Carmen Sobeida**, como requerimiento para la obtención del título de **Licenciado en Fisioterapia**.

TUTORA



Firmado electrónicamente por:
**LAYLA YENEBI DE
ORTEGA**
Validar únicamente con FirmaEC

f. _____

De La Torre Ortega, Layla Yenebí

DIRECTOR DE LA CARRERA

f. _____

Jurado Auria, Stalin Augusto

Guayaquil, a los 27 del mes de agosto del año 2025



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE FISIOTERAPIA**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, **Fonseca Medina, Diego Xavier; Gutiérrez Rodríguez, Carmen Sobeida**

DECLARAMOS QUE:

El Trabajo de Titulación, **Influencia del Cross Education en pacientes con inmovilización posquirúrgica por lesión del ligamento cruzado anterior** previo a la obtención del título de **Licenciado en Fisioterapia**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de nuestra total autoría.

En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 27 del mes de agosto del año 2025

LOS AUTORES

f. Diego Fonseca Medina


Fonseca Medina, Diego Xavier

f. 

Gutiérrez Rodríguez, Carmen Sobeida



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE FISIOTERAPIA**

AUTORIZACIÓN

Nosotros, **Fonseca Medina, Diego Xavier; Gutiérrez Rodríguez,
Carmen Sobeida**

Autorizamos a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Influencia del Cross Education en pacientes con inmovilización posquirúrgica por lesión del ligamento cruzado anterior**, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 27 del mes de agosto del año 2025

LOS AUTORES:

f. Diego Fonseca Medina

Fonseca Medina, Diego Xavier

f. 

Gutiérrez Rodríguez, Carmen Sobeida

REPORTE COMPILATIO



TRABAJO DE TITULACION - FONSECA DIEGO, GUTIERREZ CARMEN COMPILATION



Nombre del documento: TRABAJO DE TITULACION - FONSECA DIEGO, GUTIERREZ CARMEN COMPILATION.docx ID del documento: c99c9ffdb de 133e0453263d88789b05b06686464 Tamaño del documento original: 280,67 kB	Depositante: Layla Yenebi De la Torre Ortega Fecha de depósito: 17/8/2025 Tipo de carga: Interface fecha de fin de análisis: 17/8/2025	Número de palabras: 7282 Número de caracteres: 51.416
--	---	--



Fuentes principales detectadas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	TESIS VALERIA PREFINAL 1 1 (1).docx TESIS VALERIA PREFINAL 1 1 (1) <small>Autógrafa</small> Viene de mi biblioteca 24 fuentes similares	3%		Palabras idénticas: 36 (231 palabras)
2	1.REVISADO TESIS FINAL-ORELLANA-TORRES.docx 1.REVISADO TESIS ... <small>Autógrafa</small> Viene de mi grupo 20 fuentes similares	3%		Palabras idénticas: 36 (227 palabras)
3	localhost Fatiga y calidad de vida en niños, niñas y adolescentes con cáncer he... http://localhost:8080/temui/bitstream/331715399/3/1/UCSG-PRE-MED-TERA-227.pdf 18 fuentes similares	2%		Palabras idénticas: 26 (169 palabras)
4	repositorio.ucsg.edu.ec Beneficios del Flasing en el tratamiento de pacientes ... http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/33171724655/1/UCSG-CA25-24249.pdf 17 fuentes similares	2%		Palabras idénticas: 26 (157 palabras)
5	localhost Beneficios de la fisioterapia cardiopulmonar en pacientes con túbere... http://localhost:8080/temui/bitstream/331717421/3/1/UCSG-PRE-MED-TERA-267.pdf 18 fuentes similares	2%		Palabras idénticas: 26 (152 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	hdl.handle.net Revisión bibliográfica sobre la rehabilitación tras la reconstruc... https://hdl.handle.net/11000/28152	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (34 palabras)
2	ojs.unipamplona.edu.co https://ojs.unipamplona.edu.co/index.php/afdh/article/view/1728	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (37 palabras)
3	Documento de otro usuario <small>Autógrafa</small> Viene de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (28 palabras)
4	www.baumovement.es Entrenamiento cruzado en tu lesión. Imprescindible. https://www.baumovement.es/post/entrenamiento-cruzado-en-tu-lesion-imprescindible	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (21 palabras)
5	EJEMPLO HOJAS PRELIMINARES INSTITUCIONALES Y FORMULARIOS DE... <small>Autógrafa</small> Viene de mi grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (28 palabras)

Fuentes mencionadas (sin similitudes detectadas) Estas fuentes han sido citadas en el documento sin encontrar similitudes.

1	https://core.ac.uk/download/pdf/996435349.pdf
2	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC11798646/
3	http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK499848/
4	https://www.researchgate.net/publication/6752921_Contralateral_effects_of_unilateral_strength_training_Evidence_and_possible_mechanisms
5	https://www.researchgate.net/publication/326068763_Cross-education_improves_quadiceps_strength_recovery_after_ACL_reconstruction_a_randomized_controlled_trial



AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco plenamente a Dios por su apoyo y guía en cada momento de mi vida; a la Mater por darme la fortaleza, disciplina y la serenidad necesaria para culminar este proceso de titulación sin desfallecer.

A mi compañera de tesis y mejor amiga, Carmen, con quien se compartió momentos memorables durante toda la carrera, constante esfuerzo, motivación mutua y dedicación para llegar a casi culminar esta etapa de nuestras vidas.

A mis amigos y a quienes pronto serán también mis compañeros de trabajo, por brindarme su amistad y enseñanzas del día para formarme como individuo y profesional.

Al Lcdo. Jorge Andrade, por su constante apoyo y por brindar todas las facilidades a través de su centro de fisioterapia, compartiendo casos clínicos, conocimientos y, sobre todo, su paciencia a lo largo de este proceso de titulación.

A la Lcda. Layla de la Torre, tutora de este trabajo, por su guía comprometida y su cercanía humana; para el desarrollo y culminación exitosa de este proyecto.

Finalmente, extendiendo un especial agradecimiento a mi oponente, la Mgtr. Sheyla Villacrés Caicedo, por las observaciones y aporte realizado para este proceso de titulación. Además, de una excelente docente y profesional que enriqueció mi formación académica y personal, muchas gracias.

Diego Fonseca Medina

AGRADECIMIENTO

Agradezco infinitamente a Dios, por darme la voluntad y fortaleza de avanzar, por protegerme siempre que salgo y regreso a mi hogar. Al Alma Mater y la Carrera de Fisioterapia, por darme la oportunidad de culminar mis estudios con éxitos.

A mi compañero y mejor amigo Diego, gracias por la paciencia que me tienes y el empeño que pusiste en nuestro trabajo. Por enseñarme el verdadero significado de amistad, siempre me apoyaste y nunca te rendiste.

A las personas que creyeron en mí, los amigos y futuros colegas que me brindó la Universidad, a quienes atesoraré por siempre, pues cada uno me enseñó una forma diferente de ver la vida.

A mi querida tutora, Lcda. Layla De La Torre por su paciencia, su tiempo, su enseñanza como docente, y su apoyo incondicional en todo este proceso de titulación.

Al Lic. Jorge Andrade, por habernos permitido realizar este trabajo en su centro de fisioterapia. Gracias por compartir sus conocimientos con nosotros, enseñarnos nuevas técnicas e impulsarnos a cada día seguir aprendiendo.

A los docentes que impartieron sus conocimientos con dedicación, en especial la Dra. Isabel Grijalva, por ser mi consejera durante toda la carrera, gracias de todo corazón por creer en mí e impulsarme a ser mejor.

Carmen Gutiérrez Rodríguez

DEDICATORIA

Antes que nada, este logro se lo entrego a Dios y a la Mater 3 veces admirable de Schoenstatt, quien han sido mi refugio y mi fuerza en cada etapa de este camino. En los días de cansancio me dio paz, en las dudas me regaló esperanza y en los momentos de miedo me mostró que siempre hay una razón para seguir adelante.

Dedico también este triunfo a mi querida familia Medina, porque en cada uno de ustedes encontré apoyo, compañía y palabras que me impulsaron a no rendirme. Su amor ha sido la base sobre la cual pude construir este sueño, y por eso este logro no es solo mío, sino nuestro.

A mis abuelitas, Jovita Paca Bailón Mera y María Antonieta Chum Gilero, aunque ya no están conmigo, sé que desde el cielo me acompañan y sonríen en este momento. Ellas siempre soñaron con verme graduado, y hoy siento que este triunfo es también una forma de honrar su amor y sus deseos.

A mis padres, Anita Medina Bailón y Gabriel Fonseca Chum, con todo mi corazón, porque su esfuerzo en cada ámbito de la vida me abrió caminos que sola no hubiera podido recorrer. Gracias por enseñarme con su ejemplo que los sacrificios valen la pena y que con trabajo, fe y amor todo es posible.

Y finalmente, me lo dedico a mí mismo. A la persona que, pese a las caídas y dificultades, nunca se rindió. A la que creyó en este sueño y lo persiguió hasta hacerlo realidad. Hoy puedo decir con orgullo que cada paso, cada esfuerzo valieron la pena porque me trajeron hasta aquí.

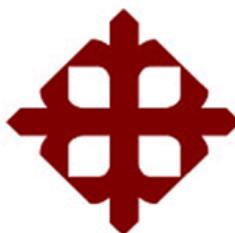
Diego Fonseca Medina

DEDICATORIA

Este logro se lo dedico a Dios porque gracias a él tengo a mi familia conmigo. A mi madre Rosana, por ser siempre ese complemento de fortaleza y lucha para lograr todos mis objetivos. Por estar allí para mí y brindarme incluso más de lo que necesitaba en la vida, s sacrificio, esfuerzo y dedicación me ha permitido llegar hasta aquí. A mi abuela Segunda por siempre interceder ante Dios por mí y aconsejarme siempre. A mis hermanas Maira, María y Nayely por soportar todas mis facetas, apoyarme y cuidar de mí incondicionalmente, cada una ha forjado un granito de arena a lo que ahora soy y seré. Al Abg. Richard por ser esa figura paterna en mi vida, brindarme sus consejos y enseñarme el respeto y la dedicación. A mi Luna, porque me acompañó en cada desvelada y en los momentos más estresantes, me hacía reír.

Finalmente, esto es una dedicatoria para mí, porque a pesar de todos los momentos en los cuales me sentí desfallecer, nunca me rendí, siempre busqué una razón, el lado bueno de las cosas y seguí avanzando, me enorgullece ver el camino que he forjado y que seguiré trabajando. Estoy emocionada por ver mi campo florecer.

Carmen Gutiérrez Rodríguez



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE FISIOTERAPIA

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. _____

SIERRA NIETO, VICTOR HUGO

DOCENTE DE LA CARRERA

f. _____

BURBANO LAJONES, ABIGAIL ELENA

DOCENTE DE LA CARRERA

f. _____

VILLACRES CAICEDO, SHEYLA ELIZABETH

OPONENTE

ÍNDICE

CONTENIDO	PÁG.
RESUMEN	XIV
ABSTRACT	XV
INTRODUCCIÓN	2
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	6
OBJETIVOS	7
Objetivo General	7
Objetivos Específicos	7
HIPÓTESIS	8
OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	9
MATERIALES Y MÉTODOS	11
Criterios de Inclusión	12
Criterios de Exclusión	12
Instrumentos para recolección de datos	13
RESULTADOS	16
DISCUSIÓN	23
CONCLUSIONES	25
RECOMENDACIONES	26
PRESENTACIÓN DE PROPUESTA DE INTERVENCIÓN	27
REFERENCIAS	31
ANEXOS	35

ÍNDICE DE FIGURAS

CONTENIDO	PÁG
Figura 1: Resultados de los datos sociodemográficos tomados de la muestra	16
Figura 2: Test de Daniels con valores iniciales y valores finales	17
Figura 3: Rango de movimiento en flexión con valores iniciales y valores	18
Figura 4: Rango de movimiento en extensión con valores iniciales y valores.....	18
Figura 5: Perímetro de cuádriceps con valores iniciales	19
Figura 6: Perímetro de cuádriceps con valores finales.....	19
Figura 7: Perímetro de gastrocnemios con valores iniciales	20
Figura 8: Perímetro de gastrocnemios con valores finales.....	20
Figura 9: Escala de EVA con valores iniciales y Finales	21

ÍNDICE DE TABLAS

CONTENIDO	PÁG
Tabla 1: Cuadro de variables – Elaborado por los autores.....	10
Tabla 2: Encuesta de conocimiento de Cross Education.....	22
Tabla 3: Propuesta de programa de entrenamiento basado en Cross Education	30

RESUMEN

Introducción: *Cross Education* o educación cruzada, constituye una alternativa terapéutica neuro fisiológicamente sustentada, cuyo principio radica en la mejora de parámetros neuromusculares en el miembro inmovilizado mediante el entrenamiento unilateral del miembro contralateral.

Objetivo: Determinar la influencia del *Cross Education* en la condición funcional de los pacientes con inmovilización posquirúrgico por lesión del LCA.

Metodología: El diseño es preexperimental, de corte longitudinal, de tipo cuantitativo y el enfoque es aplicativo. La población estuvo conformada por 60 pacientes adultos de los cuales se seleccionó una muestra de 30. Los instrumentos que se emplearon fueron: goniometría, test de Daniels, perímetro de cuádriceps y gastrocnemios, escala de EVA y encuesta de conocimiento. **Resultados:** La población se conformó por 47% hombres y 53,3% mujeres. El 56,7% alcanzó una nota muscular de 3 en el test de Daniels. El 50% reportaron dolor leve y moderado en la escala Eva. En la goniometría la flexión inicial alcanzo una media de 74,47° y en la extensión fue de -5,47 °, al final alcanzaron para la flexión 79,37° y la extensión -3,54°. En cuanto al perímetro muscular, el cuádriceps de la pierna operada logró un cambio de 0,5 cm al valor inicial, mientras que el gastrocnemio alcanzó un aumento de 0,3 cm. En la encuesta más del 50% de los participantes estuvieron de acuerdo en los beneficios de la técnica. **Conclusión:** El programa de *Cross Education* ha demostrado mejorar la fuerza muscular, el rango articular, la masa muscular y reducir el dolor.

Palabras claves: Ligamento cruzado anterior, entrenamiento unilateral, educación cruzada, rotura, lesión, postoperatorio.

ABSTRACT

Introduction: Cross Education is a neurophysiologically supported therapeutic alternative, whose principle lies in the improvement of neuromuscular parameters in the immobilized limb through unilateral training of the contralateral limb. **Objective:** To determine the influence of Cross Education on the functional condition of patients with post-surgical immobilization due to ACL injury. **Methodology:** The design is pre-experimental, longitudinal, quantitative and the approach is applicative. The population consisted of 60 adult patients, of which a sample of 30 was selected. The instruments used were: goniometry, Daniels test, quadriceps and gastrocnemius perimeter, VAS scale, and knowledge survey. **Results:** The population was composed of 47% men and 53.3% women. 56.7% achieved a muscle score of 3 on the Daniels test. 50% reported mild to moderate pain on the VAS scale. In goniometry, the initial flexion reached an average of 74.47° and in extension it was -5.47°, at the end they reached 79.37° for flexion and -3.54° for extension. Regarding the muscle perimeter, the quadriceps of the operated leg achieved a change of 0.5 cm from the initial value, while the gastrocnemius achieved an increase of 0.3 cm. In the survey, more than 50% of the participants agreed on the benefits of the technique. **Conclusion:** The Cross Education program has been shown to improve muscle strength, joint range of motion, muscle mass, and reduce pain.

Key words: Anterior cruciate ligament, unilateral training, cross education, rupture, injury, postoperative.

INTRODUCCIÓN

La rodilla es una articulación esencial para la funcionalidad del aparato locomotor. Se clasifica como una articulación sinovial, del tipo bisagra, debido a que permite movimientos principales, como lo son; la flexo-extensión y la rotación axial en menor grado durante la flexión. Se integra por la articulación femorotibial y la femoropatelar, con estructuras de soporte como la cápsula articular, ligamentos (cruzados y colaterales), meniscos y un sistema muscular muy complejo que brinda estabilidad dinámica (1).

Desde una perspectiva biomecánica, la estabilidad de la rodilla se establece mediante la distribución de fuerzas de compresión, cizallamiento y torsión ocasionadas durante la marcha y cambios de dirección, su función es resistirlas sirviendo como un eje significativo en la transmisión de cargas entre el fémur y la tibia (2). Su característica principal, va a depender de la integridad entre sus componentes estabilizadores, entre los cuales destaca el Ligamento Cruzado Anterior (LCA), cuya finalidad es restringir el desplazamiento anterior de la tibia con relación al fémur y controlar la rotación tibial interna (1).

Las lesiones del LCA representan una de las patologías más prevalentes en el ámbito ortopédico-deportivo, con una incidencia estimada de 68,6 por 100.000 personas-año, afectando predominantemente a atletas jóvenes que practican deportes con cambios de dirección, saltos o desaceleraciones bruscas (3). Esta lesión es 3 a 6 veces más frecuente en las mujeres en relación con los hombres. La ruptura de este ligamento compromete significativamente la estabilidad funcional de la articulación y genera alteraciones neuromusculares que pueden predisponer a lesiones secundarias si no se trata adecuadamente. El tratamiento de elección en pacientes activos es la reconstrucción quirúrgica, procedimiento que conlleva un periodo de inmovilización relativa para favorecer la integración del injerto y la reparación tisular (4).

En el postoperatorio de una reconstrucción del LCA (Ligamento Cruzado Anterior), la inmovilización protege la integridad del injerto, permitiendo una adecuada cicatrización. La inmovilización es definida como “el bloqueo parcial

de un segmento articular u óseo que se encuentre lesionado, buscando limitar el movimiento y mantenerlos en reposo, con la finalidad de conseguir la correcta reparación tisular” (13). Sin embargo, esto conlleva algunos efectos negativos desde la perspectiva funcional, aumentando el tiempo de retorno a la funcionalidad. La falta de carga mecánica consecuentemente de la inactividad en el músculo inmovilizado provoca la atrofia muscular, esto debido a que, “la ausencia de estímulos de contracción reduce el proceso de síntesis proteica, aumentando la degradación de proteínas musculares, disminuyendo así el tamaño y la fuerza” (9,14). Se ha reportado pérdida acelerada de masa muscular (atrofia), disminución de la fuerza isocinética, inhibición muscular iatrogénica (especialmente del cuádriceps femoral) y deterioro del control motor, lo cual ralentiza el proceso de rehabilitación funcional (5). A escala global, la incidencia es que hasta un 50% de los pacientes sometidos a cirugía para reparación de esta lesión presentan atrofia muscular postquirúrgica (4,12).

Recientemente, se llevó a cabo una investigación publicada en la revista Gaceta Sanitaria se analizó el comportamiento sedentario y la falta de actividad física en pacientes postquirúrgicos. Los hallazgos evidenciaron que el sedentarismo procedente de una inmovilización prolongada está directamente relacionado con el desarrollo de complicaciones adicionales en la salud, como la pérdida de masa muscular, retraso en la cicatrización y hasta trombosis venosa profunda (15).

Frente a esta problemática, el *Cross Education*, también denominado “educación cruzada”, se presenta como una alternativa terapéutica neuro fisiológicamente sustentada, cuyo principio radica en la mejora de parámetros neuromusculares en el miembro inmovilizado mediante el entrenamiento unilateral de fuerza-resistencia isocinética del miembro contralateral para generar ganancias funcionales en la extremidad posquirúrgica (6).

El *Cross Education* surgió a partir del siglo XIX, aunque su aplicabilidad clínica ha sido recientemente explorada con mayor profundidad en el contexto de la rehabilitación física. El principio neurofisiológico en que se basa la educación cruzada es la activación de ambas cortezas motoras y mediante la decusación

corticoespinal anterolateral. Esta vía está formada de un haz de aproximadamente de un millón de fibras nerviosas que provienen del área motora primaria del cerebro (9). El 75% de estas fibras se trasladan al lado opuesto en la decusación piramidal, mientras el otro 25% desciende de forma ipsilateral del tracto corticoespinal ventral. Las fibras que desciende de forma ipsilateral podrían ser las encargadas de activar las motoneuronas del lado no entrenado (5).

El Instituto Internacional de Ciencias Deportivas, define al entrenamiento como el “conjunto de estímulos sistemáticos y organizados que favorecen las adaptaciones funcionales, estructurales y psicológicas en el organismo, para optimizar el rendimiento y la condición o capacidad física del individuo” (16). Esta presenta componentes esenciales para su correcto desarrollo como lo son; la carga, adaptación, recuperación, progresión y especificidad.

Diversos estudios han demostrado que el entrenamiento contralateral, particularmente mediante ejercicios de fuerza isométrica, excéntrica o resistencia progresiva, es capaz de atenuar la pérdida de fuerza y prevenir la atrofia muscular del miembro no entrenado, incluso en condiciones de inmovilización, inactividad o disfunción postoperatoria (8,10). Sin embargo, al aplicar un programa de educación cruzada en el miembro no afectado, no hay una evidente hipertrofia muscular, pero si un desarrollo de fuerza gracias al aumento de drive neural, cambios espinales y hormonales.

En el caso de pacientes sometidos a reconstrucción del LCA, su aplicación podría representar una herramienta complementaria dentro del protocolo fisioterapéutico, favoreciendo la preservación de las capacidades musculares del miembro intervenido durante las fases en las que su uso está restringido (4).

Según Bowen et al. (19), los efectos de la Educación Cruzada al aplicar el entrenamiento de fuerza unilateral durante 4 semanas en pacientes con lesión de rodilla fueron beneficiosos en la extremidad contralateral no entrenada, aumentando en un 20% la fuerza muscular. De acuerdo con la revista académica *Frontiers in Physiology*, se obtuvieron incrementos de fuerza en

los músculos no entrenados, mediante el entrenamiento unilateral de resistencia en extremidad sana resultando en adaptaciones de las unidades motoras durante 8 semanas (20).

En Ecuador, no se identificaron estudios específicos que evalúen minuciosamente la influencia del *Cross Education* en pacientes post - operados de LCA, dicha ausencia de datos destaca el interés de la presente investigación en este aspecto.

El Centro de Fisioterapia Jorge Andrade es una institución destacada en el ámbito de la rehabilitación física y la terapia deportiva, reconocida por su enfoque integral y atención personalizada y no ha desarrollado estudios que determinen los beneficios del entrenamiento *Cross Education*. Por consiguiente, el propósito de este estudio es determinar su influencia en la condición funcional de los pacientes posquirúrgicos por lesión del LCA. Asimismo, se busca evaluar la fuerza, masa muscular, rango articular, intensidad del dolor respectivamente mediante test de Daniels, trofismo, goniometría, escala EVA. El estudio es completamente viable ya que existe una muestra apropiada de pacientes y no se requiere equipamientos altamente sofisticados.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo influye el entrenamiento mediante *Cross Education* en la condición funcional de los pacientes posquirúrgicos por lesión del LCA con inmovilización mediante *brace* articulado?

OBJETIVOS

Objetivo General

Determinar la influencia del *Cross Education* en la condición funcional de los pacientes posquirúrgicos por lesión del LCA con inmovilización mediante brace articulado.

Objetivos Específicos

1. Conocer los datos sociodemográficos de la población estudio.
2. Evaluar la fuerza, masa muscular, rango articular, intensidad del dolor respectivamente mediante test de Daniels, trofismo, goniometría, escala EVA.
3. Aplicar un programa de entrenamiento de *Cross Education* durante el periodo de inmovilización para los pacientes posquirúrgicos por lesión de LCA.
4. Analizar los resultados obtenidos tras la aplicación del programa basado en el entrenamiento de *Cross Education*.
5. Proponer un protocolo de intervención mediante *Cross Education* para los pacientes con inmovilización posquirúrgica por lesión del LCA.

HIPÓTESIS

El *Cross Education* mejora la condición funcional de los pacientes con inmovilización post quirúrgica por lesión de LCA ya que disminuye significativamente la pérdida de fuerza muscular, la atrofia muscular, el dolor y mejora el rango articular.

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Otras variables: edad, sexo, tipo de lesión.

Las variables consideradas para el estudio son las siguientes:

Variable	Indicadores	Valores o categorías	Tipo de variable	Instrumentos
Datos sociodemográficos	Sexo	Masculino y femenino	Cualitativa ordinal	Historia Clínica
	Edad	18-50 años	Cuantitativa continua	
Fuerza Muscular	Contracción muscular dinámica	<p>Escala de 0-5</p> <p>0: Ausencia total de contracción muscular (parálisis total).</p> <p>1: Contracción muscular visible, pero sin movimiento (parpadeo muscular).</p> <p>2: Movimiento posible sin vencer la gravedad (rango completo de movimiento sin resistencia).</p> <p>3: Movimiento posible contra la gravedad, pero no contra resistencia.</p> <p>4: Movimiento posible contra la gravedad y con resistencia moderada.</p> <p>5: Movimiento posible contra la gravedad y con resistencia máxima.</p>	Cuantitativa continua	Test de Daniels
Trofismo muscular	Perímetro muscular	Centímetros	Cuantitativa continua	Cinta métrica

Rango articular	Grados de movimiento	Flexión 0-150° Extensión 0-10°	Cuantitativa continua	Goniómetro
Dolor	Intensidad del dolor	Escala de 0 a 10 (0: sin dolor, 10: dolor máximo)	Cuantitativa Ordinal	Escala de EVA
Componente educativo	Conocimiento sobre la técnica aplicada	Totalmente de acuerdo De acuerdo Indiferente En desacuerdo Totalmente en desacuerdo	Cualitativa Ordinal	Encuesta Escala de Likert

Tabla 1: Cuadro de variables – Elaborado por los autores.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se diseñó como una intervención preexperimental para evaluar la influencia del método de *Cross Education* en la rehabilitación de pacientes con reconstrucción de LCA en el centro de fisioterapia Jorge Andrade.

Se llevará a cabo un estudio prospectivo y longitudinal, recopilando datos antes y después de la aplicación del protocolo durante un período de tiempo definido (23). Para facilitar el análisis e interpretación de los resultados, las variables de interés serán de naturaleza cuantitativa y descriptiva.

De acuerdo con Hernández et al. (23) “Un trabajo de investigación tiene un enfoque cuantitativo cuando este se caracteriza en probar sus hipótesis, basándose en el análisis y medición numérica, mediante la utilización de la recolección de datos estadísticos”. Esto permite identificar propiedades y características que contribuyen a la refutación o validación de hipótesis. Por ello, este trabajo será cuantitativo y de nivel aplicativo, ya que buscamos objetividad y precisión, a través de la medición y registro de información de las características y propiedades de nuestra población (23).

La población se define como el conjunto de casos que coinciden con determinadas características (23). Se llevará a cabo un estudio con una población de 60 pacientes, de los cuales se tomará una muestra de 30 pacientes adultos de acuerdo con los criterios de inclusión y exclusión, que se encuentran en proceso de rehabilitación postquirúrgica de reconstrucción del ligamento cruzado anterior (LCA) con inmovilización, en el centro de fisioterapia de Jorge Andrade.

Una muestra se define como el subgrupo poblacional donde se recopilan los datos estadísticos (23). Y estará delimitada según los criterios de inclusión y exclusión. Este estudio tiene un tipo de muestro no probabilístico por conveniencia, puesto que, se busca seleccionar una muestra en base a la facilidad de acceso, disponibilidad de pacientes, patología y características a fin de la investigación.

Según Padró-Solanet, define el muestreo por conveniencia “Consiste en seleccionar los casos de la muestra de acuerdo con el conocimiento de la población y de los elementos que la forman” (24).

Criterios de Inclusión

- Pacientes con diagnóstico único de lesión de LCA, que hayan sido sometidos a cirugía con indicación de inmovilización postquirúrgica.
- Pacientes lesión de LCA y otras lesiones de rodilla que hayan sido sometidos a cirugía con indicación de inmovilización postquirúrgica.
- Adultos que asistan al Centro de Fisioterapia Jorge Andrade para su rehabilitación de manera regular (3 – 5 veces a la semana).
- Pacientes que acepten participar voluntariamente en el estudio y firmen el consentimiento informado.

Criterios de Exclusión

- Pacientes con condiciones psiquiátricas o cognitivas graves que no puedan seguir comandos verbales.
- Personas con enfermedades neuromusculares o metabólicas que afecten la respuesta al entrenamiento.
- Pacientes que no se encuentren dentro del periodo de inmovilización postquirúrgica.
- Pacientes que realicen otro tipo de entrenamiento o tratamiento fisioterapéutico convencional con agentes físicos durante el periodo de inmovilización

Instrumentos para recolección de datos

“Un instrumento de investigación es una herramienta útil para el análisis y la recopilación de información en el desarrollo de una investigación. Estos pueden incluir fichas de cotejo, cuestionarios, escalas de medición, fichas de entrevistas estructuradas, pruebas estandarizadas” (23).

Los instrumentos que se aplicaran en la evaluación de los pacientes que permitan valorar diferentes aspectos del sistema musculoesquelético:

La historia clínica es considerada como documento declarativo de responsabilidad médico-sanitaria que engloba información médica relevante del paciente y su contenido varía entre anamnesis, examen físico, antecedentes personales del paciente, antecedentes familiares, diagnósticos, tratamientos, evolución del paciente, pruebas complementarias y decisiones clínicas. Además, este documento tiene un factor de confidencialidad médico-paciente e importancia jurídica para algún tipo de juicio por daños médicos o defensa del profesional implicado (25).

La Escala de Daniels permite evaluar la fuerza muscular a través de una clasificación del 0 al 5, donde 0 indica ausencia total de contracción muscular y 5 indica movimiento posible contra la gravedad y con resistencia máxima; siendo una herramienta útil en fisioterapia para detectar debilidad muscular y orientar el tratamiento, especialmente en casos de lesiones neurológicas o musculares (26).

Por otro lado, la goniometría se emplea para medir el rango de movimiento articular mediante un goniómetro. Como lo define Taboadela, "goniometría es la técnica de medición de los ángulos creados por la intersección de los ejes longitudinales de los huesos a nivel de las articulaciones" (27).

Los resultados que se miden son la flexión y extensión de rodilla. En el cual, para medir la flexión de rodilla, se debe ubicar al paciente en decúbito supino con las piernas completamente extendida y posición neutral.

El goniómetro se ubica en el cóndilo femoral externo de la rodilla a medir; el brazo fijo se debe alinear con la línea media del muslo, teniendo en cuenta como referencia al trocánter mayor de fémur y el brazo móvil debe alinearse la línea media de la pierna, y como referencia tomar el maléolo externo. Se debe solicitar al paciente que realice una flexión de rodilla, elevando la cadera para relajar el cuádriceps. Durante el movimiento el brazo móvil debe acompañar el desplazamiento de esta. Se debe registrar el ángulo formado de la posición inicial hasta la final (27). En cambio, para medir la extensión de rodilla, se debe ubicar al paciente en decúbito prono y colocar una almohada debajo del muslo para estabilizarlo.

El goniómetro se coloca en 0° , con el eje sobre el cóndilo femoral externo, el brazo fijo alineado al muslo y el brazo móvil a la pierna. La medición es pasiva, elevando ligeramente la pierna mientras el brazo móvil acompaña el movimiento. Así mismo, se registra el ángulo formado de la posición inicial a la final (27).

La medición de perímetros musculares permite valorar la masa muscular y su distribución. En este sentido, Ross y Worrell (1998) señala que "el perímetro del muslo es un parámetro fácil y rápido de medir durante la evaluación de la rodilla con el fin de identificar la atrofia muscular y la documentación de la asimetría" (27,28). Para este estudio se va a medir el perímetro del cuádriceps y gastrocnemios.

Para medir el perímetro del cuádriceps se medirá 15 cm por encima de la rótula para poder valorar el recto femoral. Se pondrá la cinta métrica en el contorno de cuádriceps y se tomará la medida de la circunferencia del cuádriceps en centímetros (27).

En cambio, para medir el perímetro de los músculos gastrocnemios. Para ello, se toma la distancia desde la parte inferior del hueco poplíteo hasta donde el músculo pierde volumen antes de unirse al tendón de Aquiles. Una vez que se tiene esa medida total, se busca el punto medio, ya que normalmente ahí es donde el músculo alcanza su mayor grosor. En ese punto central se rodea la pantorrilla con una cinta métrica flexible para obtener la circunferencia. Es importante que la cinta esté recta y nivelada, que no apriete la piel, y que la persona esté en una postura relajada y natural, con el músculo sin tensión, para asegurar una medición confiable (27).

Según García E. (26), define la escala de EVA como “Línea horizontal de 10 centímetros, en cuyos extremos se encuentran las expresiones extremas del dolor. En el izquierdo se ubica la ausencia y en el derecho la mayor intensidad. Se pide al paciente que marque en la línea la intensidad”. Al momento de aplicar la valoración de dolor, el paciente va a puntuar entre los valores de 0 a 10. Estos de aquí se clasifican como dolor leve, dolor moderado y dolor severo. El dolor leve tiene un rango de 0 a 3, el dolor moderado está en el rango de 4 a 7 y el dolor severo está en el rango de 8 a 10 (26).

Finalmente, La encuesta es una técnica de recolección de datos de una muestra poblacional en procedimientos estandarizados para una investigación, donde se pretende describir o explicar una serie de características (29).

El análisis de los datos se llevará a cabo en Microsoft Excel, un programa informático que permite realizar cálculos y análisis estadísticos mediante el uso de hojas de cálculo.

RESULTADOS

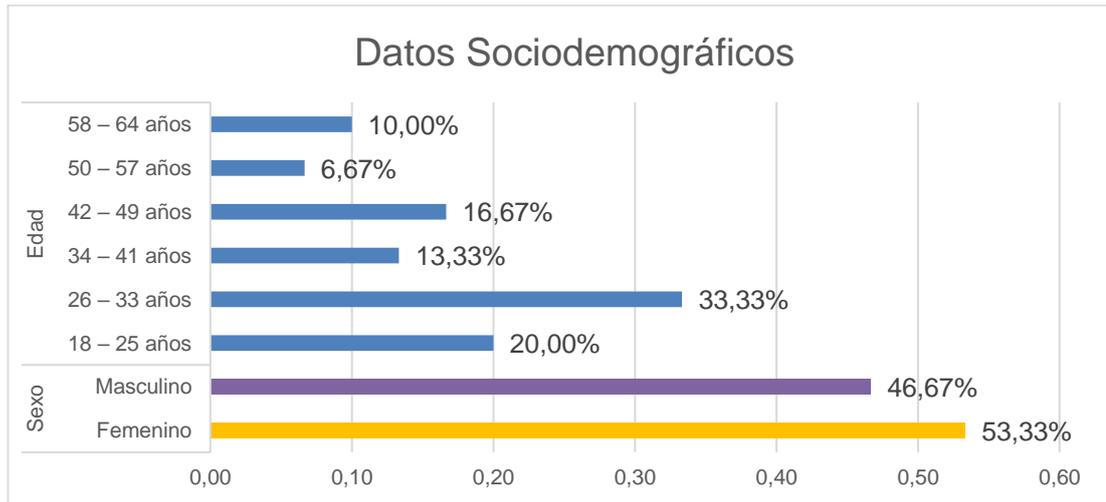


Figura 1: Resultados de los datos sociodemográficos tomados de la muestra

La muestra estuvo conformada, en su mayoría, por personas en el rango de 26 a 33 años, representando el 33,33%. El 20% estuvo representado por el grupo de 18 a 25 años. Las edades comprendidas entre 42 y 49 años y entre 34 y 41 años tuvieron una representación intermedia, mientras que los grupos de 50 a 57 y 58 a 64 años mostraron la menor participación. En lo que respecta a la distribución por sexo, se observó un equilibrio relativo, con un 46,67% de hombres y un 53,33% de mujeres.

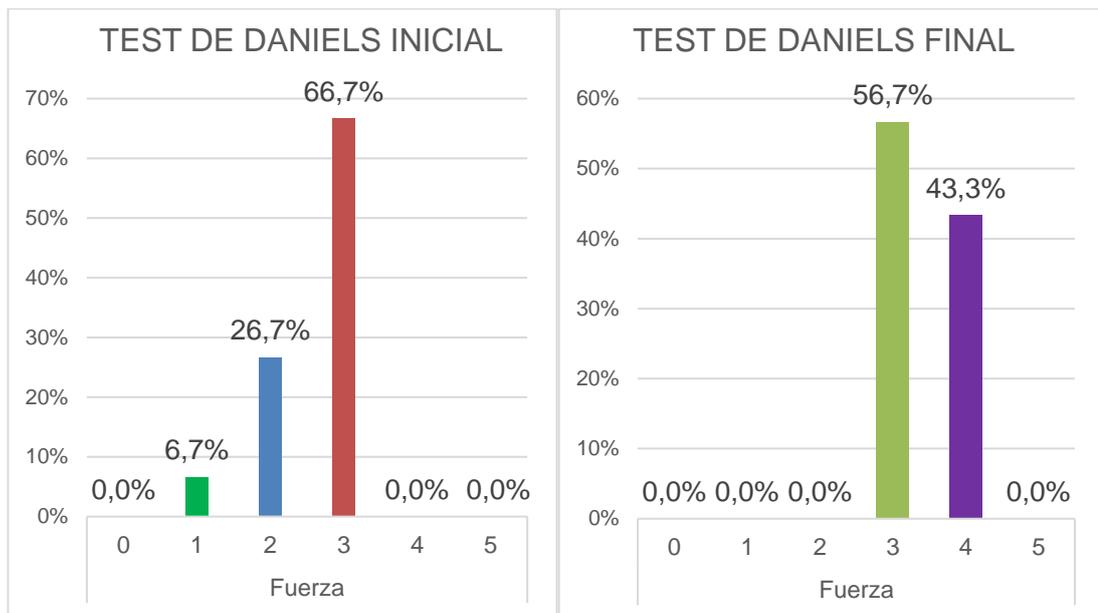


Figura 2: Test de Daniels con valores iniciales y valores finales

Al inicio de la evaluación mediante el Test de Daniels para valorar la fuerza muscular se evidenció que la mayoría de los participantes (66,7%) alcanzaron una nota muscular de tres, seguido por un 26,7% con una nota de dos y un 6,7% con una nota muscular de uno, sin presencia de valores en los niveles superiores. Tras la intervención, se obtuvieron cambios positivos: ya que un 43,3% de los participantes alcanzó una nota muscular de cuatro y el 56,7% alcanzó una nota de tres. Este cambio refleja una progresión a mejores niveles de fuerza, con un desplazamiento claro desde valores bajos o moderados hacia categorías funcionalmente más altas, lo que indica un fortalecimiento muscular significativo como resultado del proceso de rehabilitación.

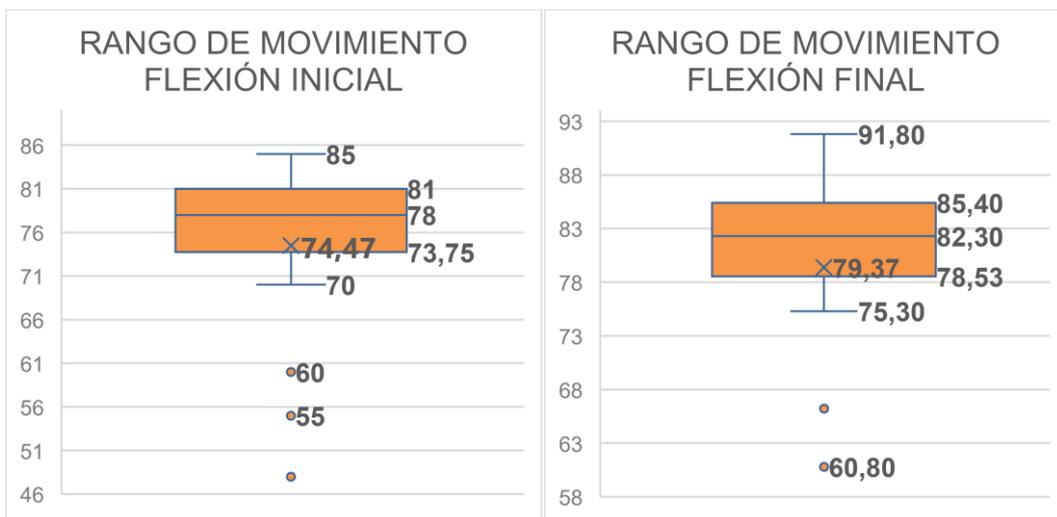


Figura 3: Rango de movimiento en flexión con valores iniciales y valores

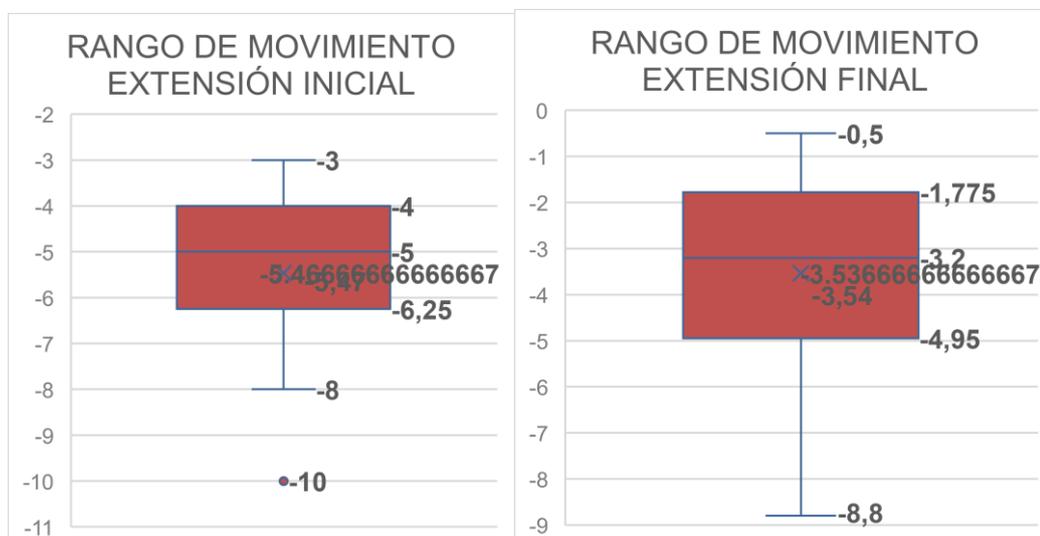


Figura 4: Rango de movimiento en extensión con valores iniciales y valores

El análisis del rango de movimiento, los registros iniciales mostraron que la flexión de rodilla alcanzó un promedio de 78°, mientras que la extensión presentó una limitación moderada con valores alrededor de -5°, lo que refleja una limitación funcional. Posterior a la intervención, la flexión se incrementó en aproximadamente 4°, superando los 82°, y la extensión mejoró 2°, acercándose a la posición neutral. Esta variación, aunque numéricamente discreta, supone un aumento en la amplitud articular que puede traducirse en una ejecución más eficiente de las actividades funcionales.

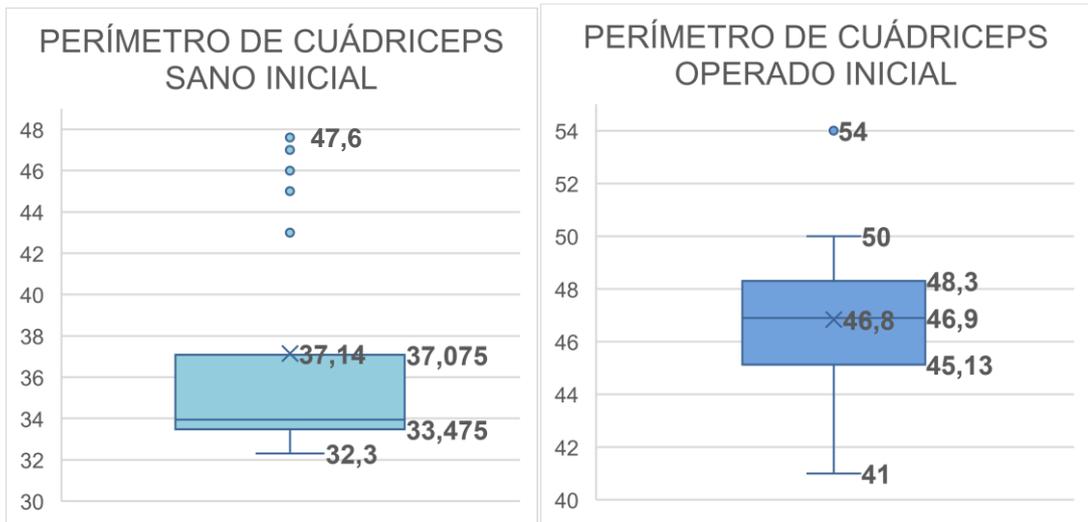


Figura 5: Perímetro de cuádriceps con valores iniciales

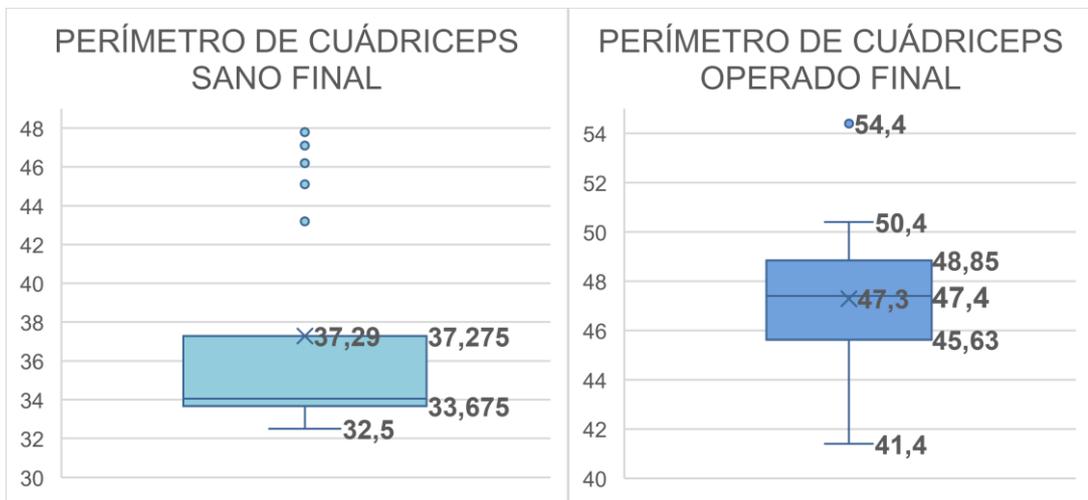


Figura 6: Perímetro de cuádriceps con valores finales

47,8

En cuanto al perímetro muscular, los datos iniciales revelaron que el cuádriceps sano mantenía un grosor promedio cercano a los 37 cm, mientras que el operado era más voluminoso, con unos 47 cm. En la evaluación final, el miembro sano mostró un cambio menor a 0,2 cm, mientras que el operado presentó una ganancia aproximada de 0,5 cm. Esta diferencia, sugiere un efecto positivo del trabajo de fortalecimiento, que permitió recuperar parte de la masa muscular perdida y mejorar la simetría funcional entre ambos miembros.

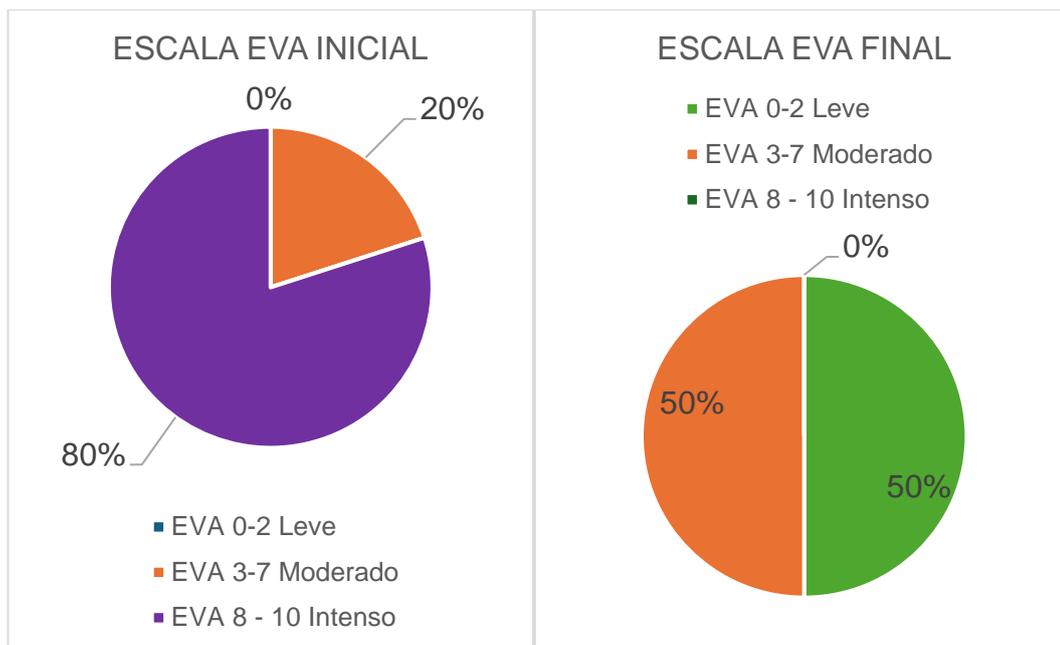


Figura 9: Escala de EVA con valores iniciales y Finales

En cuanto a la percepción del dolor mediante la escala EVA, en la medición inicial el 80% de los participantes reportó dolor intenso (8–10) y el 20% dolor moderado (3–7), sin casos de dolor leve (0–2). Al finalizar la intervención, no se registraron casos de dolor intenso, distribuyéndose equitativamente los reportes entre dolor leve y moderado (50% cada uno). Este cambio refleja una reducción clínicamente significativa en la intensidad del dolor tras la intervención.

Preguntas	Respuestas			Total	Porcentajes		
	A	B	C		A	B	C
1	18	4	8	30	60,0%	13,3%	26,7%
2	24	6	0	30	80,0%	20,0%	0,0%
3	17	7	6	30	56,7%	23,3%	20,0%
4	20	7	3	30	66,7%	23,3%	10,0%
5	20	6	4	30	66,7%	20,0%	13,3%
6	24	6	0	30	80,0%	20,0%	0,0%
7	25	5	0	30	83,3%	16,7%	0,0%
8	28	2	0	30	93,3%	6,7%	0,0%
9	28	2	0	30	93,3%	6,7%	0,0%
10	28	2	0	30	93,3%	6,7%	0,0%

A = De acuerdo
B = Indiferente
C = En desacuerdo

Tabla 2: Encuesta de conocimiento de Cross Education

Finalmente, en relación con los resultados de la encuesta sobre el conocimiento de la técnica de *Cross Education* aplicada a los pacientes, se obtuvieron los siguientes datos: en las primeras tres preguntas, que evaluaron el conocimiento previo de los pacientes con relación a *Cross Education*, entre el 56,7% al 80% de los encuestados refirió que el fisioterapeuta les explicó la técnica y sus beneficios. En la cuarta pregunta, relacionada con la experiencia personal de los pacientes al aplicar la técnica, el 66,7% indicó que pudo resolver sus dudas antes de comenzar el tratamiento. De la quinta a la séptima pregunta, que valoraban la apreciación personal al aplicar la técnica de *Cross Education*, entre el 66,7% al 83,3% consideraron que la técnica era adecuada para su caso, que se sentían motivados para participar y que percibían la técnica como segura para su condición. Por último, de la octava a la décima pregunta, que evaluaron la adherencia al tratamiento, el 93,3% de los pacientes expresó su disposición a seguir un plan de tratamiento con ejercicios unilaterales, a recibir un monitoreo activo de su progreso y a recomendar la técnica a otras personas.

DISCUSIÓN

Estudios sistemáticos y ensayos clínicos han demostrado que el *Cross Education* funciona como una estrategia eficaz para minimizar la pérdida de fuerza en el miembro afectado tras una cirugía de LCA. Estudios como el de Harput et al. (6), han documentado incrementos significativos en fuerza del cuádriceps contralateral, lo cual coincide con nuestros hallazgos, donde se denota un cambio en la prueba de Daniels alcanzando notas musculares más altas permitiendo niveles funcionales, alcanzado una nota muscular de cuatro. Nuestra muestra mostró una variabilidad destacada en cuanto a fuerza (medida por escala de Daniels), perímetro (medido con cinta métrica) y otras variables. Esta dispersión podría atribuirse a factores como la fisiología, metabolismo, adherencia al ejercicio y alimentación, lo cual también se menciona en investigaciones con resultados mixtos (18).

En los resultados obtenidos del presente estudio, se observó que la masa muscular en el cuádriceps de la extremidad operada aumentó en promedio de 0,5 cm y en el gastrocnemio de 0,3 cm, mientras que en las extremidades sanas mantuvieron un trofismo muscular similar a la inicial. De acuerdo con el estudio de Lecce et al. (20), en correlación a la circunferencia de los miembros, se obtuvo valores significativos en el brazo entrenado por período de tiempo de 8 semanas, el miembro entrenado mostró un aumento del 6,5% al finalizar la intervención. En contraste, el miembro no entrenado presentó escasas variaciones con un 0,72% del trofismo muscular. Los resultados evidencian que un entrenamiento unilateral genera cambios de hipertrofia en el miembro trabajado, y en el miembro contralateral no muestran modificaciones drásticas. Además, de que sirve como un aporte en el tratamiento para la prevención de la atrofia muscular.

A nivel de control del dolor, medido mediante la Escala Visual Análoga (EVA), se observó una tendencia a la disminución progresiva del puntaje doloroso. Al concluir la intervención, no se presentaron casos de dolor intenso, y la cantidad de participantes con dolor moderado y leve fue equitativa, similar a lo reportado en otros estudios que sugieren que el *Cross Education* no solo contribuye a la activación neuromuscular contralateral, sino que también

modula el umbral de dolor central (30,31). Este hallazgo es clínicamente significativo, ya que confirma que la educación cruzada no exacerba molestias en la extremidad afectada, incluso al ser aplicada durante fases iniciales posquirúrgicas.

En cuanto a la movilidad articular, evaluada con goniometría tras el retiro del *brace* articulado, se mantuvieron rangos funcionales sin retrocesos clínicos importantes. Se registro un de 4° en flexión y 2° en extensión de rodilla, lo que favorece un patrón de movimiento más eficiente para la extremidad. Estudios como el de Cuyul-Vásquez et al. (32) también reflejan que el *Cross Education* puede facilitar el control motor sin comprometer la seguridad articular.

Respecto al componente educativo, se incorporó un cuestionario estructurado para determinar el conocimiento previo del paciente sobre la técnica utilizada y su percepción posterior. La mayoría de los participantes desconocían inicialmente el concepto de *Cross Education*, pero al final del proceso no solo lograron comprenderlo, sino que expresaron confianza en la intervención y su utilidad clínica. Este aspecto, poco abordado en la literatura, representa un valor añadido en el proceso terapéutico. Educar al paciente mejora su adherencia y reduce la ansiedad ante métodos poco convencionales. La evidencia sugiere que intervenciones con componente educativo generan mejores resultados funcionales y mayor satisfacción del paciente (33).

CONCLUSIONES

El programa de *Cross Education* aplicado en pacientes postquirúrgicos de LCA, durante el período de inmovilización, ha demostrado mejorar la fuerza muscular, el rango articular, la masa muscular y reducir el dolor. Esto refleja una mejora importante en su bienestar general y en el tiempo de recuperación del paciente. Los participantes mostraron además una buena adherencia al tratamiento y niveles óptimos de satisfacción post intervención.

RECOMENDACIONES

- Implementar el *Cross Education* como complemento rehabilitador en técnicas convencionales, optimizando la recuperación funcional en pacientes posquirúrgicos de rodilla.
- Ampliar el tamaño muestral y prolongar el tiempo de seguimiento con el fin de obtener un mayor control de las variables y fortalecer la validez de los resultados.
- Ejecutar un grupo de control en los estudios futuros para determinar si los resultados obtenidos pueden atribuirse exclusivamente a intervenciones tempranas mediante *Cross Education* en lugar de a otros factores externos.
- Realizar estudios con intervención posquirúrgica de otras patologías para comparar cómo incide el *Cross Education* en la mejora del desequilibrio y atrofia muscular.
- Diseñar protocolos individualizados combinando el entrenamiento unilateral con otras técnicas kinésicas acorde a las necesidades del paciente.

PRESENTACIÓN DE PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

Tema de Propuesta:

Programa de rehabilitación basado en el *Cross Education*.

Objetivo:

Desarrollar un programa de entrenamiento unilateral mediante *Cross Education* dirigido a los pacientes posquirúrgicos por lesión del LCA con inmovilización utilizando *brace* articulado.

Objetivos específicos:

1. Disminuir la atrofia muscular contralateral.
2. Eliminar la inhibición iatrogénica.
3. Evitar el desequilibrio muscular.
4. Manejar el dolor durante la intervención.

Justificación:

El *Cross Education* es una técnica de transferencia adaptativa neuromuscular desde el miembro entrenado hacia el miembro contralateral no entrenado, demostrando ser eficaz en diversos escenarios clínicos, incluidos pacientes con fracturas, accidentes cerebrovasculares y posoperatorios ortopédicos (21). La inmovilización relativa que, si bien es necesaria para la consolidación del injerto, produce efectos negativos sobre en el miembro afectado, como atrofia muscular, inhibición neuromuscular, disminución de la fuerza isométrica y deterioro de la funcionalidad articular (1,2,4). La activación cruzada de la corteza motora bilateral durante el entrenamiento unilateral genera efectos favorables sobre la preservación de la fuerza, la prevención de la atrofia y la mejora del control neuromuscular del miembro inmovilizado. Además, es importante resaltar que el *Cross Education* es una técnica

complementaria para acelerar el tratamiento convencional y por ende la recuperación.

Se realizó una propuesta de ejercicios basados en enfoque fuerza unilateral y activación neuromuscular que se presentó previo a aprobación del propietario del Centro de Rehabilitación Jorge Andrade, misma que fue aceptada antes de iniciar la valoración. Cada carga física del ejercicio se adaptará de acuerdo con la tolerancia y capacidad del paciente.

EJERCICIO	DESCRIPCIÓN
<p data-bbox="336 949 916 1032">Extensión de rodilla con banda elástica o pesas (pierna sana)</p> 	<p data-bbox="963 898 1471 1133">Se coloca al paciente en sedestación, se coloca la banda elástica o peso en el tobillo de la pierna sana. Se le pide que extienda la rodilla y regresa lentamente controlando el movimiento.</p> <p data-bbox="963 1167 1471 1352">Puntos de control: Mantener la espalda erguida, no realizar movimientos bruscos, ni extensión forzada y controlar el regreso.</p> <p data-bbox="963 1386 1410 1420">Carga sugerida: (series 3 x rep12)</p>
<p data-bbox="357 1518 898 1552">Puente unilateral con o sin resistencia</p> 	<p data-bbox="963 1518 1471 1906">Se coloca al paciente en decúbito supino boca arriba, flexiona la pierna sana y se apoya en el suelo mientras la otra se mantiene extendida. El movimiento se basará en elevar la cadera contrayendo glúteos y controlando lentamente la bajada. Mantener abdomen contraído.</p> <p data-bbox="963 1939 1410 1973">Carga sugerida: (series 3 x rep10)</p>

<p>Lunge hacia atrás (pierna sana adelante) asistida en la escalera sueca o con una silla.</p> 	<p>Coloca la pierna sana adelante y la lesionada atrás. Se le pide al paciente que dé un paso largo controlado hacia atrás y flexiona ambas rodillas descendiendo el cuerpo, ayudándose de la escalera sueca o una. Luego regresa a la posición inicial controlando el movimiento. Con este ejercicio también mejoramos el control del equilibrio.</p> <p>Carga sugerida: (series 3 x rep10)</p>
<p>Peso muerto unilateral (con o sin carga)</p> 	<p>Se ubica al paciente en bipedestación, con la carga sobre la pierna sana, inclina el tronco hacia adelante mientras la pierna contraria se extiende hacia atrás. Se puede realizar con o sin peso en las manos. Mantener espalda erguida.</p> <p>El objetivo es fortalecer glúteo, isquiotibiales y mejorar la estabilidad postural.</p> <p>Carga sugerida: (series 3 x rep10)</p>
<p>Balance en superficie inestable o almohada</p> 	<p>Se ubica al paciente en bipedestación sobre la pierna sana, manteniendo el equilibrio sobre una superficie inestable (bosu, cojín o almohada firme). Se le da el comando de mantener mirada al frente, abdomen contraído y brazos relajados.</p> <p>El objetivo es mejorar la propiocepción, control neuromuscular y equilibrio. Carga sugerida: (series 3 x 30 seg)</p>

<p style="text-align: center;">Elevación de talones unilateral</p> 	<p>Se ubica al paciente en bipedestación, apoyado en una superficie estable para mantener el equilibrio, se eleva el talón de un solo pie hasta quedar en puntillas y luego se desciende de manera controlada.</p> <p>El objetivo es fortalecer el gastrocnemio, mejorar la estabilidad del tobillo y la fuerza unilateral.</p> <p>Carga sugerida: (series 3 x rep12)</p>
<p style="text-align: center;">Imaginería motora</p> 	<p>Se ubica al paciente en sedestación o decúbito en posición relajada, el paciente debe imaginar mentalmente que está realizando los movimientos o ejercicios con la pierna operada, mientras los realiza con la pierna sana.</p> <p>El objetivo es estimular la activación cerebral y neuromuscular en el miembro operado, reduciendo la inhibición iatrogénica y facilitando la recuperación funcional.</p> <p>Se recomienda realizarlo en un área en silencio, concentrándose en cada detalle del movimiento.</p> <p>Carga sugerida: 2–3 minutos concentrado</p>

Tabla 3: Propuesta de programa de entrenamiento basado en *Cross Education*

REFERENCIAS

1. Panesso MC, Trillos MC, Guzmán IT. BIOMECÁNICA CLÍNICA DE LA RODILLA. Editor Univ Rosario Fac Rehabil Desarro Hum [Internet]. 2018;(39). Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/86435349.pdf>
2. Kacprzak B, Stańczak M, Surmacz J, Hagner-Derengowska M. Biophysics of ACL Injuries. Orthop Rev [Internet]. 7 de diciembre de 2024 [citado 1 de julio de 2025];16:126041. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC11798646/>
3. Sanders TL, Maradit Kremers H, Bryan AJ, Larson DR, Dahm DL, Levy BA, et al. Incidence of Anterior Cruciate Ligament Tears and Reconstruction: A 21-Year Population-Based Study. Am J Sports Med [Internet]. junio de 2016;44(6):1502-7. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26920430/>
4. Evans J, Mabrouk A, Nielson J I. Anterior Cruciate Ligament Knee Injury. En: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 [citado 1 de julio de 2025]. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK499848/>
5. Carroll TJ, Herbert R, Munn J, Lee M. Contralateral effects of unilateral strength training: Evidence and possible mechanisms. ResearchGate [Internet]. 4 de marzo de 2025 [citado 15 de junio de 2025];101(5):1514-22. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/6752921_Contralateral_effects_of_unilateral_strength_training_Evidence_and_possible_mechanisms
6. Harput G, Ulusoy B, Yildiz TI, Demirci S, Eraslan L, Turhan E, et al. Cross-education improves quadriceps strength recovery after ACL reconstruction: a randomized controlled trial. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA [Internet]. enero de 2019;27(1):68-75. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/326068763_Cross-education_improves_quadriceps_strength_recovery_after_ACL_reconstruction_a_randomized_controlled_trial
7. Howatson G, Zult T, Farthing JP, Zijdwind I, Hortobagyi T. Mirror training to augment cross-education during resistance training: a hypothesis. Front Hum Neurosci [Internet]. 24 de julio de 2013 [citado 30 de junio de 2025];7. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/journals/human-neuroscience/articles/10.3389/fnhum.2013.00396/full>
8. Magnus CRA, Arnold CM, Johnston G, Haas VDB, Basran J, Krentz JR, et al. Cross-Education for Improving Strength and Mobility After Distal Radius Fractures: A Randomized Controlled Trial. Arch Phys Med Rehabil [Internet]. 1 de julio de 2013 [citado 30 de junio de 2025];94(7):1247-55. Disponible en: [https://www.archives-pmr.org/article/S0003-9993\(13\)00236-0/fulltext](https://www.archives-pmr.org/article/S0003-9993(13)00236-0/fulltext)
9. Calvert GHM, Carson RG. Neural mechanisms mediating cross education: With additional considerations for the ageing brain. Neurosci Biobehav Rev [Internet]. 1 de enero de 2022 [citado 30 de marzo de

- 2025];132:260-88. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0149763421005169>
10. Del Vecchio A, Enoka RM, Farina D. Specificity of early motor unit adaptations with resistive exercise training. *J Physiol [Internet]*. 2024 [citado 20 de mayo de 2025];602(12):2679-88. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1113/JP282560>
 11. Cirer-Sastre R, Beltrán-Garrido JV, Corbi F. Contralateral Effects After Unilateral Strength Training: A Meta-Analysis Comparing Training Loads. *J Sports Sci Med [Internet]*. 1 de junio de 2017 [citado 20 de mayo de 2025];16(2):180-6. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5465979/>
 12. Farthing JP, Zehr EP. Restoring Symmetry: Clinical Applications of Cross-Education. *Exerc Sport Sci Rev [Internet]*. abril de 2014 [citado 30 de junio de 2025];42(2):70. Disponible en: https://journals.lww.com/acsm-essr/fulltext/2014/04000/restoring_symmetry__clinical_applications_of.5.aspx
 13. RAE. «Diccionario del estudiante». 2024 [citado 30 de marzo de 2025]. Inmovilización | Diccionario del estudiante. Disponible en: <https://www.rae.es/diccionario-estudiante/inmovilización>
 14. Ruddy KL, Carson RG. Neural pathways mediating cross education of motor function. *Front Hum Neurosci [Internet]*. 29 de julio de 2013 [citado 15 de junio de 2025];7:397. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/journals/human-neuroscience/articles/10.3389/fnhum.2013.00397/full>
 15. Rey Brandariz J, Rial Vázquez J, Varela-Lema L, Santiago-Pérez MI, Candal-Pedreira C, Guerra-Tort C, et al. Sedentarismo e inactividad física desde una perspectiva integral. *Gac Sanit [Internet]*. 1 de noviembre de 2024 [citado 30 de marzo de 2025];37. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0213-91112023000100243&lng=es&nrm=iso&tlng=en
 16. Instituto Internacional de Ciencias Deportivas. Entrenamiento deportivo: qué es, principios y tipos [Internet]. *Ciencias Deportivas*. 2023 [citado 12 de mayo de 2025]. Disponible en: <https://cienciasdeportivas.com/entrenamiento-deportivo-puntos-principales/>
 17. Smyth C, Broderick P, Lynch P, Clark H, Monaghan K. To assess the effects of cross-education on strength and motor function in post stroke rehabilitation: a systematic literature review and meta-analysis. *Physiotherapy [Internet]*. 1 de junio de 2023 [citado 30 de marzo de 2025];119:80-8. Disponible en: [https://www.physiotherapyjournal.com/article/S0031-9406\(23\)00012-3/fulltext](https://www.physiotherapyjournal.com/article/S0031-9406(23)00012-3/fulltext)
 18. Green LA, Gabriel DA. The effect of unilateral training on contralateral limb strength in young, older, and patient populations: a meta-analysis of cross education. *Phys Ther Rev [Internet]*. 3 de septiembre de 2018 [citado 20 de mayo de 2025];23(4-5):238-49. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/10833196.2018.1499272>
 19. Bowen W, Frazer AK, Tallent J, Pearce AJ, Kidgell DJ. Unilateral Strength Training Imparts a Cross-Education Effect in Unilateral Knee

- Osteoarthritis Patients. *J Funct Morphol Kinesiol* [Internet]. 28 de septiembre de 2022 [citado 30 de marzo de 2025];7(4):77. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9589957/>
20. Lecce E, Conti A, Del Vecchio A, Felici F, Scotto di Palumbo A, Sacchetti M, et al. Cross-education: motor unit adaptations mediate the strength increase in non-trained muscles following 8 weeks of unilateral resistance training. *Front Physiol* [Internet]. 7 de enero de 2025 [citado 20 de mayo de 2025];15. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/journals/physiology/articles/10.3389/fphys.2024.1512309/full>
 21. Camarasa González B. Revisión bibliográfica sobre la rehabilitación tras la reconstrucción del ligamento cruzado anterior. 3 de junio de 2022 [citado 30 de marzo de 2025]; Disponible en: <http://dspace.umh.es/handle/11000/28152>
 22. Fariñas J, Rial-Vázquez J, Carballeira E, Giráldez-García MA, Colomer-Poveda D, Sevilla-Sánchez M, et al. Cross education is modulated by set configuration in knee extension exercise. *J Musculoskelet Neuronal Interact* [Internet]. 2023 [citado 30 de marzo de 2025];23(1):43-51. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9976175/>
 23. Hernández Sampieri R, Fernández Collado C, Baptista Lucio P. Metodología de la investigación [Internet]. McGraw Hill España; 2014 [citado 1 de julio de 2025]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=775008>
 24. El muestreo [Internet]. [citado 2 de julio de 2025]. Disponible en: <https://openaccess.uoc.edu/server/api/core/bitstreams/c3270301-454c-4126-bb9d-7c9bbf89dab4/content>
 25. López Oliva JO, Vargas Chaves I, Alarcón Peña A. La historia clínica: un medio de prueba estelar en los procesos de responsabilidad médica. *Rev Juríd Mario Alario Filippo* [Internet]. 2022 [citado 1 de julio de 2025];14(27):137-54. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8982817>
 26. Academia Ifses. Escala EVA, ¿Cómo Interpretar el Dolor del Paciente? [Internet]. IFSES. 2022 [citado 2 de julio de 2025]. Disponible en: <https://ifses.es/escala-eva/>
 27. ANTROPOMETRIA Técnicas de Medición [Internet]. [citado 1 de julio de 2025]. Disponible en: <https://www.fmed.uba.ar/sites/default/files/2020-08/Manual%20de%20T%C3%A9cnicas.pdf>
 28. Medina FS, Ramírez WAP, Leal DM, López VF, Cantares J. Metodología y fiabilidad de la medición del perímetro de muslo. *Act FÍSICA Desarro Hum* [Internet]. 31 de octubre de 2012 [citado 2 de julio de 2025];4(1):150-4. Disponible en: <https://ojs.unipamplona.edu.co/index.php/afdh/article/view/1728>
 29. López-Roldán P, Fachelli S. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN SOCIAL CUANTITATIVA. 2015; Disponible en: https://ddd.uab.cat/pub/caplli/2015/142929/metinvsocua_cap3-12a2015.pdf
 30. Büyükafşar E, Başar S, Kanatli U. Proprioception following the Anterior Cruciate Ligament Reconstruction with Tibialis Anterior Tendon

- Allograft. *J Knee Surg* [Internet]. julio de 2020;33(7):722-7. Disponible en: <https://www.thieme-connect.de/products/ejournals/html/10.1055/s-0039-1684010>
31. Karcz M, Abd-Elsayed A, Chakravarthy K, Aman MM, Strand N, Malinowski MN, et al. Pathophysiology of Pain and Mechanisms of Neuromodulation: A Narrative Review (A Neuron Project). *J Pain Res* [Internet]. 16 de noviembre de 2024 [citado 15 de agosto de 2025];17:3757-90. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC11581984/>
 32. Cuyul-Vásquez I, Álvarez E, Riquelme A, Zimmermann R, Araya-Quintanilla F. Effectiveness of Unilateral Training of the Uninjured Limb on Muscle Strength and Knee Function of Patients With Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review and Meta-Analysis of Cross-Education. *J Sport Rehabil* [Internet]. 1 de julio de 2022;31(5):605-16. Disponible en: <https://journals.humankinetics.com/view/journals/jsr/31/5/article-p605.xml>
 33. Forbes R, Pottananikal A, Kitano T, Ong B, Rynne J. How does patient education fit into physiotherapy? 1 de agosto de 2025 [citado 15 de agosto de 2025]; Disponible en: <https://uq.pressbooks.pub/patient-education-essentials-physiotherapy/chapter/how-patient-education-fit-physiotherapy/>

ANEXOS



Anexo 1: Toma de valores de perímetro muscular en gastrocnemios



Anexo 2: Toma de perímetro muscular en cuádriceps



Anexo 3: Rango de extensión de rodilla



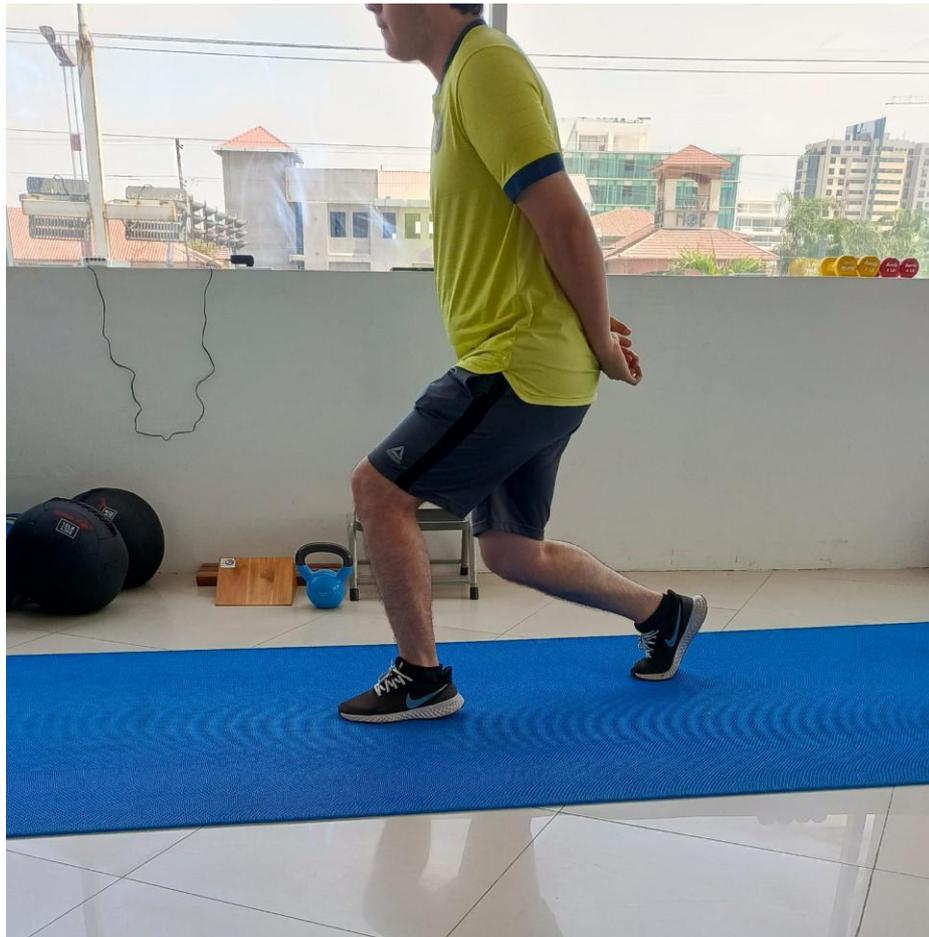
Anexo 4: Rango de flexión de rodilla



Anexo 5: Evaluación de test de Daniels



Anexo 6: Contracciones isométricas con imaginería motora



Anexo 7: Realización de ejercicio Lunge hacia posterior



Anexo 8: Observación de desbalance muscular



Anexo 9: Realización de ejercicio de puente unilateral



Anexo 10: Realización de ejercicio peso muerto unilateral

Encuesta de Cross Education:

1. ¿Ha escuchado antes sobre la técnica de Cross Education o Educación cruzada en fisioterapia?

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Indiferente
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

2. ¿Sabía que el entrenamiento de un lado del cuerpo puede beneficiar al lado opuesto?

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Indiferente
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

3. ¿El fisioterapeuta le ha explicado previamente esta técnica?

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Indiferente
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

4. ¿Le permitieron hacer preguntas sobre el tratamiento antes de comenzar?

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Indiferente
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

5. ¿Cree que comprende adecuadamente cómo se va a aplicar esta técnica en su caso?

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Indiferente
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

6. ¿Se siente motivado a participar en un programa basado en Cross Education?

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Indiferente
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

7. ¿Cree que es una técnica segura para su condición?

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Indiferente

- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

8. ¿Está dispuesto/a a seguir un plan de ejercicios unilaterales con el objetivo de mejorar el lado afectado?

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Indiferente
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

9. ¿Le gustaría participar activamente en el monitoreo de su progreso?

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Indiferente
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

10. ¿Recomendaría esta técnica a otros pacientes si obtiene buenos resultados?

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Indiferente
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo



Ciencia Latina
Revista Multidisciplinar

Fecha: 25/08/2025

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar

ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea)
Asociación Latinoamericana para el Avance de las Ciencias, ALAC
Editorial
Ciudad de México, México
Código postal 06000

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN
PARA PUBLICACIÓN**

Por la presente se certifica que el artículo titulado:

**Influencia del *Cross Education* en pacientes con inmovilización posquirúrgica por
lesión del ligamento cruzado anterior**

de los autores:

**Carmen Sobeida Gutiérrez Rodríguez
Diego Xavier Fonseca Medina
Layla Yenebí De La Torre Ortega
Jorge Gregorio Andrade Rosales
Sheyla Elizabeth Villacrés Caicedo**

Ha sido
Arbitrado por pares Académicos mediante el sistema doble ciego y aprobado para su
publicación.

El artículo será publicado en la edición Julio-Agosto, 2025,
Volumen 9, Número 4.

Verificable en nuestra plataforma: <http://ciencialatina.org/>

Dr. Francisco Hernández García,
Editor en Jefe

Para consultas puede contactar directamente al editor de la revista editor@ciencialatina.org
o al correo: postulaciones@ciencialatina.org



Anexo 12: Recepción de artículo en Revista Ciencia Latina



DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Nosotros, **Fonseca Medina, Diego Xavier** con C.C: #0926313693 y **Gutiérrez Rodríguez, Carmen Sobeida** con C.C: #1729792968 autores del trabajo de titulación: **Influencia del Cross Education en pacientes con inmovilización posquirúrgica por lesión del Ligamento Cruzado Anterior**, previo a la obtención del título de Licenciado en Fisioterapia en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaramos tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizamos a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 27 de agosto de 2025

f. Diego Fonseca Medina

Fonseca Medina, Diego Xavier

C.C: 0926313693

f. Carmen Sobeida

Gutiérrez Rodríguez, Carmen Sobeida

C.C: 1729792968



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TEMA Y SUBTEMA:	Influencia del Cross Education en pacientes con inmovilización posquirúrgica por lesión del ligamento cruzado anterior		
AUTOR(ES)	Fonseca Medina, Diego Xavier Gutiérrez Rodríguez, Carmen Sobeida		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Lic. De La Torre Ortega, Layla Yenebí		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Ciencias de la Salud		
CARRERA:	Fisioterapia		
TÍTULO OBTENIDO:	Licenciado en Fisioterapia		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	27 de agosto de 2025	No. DE PÁGINAS:	42
ÁREAS TEMÁTICAS:	Fisioterapia – Traumatología – Salud y deporte - Neurorehabilitación		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	<i>Ligamento cruzado anterior, entrenamiento unilateral, educación cruzada, rotura, lesión, postoperatorio.</i>		
<p>Introducción: Cross Education o educación cruzada, constituye una alternativa terapéutica neuro fisiológicamente sustentada, cuyo principio radica en la mejora de parámetros neuromusculares en el miembro inmovilizado mediante el entrenamiento unilateral del miembro contralateral. Objetivo: Determinar la influencia del Cross Education en la condición funcional de los pacientes con inmovilización posquirúrgica por lesión del LCA. Metodología: El diseño es preexperimental, de corte longitudinal, de tipo cuantitativo y el enfoque es aplicativo. La población estuvo conformada por 60 pacientes adultos de los cuales se seleccionó una muestra de 30. Los instrumentos que se emplearon fueron: goniometría, test de Daniels, perímetro de cuádriceps y gastrocnemios y escala de EVA. Resultados: La población se conformó por 47% hombres y 53,3% mujeres. El 56,7% alcanzó una nota muscular de 3 en el test de Daniels. El 50% reportaron dolor leve y moderado en la escala Eva. En la goniometría la flexión inicial alcanzo una media de 74,47° y en la extensión fue de -5,47 °, al final alcanzaron para la flexión 79,37° y la extensión -3,54°. En cuanto al perímetro muscular, el cuádriceps de la pierna operada logró un cambio de 0,5 cm al valor inicial, mientras que el gastrocnemio alcanzó un aumento de 0,3 cm. En la encuesta más del 50% de los participantes estuvieron de acuerdo en los beneficios de la técnica. Conclusión: El programa de Cross Education ha demostrado mejorar la fuerza muscular, el rango articular, la masa muscular y reducir el dolor.</p>			
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593 98 736 8322 +593 96 949 8376	E-mail: diego.fonseca@cu.ucsg.edu.ec carmen.gutierrez@cu.ucsg.edu.ec	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE):	Nombre: Dra. Isabel Grijalva Grijalva, Mgs.		
	Teléfono: +593 999960544		
	E-mail: isabel.grijalva@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			