



Programa de ejercicio físico basado en Pilates implementado en una persona con Amputación

Transtibial Unilateral. Un estudio de Caso.

Johan Sebastian Quevedo Acosta

Esteban Gonzalez Sanabria

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría UNIMINUTO Bogotá-Cundinamarca-Boyacá

Facultad de Educación

Licenciatura en Educación Física, Recreación y Deportes

Modalidad Distancia Tradicional

Diciembre, 2025

Programa de ejercicio físico basado en Pilates implementado en una persona con Amputación
Transtibial Unilateral. Un estudio de Caso.

Johan Sebastian Quevedo Acosta

Esteban Gonzalez Sanabria

Estudio de caso / Trabajo de grado presentado
como requisito para optar al título de
Licenciado en Educación Física, Recreación y
Deportes

Asesor:

Juan Pablo Reyes

Corporación Universitaria Minuto de Dios
Rectoría UNIMINUTO Bogotá-Cundinamarca-Boyacá
Facultad de Educación
Licenciatura en Educación Física, Recreación y Deportes
Modalidad Distancia Tradicional

Diciembre, 2025

Agradecimientos

Agradecemos a la Dirección de Veteranos y Rehabilitación Inclusiva del Ministerio de defensa, quienes abrieron las puertas y brindaron todo el apoyo para la realización de nuestro proyecto. Así mismo, a la escuela Balanced Body, quienes permitieron fortalecer nuestros conocimientos en el campo de prácticas corporales emergentes en Colombia. Sus aportes resultaron de gran utilidad para el desarrollo del proyecto.

Agradecemos a la Corporación Universitaria Minuto de Dios, que junto con sus docentes apoyaron la consolidación de la idea y guiaron el proceso a un termino satisfecho.

Dedicatoria

Dedicamos este trabajo principalmente a Edgar, quien con su ejemplo y resiliencia nos ha demostrado que los límites solo existen en nuestra mente. Él es una persona increíble, con unos dotes humanos extraordinarios y con una voluntad fuerte. Gracias él, este proyecto y el conocimiento derivado ha sido posible sobre la comprensión de lo que significan este tipo de condiciones.

Así mismo, dedicamos este trabajo a Claudia, quien con su saber disciplinar brindo aportes importantes y acompañó el proceso de principio a fin, no solo nuestro más sincero agradecimiento, sino también dedicamos este trabajo a ella y su labor que en silencio no hacen más que mejorar la vida de las personas víctimas del conflicto.

A nuestras familias, por su amor incondicional y por acompañarnos silenciosamente en cada desafío que represento la construcción y desarrollo de la presente tesis. A quienes, con paciencia, comprensión y confianza, sostuvieron nuestros esfuerzos cuando el camino se volvió complejo.

Resumen Analítico RAE

1. Autores

Johan Sebastian Quevedo Acosta

Esteban Gonzalez Sanabria

2. Director del Proyecto

Juan Pablo Reyes

3. Título del Reporte de Investigación

Programa de ejercicio físico basado en Pilates implementado en una persona con Amputación Transtibial Unilateral. Un estudio de Caso.

4. Palabras Clave

Amputación Transtibial, Pilates, Movilidad, actividad Física, actividad física adaptada.

5. Resumen del Reporte de Investigación

El objetivo del estudio fue analizar los beneficios físicos que aporta un programa de ejercicio basado en el método Pilates con una persona con amputación transtibial unilateral. Esta investigación surge de la necesidad de evaluar programas específicos de actividad física en esta población, ya que la amputación transtibial unilateral genera alteraciones biomecánicas, fisiológicas y psicológicas, afectando la marcha, el equilibrio, la movilidad y la calidad de vida.

El estudio empleó una metodología de Estudio de Caso con enfoque cuantitativo, centrada en una única persona con amputación transtibial unilateral.

Se utilizó el instrumento Functional Movement Screen (FMS) adaptado (para evaluar la funcionalidad física, el control motor y las asimetrías) y la aplicación Yogger (para el análisis postural digital).

Se implementó un plan de ejercicios adaptados de tres meses de duración, con sesiones de 45 a 60 minutos, realizadas tres veces por semana. El programa se basó en la metodología progresiva del método Pilates de la escuela Balanced Body, enfocándose en mejorar la fuerza del Core, la alineación postural y la conciencia corporal.

Los resultados demostraron que el programa de Pilates adaptado generó beneficios físicos significativos.

El participante obtuvo una puntuación de 9 en el FMS en la evaluación inicial, lo que indicaba un déficit significativo en movilidad, estabilidad y control neuromuscular, asociado a un alto riesgo de lesión. Además, el análisis postural con Yogger evidenció un desbalance musculoesquelético importante, incluyendo escoliosis dorsolumbar, desbalance escapulopélvico y baja activación del Core.

Tras la intervención, la puntuación del FMS aumentó 6 puntos en la evaluación final,

alcanzando 15. Este resultado se interpreta como una mejora a un nivel de funcionalidad aceptable. El análisis postural mostró mejoras notables, como una mejor alineación de la cabeza, hombros y columna, y un aumento en la activación del Core.

El estudio concluyó que el programa de Pilates adaptado sí aporta beneficios físicos significativos, al mejorar la funcionalidad general, la estabilidad, el control postural y la conciencia corporal del participante. Esta intervención demostró que el método Pilates es una herramienta aplicable y efectiva para corregir las deficiencias y compensaciones adquiridas debido a la amputación transtibial unilateral.

6. Grupo y Línea de Investigación en la que está inscrito

Cuerpo y Movimiento

7. Objetivo General

Analizar los beneficios físicos que aporta un programa de ejercicio basado en el método pilates con una persona con amputación transtibial unilateral.

8. Problemática: Antecedentes y Pregunta de Investigación

La discapacidad es una condición que resulta de la interacción entre limitaciones físicas, sensoriales o mentales y factores sociales del entorno. A nivel global, más de mil millones de personas (15% de la población) viven con alguna discapacidad, siendo los países de bajos

ingresos los más afectados debido a enfermedades, conflictos y barreras estructurales.

Dentro de las discapacidades adquiridas, la amputación, especialmente de miembro inferior, destaca por su impacto funcional y social. La amputación transtibial unilateral, una de las más frecuentes, genera alteraciones biomecánicas, fisiológicas y psicológicas, afectando la marcha, el equilibrio, la movilidad y la calidad de vida.

En Colombia, más de 1,5 millones de personas presentan alguna discapacidad, muchas asociadas a amputaciones por causas traumáticas, enfermedades crónicas y, en particular, por el conflicto armado y minas antipersona. Estas amputaciones implican afectaciones físicas, emocionales y sociales profundas, y representan un reto para los sistemas de rehabilitación e inclusión.

Aunque el país ha desarrollado estrategias de rehabilitación interdisciplinaria (fisioterapia, terapia ocupacional, psicología y adaptación protésica), persisten limitaciones en acceso, infraestructura y continuidad del proceso terapéutico. Además, existe escasa oferta estructurada de programas de acondicionamiento físico y deporte adaptado, a pesar de que estos favorecen la salud, la funcionalidad y la integración social.

Dado este panorama, se evidencia la necesidad de investigaciones locales que evalúen programas específicos de actividad física y rehabilitación en personas con amputación transtibial, para fortalecer su autonomía, participación social y calidad de vida.

9. Referentes Conceptuales

La investigación sobre la función física en personas con amputación transtibial unilateral ha evidenciado que los programas de ejercicio focalizados son esenciales para lograr mejoras funcionales más allá de la rehabilitación tradicional, que suele ser insuficiente a largo plazo. Estudios como el de Gailey et al. (2020) demostraron que un Programa de Rehabilitación Basado en la Evidencia (EBAR) mejora significativamente la movilidad, el equilibrio y la capacidad de marcha en amputados transtibiales, incluso años después de la amputación. De forma complementaria, revisiones como la de Wijekoon et al. (2023) señalan que los programas más efectivos son aquellos adaptados, supervisados e intensos, mientras que la evidencia sobre el dolor y la calidad de vida sigue siendo incierta. Por otra parte, investigaciones biomecánicas como la de Banks et al. (2022) cuestionan la idea de que la simetría de la marcha reduce el dolor lumbar, aunque reconocen la importancia del control postural en estos individuos.

En contextos rurales, Ortega Bedoya et al. (2023) destacan limitaciones asociadas a las prótesis, especialmente en terrenos irregulares, lo que refuerza la necesidad de fortalecer el tronco y mejorar la estabilidad. El método Pilates surge como una alternativa útil para mejorar la fuerza, la alineación postural y la conciencia corporal (Sánchez, 2021), aportando beneficios físicos y psicommentales. Además, enfoques innovadores como los Exergames también han mostrado efectos positivos en la funcionalidad (Jabbar et al., 2024).

Este marco se sostiene sobre conceptos clave de discapacidad, amputación, actividad física y actividad física adaptada, resaltando la importancia de enfoques inclusivos. El marco legal colombiano —Leyes 181 de 1995, 1618 de 2013, 729 de 2001 y normativas del Ministerio del Deporte— respalda la participación, rehabilitación y promoción del bienestar en personas con discapacidad.

10. Metodología

El estudio empleó una metodología de estudio de caso con un enfoque cuantitativo. Este enfoque se eligió para permitir una exploración profunda e intensiva de la incidencia del programa en una persona con características particulares, buscando analizar de manera objetiva y medible los efectos físicos mediante la recolección y análisis de datos numéricos.

El estudio se centró en una única persona con amputación transtibial unilateral. para contextualizar esta condición particular e incorporar estudios con evidencia de confiabilidad y alineados con los conceptos clave de la investigación. Se realizó la revisión literaria dentro del periodo comprendido del 01/06/2025 hasta el 01/08/2025. Esta revisión se ejecutó consultando las bases de datos The Lens (lens.org). Los criterios de búsqueda se definieron utilizando los términos clave de la investigación: amputación transtibial, Pilates, Discapacidad, y actividad física adaptada.

El núcleo de la metodología fue la implementación de un programa de ejercicios basado en el método Pilates de la escuela Balanced Body, diseñado para abordar las deficiencias de

estabilidad y control postural que caracterizan esta condición.

El programa tuvo una duración total de tres meses, con sesiones de 45 a 60 minutos, realizadas tres veces por semana.

El proceso metodológico se estructuró en seis fases principales:

1. Evaluación Inicial (Fase 1): Se realizó una valoración diagnóstica para establecer la línea base, identificar limitaciones biomecánicas y asimetrías posturales. Los instrumentos utilizados fueron el Functional Movement Screen (FMS) adaptado (para evaluar la funcionalidad física, la calidad del movimiento y el control motor) y la aplicación Yogger (como herramienta de apoyo para el análisis postural digital).

2. Adaptación (Fase 2): (3 semanas) Se enfocó en la adaptación neuromuscular y postural, utilizando ejercicios de pre-Pilates, respiración consciente, activación del Core y movilidad articular básica.

3. Postura y Balance (Fase 3): (5 semanas) El objetivo fue mejorar el control postural y el equilibrio dinámico y estático, fortaleciendo la musculatura del Core, la flexibilidad y la coordinación.

4. Funcionalidad (Fase 4): (4 semanas) Se implementaron ejercicios de mayor intensidad

y complejidad, orientados a fortalecer la funcionalidad global del cuerpo y transferir los logros a las actividades de la vida diaria, promoviendo la simetría del movimiento.

5. Evaluación (Fase 5): Al finalizar la intervención, se aplicaron nuevamente los instrumentos iniciales: el FMS adaptado y la aplicación Yogger, para determinar los cambios físicos obtenidos.

6. Análisis de Resultados (Fase 6): Se utilizó estadística descriptiva (mediante Microsoft Excel) para establecer los cambios y comparar los resultados obtenidos en el pretest y el posttest.

El programa enfatizó los principios del Pilates como el control, la precisión y la conexión cuerpo-mente, buscando mejorar la fuerza del Core, la alineación postural y la conciencia corporal. Se utilizaron técnicas en colchoneta (Mat), Reformer y otros accesorios

11. Recomendaciones

La presente investigación abre la posibilidad al reconocimiento y beneficio que puede tener el pilates en la vida de las personas y en la salud en general. Sin embargo, se recomienda para futuros estudios considerar los siguientes elementos:

a. Aplicar el programa a diferentes personas con condiciones corporales diversas, para evidenciar su replicabilidad y su efectividad. El programa de pilates es flexible en cuanto que

reconoce las condiciones de cada persona, por lo que se esperaría que independiente de la lesión los beneficios se sigan presentando.

b. Mayor tiempo de aplicación del programa, de manera que se constituya como un estudio longitudinal, en que se puedan apreciar cambios a largo plazo y la posibilidad de evaluar otras variables complementarias, tales como estados de animo, disposición, cambios posturales permanentes, entre otros.

c. Para futuras investigaciones se sugiere la implementación de aplicaciones o programas virtuales que arrojen información sobre variables cuantitativas que faciliten la correlación entre los beneficios del programa y los resultados obtenidos.

d. Se recomienda una búsqueda más completa orientada a personas en condición de discapacidad en el ámbito local y nacional, con el fin de consolidar estrategias metodológicas tanto investigativas, como del programa de pilates, para engrosar el acervo teórico al respecto.

e. Para futuros estudios, se sugiere involucrar necesidades investigativas desde otras disciplinas, toda vez que estas condiciones ameritan miradas desde diferentes campos del conocimientos que se etrelacen para una mejor y mayor comprensión de los efectos de la perdida o amputación de extremidades y su impacto en la calidad de vida de quienes la presentan.

Conclusiones

En primer lugar, al caracterizar la condición relacionada con la amputación transtibial unilateral se realizó mediante una revisión literaria especializada. Esta revisión se ejecutó consultando las bases de datos The Lens (lens.org). Los resultados de esta caracterización confirmaron que la amputación transtibial unilateral genera alteraciones biomecánicas, fisiológicas, psicológicas y sociales que afectan la marcha, el equilibrio, la movilidad y la calidad de vida. La evidencia demostró que los programas de ejercicio focalizados, que son adaptados, supervisados e intensos, son esenciales para lograr mejoras funcionales más allá de la

Asimismo, para evaluar la condición física del participante, se aplicó el instrumento Functional Movement Screen (FMS) adaptado, el cual en el pretest arrojó una puntuación total de 9, indicando un déficit significativo en movilidad, estabilidad y control neuromuscular, asociado a un alto riesgo de lesión. Complementariamente, el análisis postural inicial con la aplicación Yogger, utilizada como herramienta de apoyo, evidenció un desbalance musculoesquelético importante, incluyendo escoliosis dorsolumbar, desbalance escapulopélvico y baja activación del Core.

Sobre la base de esta evaluación, se procedió a implementar un plan de ejercicios adaptados de tres meses, basado en la metodología progresiva del método Pilates de la escuela Balanced

Body. Al determinar los resultados obtenidos, se evidenció que el programa generó beneficios físicos significativos: la puntuación del FMS aumentó 6 puntos, alcanzando 15, lo que se interpreta como una mejora a un nivel de funcionalidad aceptable. Además, el análisis postural mostró mejoras notables, como una mejor alineación de la cabeza, hombros y columna, y un aumento en la activación del Core.

Finalmente, el estudio se propuso el análisis de los beneficios físicos que aporta un programa de ejercicios basados en el método pilates con una persona con amputación transtibial unilateral. Por lo que se concluye que el programa de Pilates adaptado sí aporta beneficios físicos significativos al mejorar la funcionalidad general, la estabilidad, el control postural y la conciencia corporal del participante. Esta intervención demostró que el método Pilates es una herramienta aplicable y efectiva para corregir las deficiencias y compensaciones adquiridas debido a la amputación transtibial unilateral, posicionando al FMS adaptado y al uso de herramientas virtuales como Yogger como metodologías útiles para la medición objetiva de la progresión funcional en este tipo de estudios de caso.

Bibliografía

- Alfonso-Mora, M. L., López Rodríguez, L. M., Rodríguez Velasco, C. F., & Romero Mazuera, J. A. (2017). Reproducibilidad del test Functional Movement Screen en futbolistas aficionados. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 10(2), 74-78.
- Amate, E. A. (Ed.). (2006). *Discapacidad: lo que todos debemos saber* (No. 616). Pan American Health Org.
- American College of Sports Medicine. (2019). *Manual ACSM para la valoración y prescripción del ejercicio*. Paidotribo.
- Aponte Delgado, N., & Romero Cano, L. (2018). Estudio de la variabilidad de la marcha en personas con amputación transtibial unilateral.
- Arzaluz Solano, S. (2005). La utilización del estudio de caso en el análisis local. *Región y sociedad*, 17(32), 107–144.
- Balanced body university LLC. (2007). *Mat 1, una guía detallada para enseñar pilates*. Balanced body inc
- Banks, J. J., Wedge, R. D., Caldwell, G. E., & Umberger, B. R. (2022). Are lower back demands reduced by improving gait symmetry in unilateral transtibial amputees?. *Clinical Biomechanics*, 95, 105657.
- Caramon, M., & Martínez, J. (2004). La investigación de la enseñanza a partir del estudio de caso y el trabajo de caso. En M. Murueta (Ed.), *Alternativas metodológicas para la investigación educativa* (pp. 131–150). Centro de Estudios Superiores en Educación.
- Caspersen, C. J., Pereira, M. A., & Curran, K. M. (2000). Changes in physical activity patterns in the United States, by sex and cross-sectional age. *Medicine & science in sports &*

exercise, 32(9), 1601-1609.

Castaño, L. G., Maquilón, J. K. P., Contreras, J. A. P., Correa, J. C. V., del Pilar Pastor, M., Posada, A. M., ... & Agudelo, L. H. L. Ruta integral de atención en salud para amputaciones de miembro inferior, causas traumáticas y neurovasculares.

Cook G, Burton L, Hoogenboom BJ, Voight M. Detección funcional del movimiento: el uso de movimientos fundamentales como evaluación de la función - parte 1. *Int J Sports Phys Ther.* Mayo de 2014; 9(3):396-409. PMID: 24944860; PMCID: PMC4060319.

Cook, G. (2011). *Movement: Functional movement systems: Screening, assessment, corrective strategies. (No Title).*

Cook, G., Burton, L., Hoogenboom, B. J., & Voight, M. (2014). Functional movement screening: the use of fundamental movements as an assessment of function-part 1. *International journal of sports physical therapy*, 9(3), 396.

De Salas, S. A. D., Martínez, V. M. M., & Morales, C. M. P. (2011). Una guía para la elaboración de estudios de caso. *Razón y Palabra*, (75).

De Sousa, B. R. G., de Oliveira Teixeira, D., y Sabino, G. S. (2017). Aplicação da avaliação funcional de movimento (fms) em praticantes de muay thai de Belo Horizonte/MG. *REVISTA INTERDISCIPLINARIA DE CIENCIAS MÉDICAS*, 1(1), 51-61.

DePauw, K. P. (1986). Research on sport for athletes with disabilities. *Adapted physical activity quarterly*, 3(4), 292-299.

Gailey, R., Gaunaurd, I., Raya, M., Kirk-Sanchez, N., Prieto-Sanchez, L. M., & Roach, K. (2020). Effectiveness of an evidence-based amputee rehabilitation program: a pilot randomized controlled trial. *Physical therapy*, 100(5), 773-787.

Giraldo Castaño, L., Pinto Maquilón, J. K., Lugo Agudelo, L. H., Velásquez Correa, J. C., Pastor, M. D. P., Posada Borrero, A. M., ... & Plata Contreras, J. A. (2022). Ruta integral

de atención en salud para personas con amputaciones de miembro inferior, para mejorar el funcionamiento y la calidad de vida. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 40(1).

Horst, S., & Kar, Z. (2001). *Diccionario Akal de pedagogía* Madrid.

World Health Organization & The World Bank. (2011). *Informe mundial sobre la discapacidad 2011 / World report on disability*. World Health Organization.

Jabbar, M. A. H., Ashnagar, Z., Hadian, M. R., Jalaie, S., & Moghadam, S. T. (2024). Investigating the effects of Exergame training on functional activities among newly-fitted

patients with unilateral transtibial amputation: A preliminary study. *Journal of Modern Rehabilitation*, 18(3), 371-382.

Kiesel, K., Plisky, P., & Voight, M. (2007). Can serious injury be predicted?

López, M., Fernández, C., & Flandes, D. (2023). Actividad física de cuerpo y mente: pilates y yoga. Efectos en la vitalidad y salud mental. *Revisión sistemática y metaanálisis. Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, (50), 180-204

Ministerio de Salud y Protección Social. (2020). *Registro de localización y caracterización de personas con discapacidad*.

Olenšek, A., Zadavec, M., Burger, H., & Matjačić, Z. (2021). Dynamic balancing responses in unilateral transtibial amputees following outward-directed perturbations during slow treadmill walking differ considerably for amputated and non-amputated side. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 18(1), 123.

Ortega Bedoya, Y., Mejía Londoño, V., Vélez Rendón, E., Valencia Legarda, F., & Plata Contreras, J. A. (2023). Mobility and postural limitations perceived by transtibial amputees undertaking agricultural activities: a qualitative study. *Annals of Medicine*, 55(2), 2258915.

- Ortiz Ospina, J. (2021). Evaluación funcional y necesidades relacionadas con el uso de prótesis transtibial en actividades agropecuarias colombianas.
- Padilla-Muñoz, A. (2010). Discapacidad: contexto, concepto y modelos. *International law*, (16), 381-414.
- Sánchez Rosales, C. (2021). Método Pilates para la mejora postural (Master's thesis).
- Sánchez Rosales, C. (2021). Método Pilates para la mejora postural [Tesis de maestría]. Universidad de La Laguna.
- Silva Arroyo, J. E., & Sevilla Tapia, D. S. (2024). Evaluación de la Calidad de Vida post amputación traumática de miembros inferiores (Bachelor's thesis, Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo).
- Wijekoon, A., Jayawardana, S., Milton-Cole, R., Chandrathilaka, M., Jones, A., Cook, S., ... & Sheehan, K. J. (2023). Effectiveness and equity in community-based rehabilitation on pain, physical function, and quality of life after unilateral lower limb amputation: a systematic review. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 104(9), 1484-1497.
- Young, M., McKay, C., Williams, S., DiSanto, D., & Jaglal, S. B. (2019). Cambios relacionados con el tiempo en la calidad de vida en personas con amputación de miembros inferiores o lesión de la médula espinal: Protocolo para una revisión sistemática. *Systematic Reviews*, 8(191).

Contenido

Introducción	28
Descripción del problema	31
Pregunta de investigación	36
Justificación	37
Objetivo General.....	39
Objetivos específicos	39
Antecedentes	40
Marco Conceptual.....	44
Discapacidad.....	44
Amputación transtibial.....	44
Actividad física	44
Pilates.....	45
Actividad Física Adaptada.....	45
Ejercicio Físico	45
Marco Legal	46
Ley 181 de 1995 – Ley del Deporte.....	46
Ley 1618 de 2013 – Ley Estatutaria de Discapacidad.....	46
Normativa sobre Actividad Física y Deporte Adaptado	46
Normativa sobre deporte adaptado Resolución 000980 de 2021 (Ministerio del Deporte)	47
Ley 729 de 2001.....	47
Metodología	48
Enfoque.....	48
Tipo de investigación - Estudio de Caso.....	48
Revisión literaria.....	49

Caracterización de la condición	51
Caracterización de la persona	52
Diseño del programa	54
Cronograma.....	55
Procedimientos.....	62
Fase 1 : Evaluación inicial	62
Fase 2: adaptación.....	62
Fase 3: postura y balance	63
Fase 4: funcionalidad	63
Fase 5: Evaluación	64
Fase 6: Análisis de resultado.....	64
Definición y Operacionalización de variables o categorías del estudio y los instrumentos.	65
Técnicas e instrumentos de recolección de información	66
Test Funcional Movement Screen (FMS).....	66
Yogger.....	70
Consideraciones éticas	70
Clasificación del riesgo y medidas de protección.....	72
Confidencialidad y protección de datos personales	73
Análisis de la información	74
Revisión literaria.....	74
Matriz de revisión literaria.....	75
Test Funcional Movement Screen (FMS).....	82
Sistema de Puntuación	83
Tabla de baremo del test FMS	83
Resultados patrones de movimiento Test Funcional Movement Screen (FMS)	84
<i>Sentadilla con brazos estirados</i>	84
<i>Estocada</i>	85
<i>Movilidad de hombros</i>	85
<i>Elevación activa con la pierna recta</i>	86
<i>Estabilidad de tronco en flexión</i>	86
<i>Estabilidad de tronco en rotación</i>	86

<i>Descripción grafica de los resultados patrones de movimiento</i>	87
<i>Pretest</i>	88
<i>Postest</i>	88
<i>Yogger</i>	91
<i>Pretest</i>	92
<i>Postest</i>	93
Análisis comparativo de pretest y postest	94
Discusión	99
Conclusiones	104
Recomendaciones	105
Referencias Bibliográficas	107
Evidencias fotográficas de la ejecución del programa	111

Índice de Tablas

Tabla 1	Cronograma de ejecución del programa	55
Tabla 2	Variables del estudio, instrumento utilizado y protocolo	65
Tabla 3	Matriz de revisión literaria.....	75
Tabla 4	Sistema de puntuación test FMS.....	83
Tabla 5	<i>Baremo test FMS</i>	83
Tabla 6	Resultados del pretest y posttest FMS	84
Tabla 7	Análisis comparativo de pretest y posttest Yogger	94

Índice de Figuras

Figuras 1 <i>Revisión literaria</i>	50
Figuras 2 Revisión literaria.....	51
Figuras 3 Grafica pre y post por patrones de movimiento Test FMS.....	87
Figuras 4 Grafica diferencias pre y post lateralidades - test FMS	87
Figuras 5 Grafica comparativa puntuación total pre y post test FMS	89
Figuras 6 Grafica torta pretest FMS	90
Figuras 7 Grafica torta postest FMS.....	91
Figuras 8 Evidencia fotográfica del pretest con la aplicación Yogger	93
Figuras 9 Evidencia fotográfica del postest aplicación Yogger	94

Índice de Anexos

Anexos 1 Evidencia fotográfica.....	111
Anexos 2 Evidencia fotográfica.....	111
Anexos 3 Evidencia fotografica.....	111
Anexos 4 <i>Evidencia fotografica</i>	112
Anexos 5 <i>Evidencia fotográfica</i>	113
Anexos 6 Evidencia fotografica.....	113
Anexos 7 <i>Evidencia fotografica</i>	113
Anexos 8 Evidencia fotográfica.....	114
Anexos 9 Evidencia fotográfica.....	114
Anexos 10 Evidencia fotografica.....	115
Anexos 11 Evidencia fotográfica.....	116
Anexos 12 Evidencia fotográfica.....	116
Anexos 13 Evidencia fotografica consentimiento informado	



Autorización para la grabación en video y fotografías para mayores de edad

El Sr. Édgar Fernando Sandoval Rivera, con c. c. n° 91352916, da su consentimiento al Sr. Esteban Gonzalez Sanabria y al Sr. Johan Sebastián Quevedo Acosta, para el uso o la reproducción de las secuencias filmadas en video, fotografías o grabaciones de la voz.

Entiendo que el uso de mi imagen o de mi voz como participante será, principalmente, para fines académicos.

Las secuencias filmadas pueden usarse para los siguientes fines:

- Investigaciones educativas
- Presentaciones educativas.

No existe ningún límite de tiempo en cuanto a la vigencia de esta autorización, ni tampoco existe ninguna especificación geográfica en cuanto a dónde se puede distribuir este material.

Esta autorización se aplica a las secuencias filmadas en video o fotografías que se puedan recopilar como parte del desarrollo del trabajo académico y para los fines que se indican en este documento.

He recibido una copia de este formulario de autorización.

Nombre del Sr.

EDGAR FERNANDO SANDOVAL RIVERA

Firma del Sr.

Dirección Calle Norte #A-200

Teléfono 3102403195

En BOGOTÁ el 14 de JULIO de 2025

Introducción

La discapacidad es una condición compleja y multidimensional que emerge de la interacción entre las limitantes físicas, sensoriales o mentales de un individuo y las barreras sociales de su entorno (Padilla 2010). la discapacidad física por amputación constituye una de las manifestaciones más relevantes, definida como la pérdida total o parcial de una extremidad (Aponte y Romero 20218).

Dentro de la discapacidad física el mayor porcentaje se asocia a amputaciones de miembro inferior. Esta condición compromete profundamente la funcionalidad al generar alteraciones biomecánicas, fisiológicas y psicológicas, afectando la marcha, el equilibrio, la estabilidad y la calidad de vida de las personas que la padecen (Aponte y Romero 20218).

Si bien Colombia ha desarrollado estrategias intervención en rehabilitación pre y post protésica, a menudo resultando insuficientes a largo plazo para alcanzar la funcionalidad máxima y optima de la persona

Dada la necesidad de fortalecer la autonomía e independencia, la participación social y la calidad de vida de esta población, se realizó un estudio con el propósito de analizar los beneficios físicos que aporta un programa de ejercicios basado en el método Pilates con una persona con amputación transtibial unilateral.

El estudio se aborda bajo un enfoque cuantitativo y la metodología de estudio de caso, lo cual permite una exploración profunda e intensiva de la incidencia del programa en una persona con características particulares.

El método Pilates, conocido por su énfasis en el control, la precisión y la conexión cuerpo-mente, se justifica por su utilidad para mejorar la fuerza del Core, la alineación postural, la flexibilidad y la conciencia corporales (Sanchez. 2021). abordando directamente las deficiencias de estabilidad y control postural que caracterizan a la persona con amputación transtibial. Para identificar las necesidades reales de la persona, se aplicaron instrumentos de evaluación funcional como: el Functional Movement Screen (FMS) adaptado para identificar asimetrías y patrones de movimiento deficientes, y la aplicación Yogger para complementar el análisis postural digital.

Una vez identificadas estas necesidades y capacidades se procede a la implementación de este programa de ejercicios, diseñado con una duración de tres meses y basado en la metodología de la escuela Balanced Body, demostrando ser una herramienta efectiva para la intervención en este tipo de discapacidad, ya que los resultados obtenidos posterior al programa reflejaron una mejora significativa en la funcionalidad del participante. El puntaje total del FMS, que inicialmente se situó en 9 (indicando alto riesgo de lesión y déficit significativo), ascendió a 15 (nivel de funcionalidad aceptable con compensaciones). Este progreso en estabilidad, control postural y corrección de descompensaciones posiciona al método Pilates y a las herramientas de

evaluación adaptadas como un enfoque valioso para futuras estrategias de acondicionamiento físico adaptado en el contexto de la amputación transtibial unilateral.

Descripción del problema

Vivimos en un mundo donde la discapacidad también está presente.

La discapacidad constituye una condición diversa que surge de la interacción entre las limitantes físicas, sensoriales, intelectuales o mentales de una persona y los factores sociales que influyen en su entorno. Incluye un sinnúmero de dificultades, desde problemas de la función del cuerpo, pasando por limitaciones en la realización de acciones o tareas, hasta la restricción de un individuo con alguna limitación en la participación de actividades de la vida diaria o sociales (Padilla 2010). esta condición también depende de las oportunidades de inclusión, accesibilidad y apoyo social disponible en el entorno.

Se predice que la mayoría de las personas podrían sufrir algún tipo de discapacidad ya sea transitoria o permanente en algún momento de la vida. según el informe mundial de discapacidad (2011). Se prevé que más de mil millones de personas tienen algún tipo de condición de discapacidad, lo que representa aproximadamente el 15% de la población mundial para datos del año 2010. En este informe se estima que las poblaciones más vulnerables son los países con bajos ingresos que se ven influenciados por situaciones de salud del país, conflicto armado interno, catástrofes ambientales y estilos de vida poco saludables.

Dentro de las diversas tipologías, la discapacidad física comprende aquellas alteraciones que afectan el movimiento, coordinación y fuerza corporal, impidiendo o dificultando la movilidad, la postura y la manipulación de objetos. Estas limitaciones pueden ser congénitas o adquiridas y presentan diferentes grados de severidad, dependiendo de la naturaleza y

localización en el cuerpo (Amate 2006)

Dentro de las discapacidades adquiridas, la discapacidad por amputación representa una de las manifestaciones más relevantes, esta se produce por la pérdida total o parcial de una extremidad. Generando alteraciones estructurales y funcionales (Aponte y Romero 20218).

En estados unidos, por ejemplo, se registran alrededor de 159.000 amputaciones anuales, y se proyecta que para el año 2050 más de 3,6 millones de personas vivirán con la pérdida de una extremidad (Giraldo et al., 2022). La amputación puede ser consecuencia de diversas causas, como traumatismo, enfermedades vasculares, infecciones, neoplasias o complicaciones generadas de la diabetes.

En este contexto, La amputación transtibial unilateral, constituye una de las causas más frecuentes de discapacidad física adquirida a nivel mundial, esta se refiere a la pérdida parcial de una extremidad inferior por debajo de la rodilla, preservando la articulación de la rodilla, esta condición compromete la funcionalidad de una persona al general alteraciones biomecánicas, fisiológicas, psicológicas y sociales debido a la pérdida parcial de músculos, huesos y del sistema sensorial. Debido a esto, el ciclo de marcha y la estabilidad se ven afectados, perturbando el equilibrio dinámico y estático, esto aumenta la probabilidad de caídas e impacta

significadamente en la movilidad, postura y la calidad de vida de las personas que las padecen (Aponte y Romero 20218).

En Colombia, según la ruta integral de atención en salud para amputaciones de miembro inferior, causas traumáticas y neurovasculares. el registro de localización y caracterización de las personas con discapacidad del ministerio de salud y protección social, reporto 1.555.708 de personas con discapacidad, lo que corresponde al 3,06% de la población nacional. Dentro de este grupo, una proporción considerable son las amputaciones de miembro inferior, muchas de ellas derivadas de accidentes, enfermedades crónicas o resultado del conflicto armado(Giraldo et al., 2022).

Entre 2007 y 2016 se realizó un taller de aparatos ortopédicos para personas con amputación de miembro inferior en Medellín. “De 3076 pacientes, fueron por causas medicas el 54% de estas, por enfermedades neurovasculares, el 71% por origen traumático asistieron el 46% y de estas últimas, por accidente de tránsito, el 61%”(Giraldo et al., 2022,P.3).

En relación con el conflicto armado en Colombia, este ha sido un factor determinante en el aumento de amputaciones, especialmente por uso de minas antipersonas y artefactos improvisados. “en Colombia desde 1990 hasta enero 2020, se registraron 11811 víctimas de mina antipersonal y munición sin explotar, de las cuales 111 se presentaron el año 2019. Antioquia es el departamento con más víctimas civiles, seguido por Nariño, Meta y Cauca.” (Giraldo et al., 2022,P.3). Estas secuelas no solo generan una discapacidad física permanente, sino también profundas afectaciones psicológicas y sociales, limitando la integración laboral y comunitaria en las personas sobrevivientes. Por ello, las amputaciones derivadas del conflicto representan un desafío para las políticas de rehabilitación, inclusión y reparación integral

La amputación transtibial unilateral constituye un proceso que afecta de manera considerable todos los aspectos de la vida de las personas que la padecen, deben enfrentar múltiples desafíos que impactan significativamente en la calidad de vida. A pesar de los avances en rehabilitación, gran parte de las intervenciones se han enfocado únicamente en la adaptación funcional de la prótesis. Para Young et al.,(2019) En el ámbito psicosocial, la amputación no solo implica una pérdida física, sino también emocional.

Se ha evidenciado la presencia de depresión, ansiedad, baja autoestima y dificultades para la integración social ocasionando la falta de práctica de actividad física o deporte, esta situación se agrava en contextos donde los servicios de rehabilitación son limitados o inaccesibles, y donde persisten barreras arquitectónicas, económicas y culturales hacia las personas con discapacidad (Silva et al. 2024).

En consecuencia, la calidad de vida de las personas con amputación transtibial unilateral depende de gran medida de la rehabilitación integral, el acceso oportuno a dispositivos protésicos adecuados, el apoyo psicológico y la implementación de políticas de inclusión social y laboral que promuevan su autonomía y participación plena en la sociedad. La ausencia de estos factores perpetúa un círculo de vulnerabilidad y exclusión, impidiendo la reconstrucción integral del proyecto de vida en las personas con discapacidad adquirida. (Silva et al. 2024)

En Colombia se han desarrollado estrategias de rehabilitación integral desde un enfoque

interdisciplinario, en el que participan fisioterapeutas, terapeutas ocupacionales, psicológicos, médicos y protesistas. Estas estrategias se orientan a mejorar la funcionalidad, independencia y calidad de vida de las personas con amputación transtibial unilateral (Giraldo castaño et al., 2022).

La intervención se centra en el proceso de adaptación de prótesis, con el propósito de compensar la pérdida de apoyo, mejorar la estabilidad corporal, el uso de la prótesis y el entrenamiento de la marcha (Ortega bedoya et al.,2023). De manera complementaria, la intervención psicológica cumple un papel fundamental en el manejo de la ansiedad, el duelo, la depresión y la reconstrucción de la autoimagen corporal, factores que influyen directamente en la adherencia al proceso de rehabilitación (Giraldo et al., 2022).

Finalmente, la integración social se aborda desde la terapia ocupacional, la cual busca promover la autonomía en actividades de la diaria, así como la reincorporación laboral y participación comunitaria (silva et al.,2024).

A pesar de los avances, en Colombia aún son limitadas las estrategias de acondicionamiento físico dirigidas específicamente a personas con amputación transtibial unilateral. Según silva et al.(2024) la promoción de la actividad física ha demostrado ser una herramienta clave para mejorar la salud cardiovascular, la fuerza muscular, la autoestima y la

integración social de las personas amputadas.

Es en este escenario que se abre la necesidad de estudios locales y contextuales de acuerdo con los diferentes grados y niveles de “discapacidad/accidente” para reportar desde una perspectiva científica los resultados y beneficios sobre este tipo de programas dirigidos a esta población en particular. Razón por la cual, desde este estudio y considerando la descripción anterior, se propone como pregunta de investigación la referida a continuación.

Pregunta de investigación

¿Cómo incide un programa de ejercicios físicos basados en el método pilates, sobre la condición física de una persona con amputación transtibial unilateral?

Justificación

El propósito de este estudio es generar aportes a través de la aplicación de un programa de ejercicios basados en el método pilates para fortalecer los procesos de intervención en personas con amputación transtibial unilateral en el ámbito de la actividad física. El método pilates favorece entre muchas otras cosas, la alineación postural, permite mejorar la fuerza del core, la flexibilidad, la coordinación, la conciencia corporal y la funcionalidad de una forma consciente, generando una conexión entre el cuerpo y la mente, además ayuda a adquirir hábitos y estilos de vida saludables, previniendo futuras lesiones osteomusculares, por malos hábitos posturales o de fortalecimiento.

Esta investigación permitirá aportar evidencia que contribuya al desarrollo de estrategias y metodologías de entrenamiento adaptadas a esta condición, por medio de un programa de ejercicios individualizado y ajustado a las necesidades de la persona, sustentado en principios como la conciencia corporal, el fortalecimiento postural, el manejo de la respiración y la adaptación progresiva de cada ejercicio, para un adecuado proceso de integración funcional y movimiento.

Una de las intenciones de esta investigación es profundizar en el conocimiento del trabajo físico con población en condición de discapacidad, específicamente en personas con amputación transtibial. Por lo que este estudio de caso resulta útil como base para futuras investigaciones, profundizando en el trabajo físico con personas en condición de discapacidad desde un enfoque

metodológico, mostrando como los programas de ejercicio pueden ser adaptados según las capacidades y necesidades específicas de cada persona.

De igual manera en el campo de la Educación Física este estudio sirve como una estrategia para el desarrollo de programas de ejercicios adaptados a la condición y necesidades de la persona, mejorando la condición física y social y señalando como esta disciplina abarca todas las posibilidades del movimiento humano, de ahí su relevancia.

Además, contribuye al método pilates al mostrar su aplicabilidad real en personas con amputación transtibial, evidenciando que sus principios pueden ajustarse, brindando beneficios significativos en estabilidad, control del movimiento y postura. Esto aporta directamente a la calidad de vida de la persona participante, ya que promueve mayor autonomía, seguridad, bienestar físico y emocional.

Finalmente, esta investigación beneficia a la institución donde esta persona entrena y se realizó el estudio, proporcionando una guía práctica que puede ser aplicada con otros usuarios que presenten condiciones similares. De este modo se fortalecen los procesos de intervención, incorporando estrategias inclusivas, ajustadas con las necesidades reales que tenga esta población.

Objetivos

Objetivo General

Analizar los beneficios físicos que aporta un programa de ejercicios basados en el método pilates con una persona con amputación transtibial unilateral.

Objetivos específicos

1. Caracterizar la condición relacionada con la amputación transtibial unilateral, mediante revisión literaria o especializada.
2. Evaluar la condición física utilizando el instrumento Functional Muscular Screening (adaptado), y la postura mediante el uso de la aplicación Yogger.
3. Implementar un plan de ejercicios adaptados a las condiciones de la persona, basado en el método Pilates de la escuela Balanced Body.
4. Determinar los resultados obtenidos sobre los beneficios físicos del programa en la persona con amputación transtibial unilateral.

Antecedentes

La investigación sobre la mejora de la función física en individuos con amputación transtibial unilateral, se ha desarrollado en varias áreas, incluyendo la biomecánica de la marcha, la eficacia de los programas de rehabilitación y el impacto de metodologías de ejercicio específicas (Olenšek et al. 2021). En este contexto se ha observado que los programas de ejercicio focalizados son fundamentales, especialmente porque la rehabilitación tradicional post-amputación a menudo es insuficiente para alcanzar el máximo potencial funcional a largo plazo (Olenšek et al. 2021).

Un ensayo clínico aleatorizado piloto realizado por Gailey et al. (2020) en el que evaluó la eficacia de un Programa de Rehabilitación para Amputados Basado en la Evidencia (EBAR). Este programa fue aplicado a personas con amputación transtibial unilateral que ya habían completado la fisioterapia y el entrenamiento protésico tradicionales.

El programa EBAR consistió en cinco componentes primarios: resistencia cardiopulmonar y flexibilidad, fortalecimiento del tronco y miembro inferior, equilibrio y coordinación, soporte de peso y control de la postura, y entrenamiento de la marcha protésica. La prescripción de ejercicios se guio por el desempeño en las tareas del Amputee Mobility Predictor con prótesis (AMPPro).

Los resultados mostraron que el grupo de intervención EBAR mejoró significativamente las puntuaciones AMPPro (de 36.4 a 41.7), las puntuaciones AMPnoPro (sin prótesis, de 23.2 a 27.1) y la distancia recorrida en el Test de Caminata de 6 Minutos (6MWT, de 313.6 m a 387.7 m). La magnitud de este efecto para el AMPPro fue muy grande (1.32). Estos hallazgos demuestran que un programa de rehabilitación focalizado puede generar mejoras clínicamente significativas en la movilidad incluso en personas con amputación transtibial unilateral que están años después de la amputación y de la rehabilitación inicial.

Una revisión sistemática de Wijekoon et al. (2023) idéntico en la realización de intervenciones de rehabilitación basadas en ejercicios en la comunidad para amputados de miembro inferior, que los programas con mayor potencial para mejorar resultados específicos de la función física (velocidad de la marcha, equilibrio y nivel de actividad) fueron aquellos que eran adaptados, supervisados y de mayor intensidad. Sin embargo, la evidencia sobre los efectos en el dolor y la calidad de vida fue inconsistente.

La pérdida de la extremidad inferior provoca compensaciones y asimetrías que impactan en el tronco y la espalda, justificando la necesidad de una intervención postural como la que propone Banks et al. (2022) en la cual investigaron, si mejorar la simetría de la marcha podría reducir las demandas en la zona lumbar (fuerzas de compresión y cizallamiento L5/S1) en personas con Amputee Mobility Predictor con prótesis. Los resultados preliminares de este estudio, utilizando un modelo musculoesquelético, indicaron que las fuerzas L5/S1 en la marcha preferida y asimétrica de los amputados no eran significativamente diferentes de las fuerzas en la

marcha simétrica (0% de asimetría) o de las del grupo sin amputación. Esto sugiere que la restauración de la marcha simétrica por sí misma podría no reducir el riesgo de dolor lumbar, retando una premisa clínica común. No obstante, la asimetría puede ser perjudicial y requerir alteración por otras razones, como la estabilidad o la cinemática de la columna.

En un estudio de Ortega Bedoya et al. (2023) identificaron las limitaciones específicas que enfrentan los amputados transtibiales en contextos rurales, destacando que las prótesis utilizadas no son adecuadas para actividades comunes como caminar en terrenos inclinados o irregulares (problema reportado por el 85.7% de los entrevistados). También se reportaron problemas con posturas como arrodillarse o ponerse en cuclillas. Esto subraya la necesidad de mejorar la estabilidad, la fuerza del tronco y el control postural para las actividades de la vida diaria.

En este escenario el método Pilates como herramienta Intervención de Acondicionamiento Físico es potencialmente útil para abordar las deficiencias de fuerza, flexibilidad y control postural, como lo propone Sanchez. (2021) en el estudio “método pilates para mejorar la postura” en el cual se ha demostrado que la practica de este método mejora la alineación postural y la conciencia corporal, en personas jovenes. Además, tiene beneficios cuerpo-mente, mejorando la vitalidad y la salud mental.

Finalmente En línea con la aplicación de métodos no convencionales, un estudio preliminar de Jabbar et al. (2024) encontró que la adición de entrenamiento con Exergames a los

ejercicios convencionales en pacientes recién adaptados con amputaciones transtibial unilateral resultó en una mejora significativa en la velocidad de movimiento, mejorando su funcionalidad.

Aunque esto no es Pilates, respalda la idea de que incorporar modalidades de ejercicio específicas y novedosas puede potenciar la recuperación funcional en esta población.

Marco Conceptual

Discapacidad

La discapacidad es un concepto amplio que ha cambiado con el tiempo, de acuerdo con la organización mundial de la salud, las personas con discapacidad son aquellas que presentan deficiencias físicas, mentales, intelectuales o sensoriales que, al interactuar con diferentes barreras del entorno, pueden limitar su participación plena y efectiva en la sociedad, (Organización Mundial de la Salud, 2020, p.1). Esta definición tiene un enfoque principalmente médico, pues se centra en las condiciones corporales de la persona.

Amputación transtibial

La amputación transtibial unilateral, también conocida como amputación por debajo de rodilla, implica la pérdida parcial del miembro inferior a nivel de la tibia, conservando la articulación de la rodilla (Aponte y romero, 2018)

Actividad física

La actividad física según Caspersen, Powell y Christenson (1985), se refiere a “Cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos que genera un gasto de energía”.

Esta definición nos recuerda que no solo hacer deporte formal cuenta como actividad física, (caminar, jugar, realizar actividades diarias y otras formas de moverse también se tienen en cuenta, al entender la actividad física de esta manera, podemos verla como una gran herramienta para mejorar la salud física, emocional y social de las personas.

Pilates

Pilates es un sistema de acondicionamiento físico desarrollado por Joshep Pilates para fortalecer los músculos, aumentar la flexibilidad y mejorar la salud en general. Los ejercicios se realizan en Mat en aparatos diseñados exclusivamente. El sistema incluye ejercicios para cada parte del cuerpo y actividades específicas (Balanced Body University 2007,p 10).

Actividad Física Adaptada

“todo movimiento, actividad física y deporte en los que se pone especial énfasis en los intereses y capacidades de las personas con condiciones limitantes, como discapacidad, problemas de salud o personas mayores” (DePauw y Doll Tepper, 1989, p.96).

Ejercicio Físico

“Ejercicio es un tipo de actividad física que consiste en un movimiento corporal planificado, estructurado y repetitivo con el fin de mejorar o mantener uno o más componentes de la condición física”(American College of Sports Medicine,2019,p55).

Marco Legal

Ley 181 de 1995 – Ley del Deporte

Esta ley crea el Sistema Nacional del Deporte y establece los principios para el acceso de la ciudadanía a prácticas de actividad física, recreación y deporte, como componentes clave del desarrollo integral y del bienestar.

El enfoque de esta ley sirve de soporte para los programas de actividad física adaptada, recreación terapéutica y deporte adaptado. *Ley 181 de 1995.*

Ley 1618 de 2013 – Ley Estatutaria de Discapacidad

Establece las disposiciones para garantizar el pleno ejercicio de los derechos de las personas con discapacidad. Define la inclusión social como:

“Un proceso que asegura que todas las personas tengan las mismas oportunidades y la posibilidad real y efectiva de acceder, participar, relacionarse y disfrutar de un bien, servicio o ambiente, junto con los demás ciudadanos, sin limitación o restricción por motivo de discapacidad.” *Ley 1618 de 2013, Artículo 2.*

Normativa sobre Actividad Física y Deporte Adaptado

Los Lineamientos para la Promoción de la Actividad Física establecidos por el Ministerio

del Deporte en 2025 orientan estrategias para fomentar la vida activa y reducir el sedentarismo en Colombia. Estos documentos son referencia para diseñar intervenciones específicas adaptadas a las poblaciones en situación de discapacidad.

- La Política Nacional de Cuidado (20222026) incorpora por primera vez al deporte y actividad física como elementos transversales del autocuidado y bienestar integral.

Normativa sobre deporte adaptado Resolución 000980 de 2021 (Ministerio del Deporte)

Establece los criterios y procedimientos para incorporar deportes adaptados al Sistema Nacional del Deporte, incluyendo requisitos de inscripción, acceso y vinculación de personas con discapacidad a federaciones y organizaciones deportivas.

Ley 729 de 2001

Establece la creación de los centros de acondicionamiento y preparación física en Colombia, que son espacios autorizados por los entes deportivos locales para ofrecer servicios de prevención, rehabilitación, recuperación y control de la condición física, orientados por profesionales de la salud y educación física. Esta ley exige que estos centros cuenten con instalaciones adecuadas, vigiladas por la secretaria de salud y tener la posibilidad de establecer convenios con clininas o EPS para apoyar procesos de salud y bienestar.

Metodología

Enfoque

El presente estudio adopta un enfoque cuantitativo, dado que busca analizar de manera objetiva y medible los efectos físicos, que genera la aplicación de un programa basado en el método pilates en una persona con amputación transtibial unilateral.

El enfoque cuantitativo se fundamenta en la recolección y análisis de datos numéricos, los cuales permiten describir, comparar y determinar los cambios físicos obtenidos en este estudio.

Según Novoa (2018), el enfoque cuantitativo se caracteriza por la recolección de datos que pueden ser analizados mediante procedimientos estadísticos, con el propósito de establecer patrones de comportamiento o verificar hipótesis.

De esta forma, el uso de este enfoque cuantitativo contribuye a sustentar con evidencia medible los efectos del método pilates en procesos de acondicionamiento físico en personas con amputación transtibial unilateral.

Tipo de investigación - Estudio de Caso

En este estudio se propuso analizar un programa de ejercicios basados en el método

pilates, aplicado en una persona con amputación transtibial unilateral. Debido al carácter único, específico y complejo de la investigación, el estudio de caso es una opción metodológica adecuada, ya que permite una exploración profunda e intensiva de un fenómeno dentro de su contexto real Arzaluz (2005) lo que se alinea con la necesidad de comprender como un programa de ejercicios puede impactar en la calidad física de la vida de una persona con características particulares. En palabras de salas, martinez y morales(2011) “la esencia del estudio de caso es la descripción, explicación o comprensión de un sujeto, una institución, un entorno o una situación única de una manera lo más intensa y detallada posible”(p,22).

Según Horst y kar (2001) los estudios de caso son significativos para describir interdependencias especialmente llamativas de los factores concretos del objeto de investigación, lo cual favorece la formulación de hipótesis o la evaluación de enfoque personalizado. se considera una herramienta valida tanto como método, técnica e instrumento de investigación aplicada, ya que permite estudiar los cambios e interacciones, tomar las decisiones fundamentadas y observar directamente la evolución del sujeto. (Caramon y Martinez 2024).

Revisión literaria

La revisión literaria se realizó mediante la consulta de las bases de datos The Lens (lens.org), una plataforma que funciona como un metabuscador para patentes y trabajos académicos, como artículos, libros y tesis. Se caracteriza por integrar ambos tipos de documentos y ofrecer herramientas de análisis y gestión de la investigación, destacándose como un recurso de acceso abierto. cubriendo el periodo del 01/06/2025 hasta el 01/08/2025. El propósito principal

fue incluir estudios que tuvieran evidencia de confiabilidad y que se relacionaran con los conceptos clave de la investigación, como amputación transtibial, Pilates, Discapacidad, y actividad física adaptada. La literatura revisada, en coherencia con los objetivos del estudio, incluyó investigaciones sobre la funcionalidad física de personas con amputación transtibial unilateral.

Figuras 1

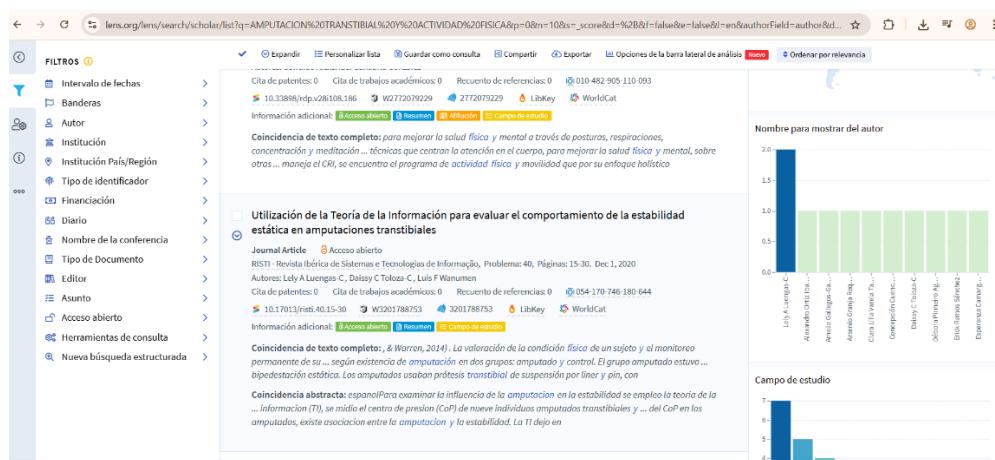
Revisión literaria

The screenshot displays the LENS.ORG search interface. The search query is 'AMPUTACION TRANSTIBIAL'. The results page shows 112 academic works. A filter sidebar on the left lists various criteria like 'Intervalo de fechas', 'Banderas', 'Autor', etc. The main content area shows a search result for a 'Journal Article' titled 'Niveles de amputación en extremidades inferiores: repercusión en el futuro del paciente' from 'Revista Médica Clínica Las Condes'. The article details include authors (V María José Espinoza, S Daniela García), 11 academic citations, 22 references, and a 2014 publication date. The article is marked as 'Acceso abierto' (Open Access). Below the article, there is a table showing the number of institutions associated with the search results.

Nombre de la institución	Cantidad
District Univ...	5
National Uni...	5
Universidad ...	4
Universidad ...	3
UNIVERSIDAD LAVERGANA	1
USP	1

Figuras 2

Revisión literaria



Caracterización de la condición

La amputación transibial unilateral, también conocida como amputación por debajo de rodilla, implica la pérdida parcial del miembro inferior a nivel de la tibia, conservando la articulación de la rodilla. Este tipo de amputación representa una de las formas más comunes de pérdida de extremidad inferior y tiene consecuencias significativas tanto en el plano físico como emocional y social (Aponte y romero 2018).

Desde el punto de vista biomecánico, esta condición produce alteraciones importantes en el patrón de marcha, el equilibrio postural y la funcionalidad general de la persona. La pérdida de masa muscular y del sistema sensorial en el segmento amputado compromete el control motor, lo que se traduce en un mayor gasto energético, riesgo de caídas, y fatiga postural y sobre carga del lado donde no hay amputación (Giraldo et al. 2022).

Según Aponte y romero cano (2018), las personas con amputación transtibial unilateral presenta diferencias significativas en las variables cinéticas y cinemáticas entre el lado protésico y la otra pierna. Estas diferencias pueden impactar negativamente en la estabilidad y funcionalidad durante la marcha, generando variabilidad espaciotemporal, alteración del centro de presión y mayor incidencia de caídas.

En el ámbito psicosocial, la amputación representa una pérdida no solo física, sino también emocional. Muchos pacientes enfrentan depresión, ansiedad, baja autoestima y dificultades para reinsertarse laboral y socialmente (Young et al. 2019).

Para Ortiz (2021) la discapacidad genera barreras en el entorno físico y laboral, aumentando la dependencia de terceros y reduciendo en ocasiones la calidad de vida. Dado al impacto multidimensional de esta condición el proceso de rehabilitación no solo debe centrarse únicamente en una prescripción de una prótesis. Es necesario implementar un abordaje integral que incluya el fortalecimiento muscular, la reeducación postural y acompañamiento psicosocial (Giraldo et al. 2022).

Caracterización de la persona

La persona a la que se le aplicó el estudio de caso es un hombre que tiene 44 años, estatura 1,80 cm, pesa 82 Kilogramos. Presenta una condición de discapacidad la cual es amputación transtibial pierna derecha, esta fue consecuencia de una mina antipersonal el 29 de noviembre del año 2009, en el municipio de la Macarena Meta.

En ese momento él tenía 28 años y su grado era cabo primero del ejército nacional. Estaba realizando una operación de rescate a un soldado secuestrado, estaban en un enfrentamiento y en ese momento él iba al frente del grupo, sintió un fuerte viento que lo sacudió desde el suelo. Menciona que inicialmente pensó que había sido otro soldado el que había pisado la mina, porque en el momento él solo sintió como si lo hubieran empujado, al momento de pararse y dar el primer paso para avanzar se dio cuenta de que él había sido el que había pisado la mina, pues no logró apoyar su pierna estaba fracturada y sufrió una mutilación por lo cual volvió a caer al suelo.

Luego llegó el enfermero le brindó los primeros auxilios y le colocó sueros, llamaron el helicóptero para poder llevarlo a un hospital, pero se demoró una hora y media en llegar porque estaban en combate. El hospital más cercano era el de Villavicencio, donde le hicieron la primera intervención, posteriormente lo trasladaron a sanidad militar en Bogotá para la intervención quirúrgica.

El proceso de recuperación duró alrededor de dos meses el cual se centró en la cicatrización del muñón. Seguido realizó las terapias durante 3 meses estas eran enfocadas en el fortalecimiento y flexibilidad de la extremidad para la adaptación a la prótesis. Para posteriormente adaptarlo a la prótesis y realizar los ajustes necesarios que ayudaran a su correcto funcionamiento, lo cual también duró otros 3 meses.

Tras superar la etapa medica inicial, lo que mas lo preocupaba era que iba a pasar con su vida después del accidente, ya que él era consciente de que no podría continuar en las fuerzas militares, se preguntaba “¿y ahora que voy a hacer?”, manifestando incertidumbre frente a su carrera profesional y a pesar de todo él quería continuar.

Estando en sanidad militar, conoció otras personas con su misma condición, observó como aceptaban la situación y se superaban, le sirvieron de ejemplo y motivación observaba como aceptaban su situación y encontraban nuevas oportunidades a través de la práctica del deporte y actividad física. Se enteró de que había una liga de discapacidad por medio de las oficinas de atención al herido en sanidad, estas ofrecían programas en los ámbitos desde lo laboral, lo educativo, y el deporte, siendo este último el que más le llamaba la atención.

El primer deporte que realizo fue tiro deportivo, aunque posteriormente conoció el vóleibol sentado, al principio le costó bastante y lo hacía solo por realizar una actividad. Sin embargo, con el tiempo encontró el gusto por este deporte, afirmando que “ el cuerpo tiene la capacidad de adaptarse, así el deporte haya sido creado para personas convencionales “.

Diseño del programa

El programa está diseñado y fundamentado en la metodología de la escuela Balanced Body, una institución reconocida internacionalmente por su liderazgo en el desarrollo de, sistematización y enseñanza del método pilates. Los ejercicios utilizados fueron extraídos de los manuales de la escuela, desarrollados por Nora St. John MS, una experta con más de cuatro

décadas de experiencia en el desarrollo de pilates (Balanced Body University, LLC, 2007).

El programa combina los aspectos atléticos e integrales del trabajo original de Joseph pilates, junto con un refinamiento anatómico basado en el conocimiento más contemporáneos de la escuela de pilates (Balanced Body University, LLC, 2007). adaptados por los investigadores para ajustarse a las necesidades específicas de la población.

El programa tuvo una duración de tres meses, con sesiones de 45 a 60 minutos, realizadas con una frecuencia de tres veces por semana. Su diseño progresivo contempla un enfoque inicial en ejercicios de respiración, movilidad, conciencia corporal, postura y balance, se avanzó gradualmente hacia actividades de fortalecimiento general y funcionalidad.

Se realizaron técnicas del método pilates en colchoneta (mat), Refomer y otros accesorios, seleccionados para garantizar la seguridad y efectividad del programa.

El programa se estructuró en seis fases, siguiendo un protocolo sistemático para la evaluación, adaptación, entrenamiento progresivo y análisis de resultados. En la siguiente tabla se especifica los días de la semana trabajados con la persona y el número de estas. Al interior de cada casilla, se identifican los contenidos de cada sesión.

Cronograma

Tabla 1

Cronograma de ejecución del programa

	14 de julio: Evaluación inicial	16 de julio: Evaluación inicial	18 de julio: Evaluación inicial
Semana 1	Aplicación del FMS adaptado, observación general de postura, movilidad, equilibrio y forma de caminar. Se identificaron limitaciones propias de la amputación y se recogió información base.	Revisión detallada de movimientos básicos, rango de movilidad, estabilidad lumbar y alineación en posición estática.	Organización de resultados , determinación de niveles de dificultad, identificación de limitaciones y diseño inicial de objetivos.
	21 de julio: Adaptación	23 de julio: Adaptación	25 de julio: Adaptación
Semana 2	Ejercicios básicos de respiración, apertura torácica, movilidad suave de columna y activación ligera del core.	Trabajo de conciencia corporal: aprender a sentir el apoyo, controlar la respiración, activación del trasverso abdominal y mantener alineación.	Movilidad articular en cadera, hombros y columna; correcciones posturales sencillas, retroalimentación visual.
Semana 3	28 de julio: Adaptación	30 de julio: Adaptación	1 de agosto: Adaptación

	<p>Activación del core en posiciones estables como supino y cuadrupedia, evitando compensaciones.</p> <p>Con respiración coordinada con el movimiento.</p>	<p>Estabilidad del tronco, extensión alternada de brazos en cuadrupedia, elevación de brazos en sedente y estabilización escapular.</p>	<p>Ejercicios pre-Pilates centrados en control de respiración y alineación del tronco, y cambios de posición.</p>
	4 de agosto: Adaptación	6 de agosto: Adaptación	8 de agosto: Adaptación
Semana 4	<p>Transición hacia ejercicios básicos del método Pilates en colchoneta, puente básico, movilidad controlada de columna.</p>	<p>Trabajos suaves de estabilidad en tronco en movimiento, manteniendo el control en cada ejercicio, alineación de columna en cuadrupedia y activación del core con control pélvico.</p>	<p>Revisión de progresos, por medio de una rutina secuencial de ejercicios de nivel básico, observando la coordinación entre respiración y movimiento.</p>
Semana 5	11 de agosto: Postura y Balance	13 de agosto: Postura y Balance	15 de agosto: Postura y Balance

	Ejercicios para alinear hombros, cadera y columna; estabilización del core en bipedestación, mini sentadillas asistidas enfatizando control del tronco.	Práctica de equilibrio en superficies estables, cambios suaves de peso, posiciones con apoyo simétrico, trabajo inicial con prótesis.	Integración de ejercicios que requieren más concentración, entre la respiración y el movimiento, como elevar los brazos, rotar, flexión abdominal.
Semana 6	18 de agosto: Postura y Balance	20 de agosto: Postura y Balance	22 de agosto: Postura y Balance
	Trabajo de movilidad funcional del tronco, como rotaciones inclinaciones laterales y activación de oblicuos, mejorando fluidez en el movimiento.	Ejercicios de equilibrio con cambios lentos de peso adelante y atrás, aprovechando el apoyo de la prótesis,.	Corrección de alineación durante ejercicios de estiramiento y estabilidad.
Semana 7	25 de agosto: Postura y Balance	27 de agosto: Postura y Balance	29 de agosto: Postura y Balance
	Fortalecimiento del core con ejercicios controlados de mat Pilates.	Ejercicios que exigen mantener la postura mientras se mueven	Trabajo de equilibrio dinámico suave, preparando el cuerpo para mayor exigencia.

		brazos/pierna sana.	
Semana 8	1 de septiembre: Postura y Balance	4 de septiembre: Postura y Balance	6 de septiembre: Postura y Balance
	Mejor precisión en postura al estar de pie y durante ejercicios de transición.	Control de estabilidad al realizar movimientos más amplios.	Ejercicios que buscan mantener el equilibrio sin perder alineación corporal.
Semana 9	9 de septiembre: Postura y Balance	11 de septiembre: Postura y Balance	13 de septiembre: Postura y Balance
	Fuerza funcional del core en ejercicios más retadores, puente con variantes, plancha adaptada en antebrazos activación del trasverso abdominal.	Mayor resistencia en tareas de estabilidad y pequeños desplazamientos controlados, con cambios de posición.	Integración de todo lo aprendido como secuencias que unen la movilidad, fuerza y estabilidad preparando el cuerpo para la intensificación, antes de pasar a la siguiente fase.
Semana 10	16 de septiembre: Intensificación y Funcionalidad	18 de septiembre: Intensificación y Funcionalidad	20 de septiembre: Intensificación y Funcionalidad

	<p>Ejercicios más exigentes de fuerza del core y piernas, siempre controlando compensaciones, con ejercicios como el puente unipodal y con banda elástica y ejercicios en barrel y reformer adaptados.</p>	<p>Movimientos funcionales que simulan actividades de la vida diaria, sentarse, pararse, empujes , jalar con bandas y reformer.</p>	<p>Mayor trabajo de estabilidad y balance bajo pequeñas demandas externas (peso o cambios de posición).</p>
Semana 11	<p>23 de septiembre: Intensificación y Funcionalidad</p>	<p>25 de septiembre: Intensificación y Funcionalidad</p>	<p>27 de septiembre: Intensificación y Funcionalidad</p>
	<p>Ejercicios combinados de fuerza y estabilidad usando mat y accesorios como bandas o resortes y maquina reformer.</p>	<p>Coordinación de tronco y extremidades para mejorar movimientos diarios, tareas de movilidad funcional.</p>	<p>Secuencias controladas que integran fuerza, movilidad y equilibrio para mejorar control global.</p>
Semana 12	<p>30 de septiembre: Intensificación y Funcionalidad</p>	<p>2 de octubre: Intensificación y Funcionalidad</p>	<p>4 de octubre: Intensificación y Funcionalidad</p>

	Control corporal al ejecutar movimientos más amplios y fluidos, usando respiración lateral costal, roll down progresando y ejercicios de reformer adaptado en con ayuda del cajon.	Fortalecimiento adaptado a la amputación: trabajo del core y cadera, glúteo medio estabilidad pélvica y control de tronco en apoyo unipodal asitido en reformer.	Mejora de estabilidad general con ejercicios continuos y controlados de desplazamientos y transiciones sin perder alineación.
Semana 13	7 de octubre: Intensificación y Funcionalidad	9 de octubre: Intensificación y Funcionalidad	11 de octubre: Intensificación y Funcionalidad
	Consolidación de fuerza y control, secuencias de mat intermedio ejercicios de reformer adaptados y la resistencia progresiva.	Ejercicios que unen fuerza, movilidad y equilibrio en secuencias funcionales énfasis en fluides, coordinación y postura.	Cierre de la fase con retos progresivos y variedad de movimientos con mayor exigencia utilizando diferentes posiciones y transiciones de movimientos.
Semana 14	14 de octubre: Evaluación final		
	Aplicación del FMS adaptado y Yogger, para comparar los avances en estabilidad, balance y patrones posturales.		

Procedimientos

Fase 1 : Evaluación inicial

En esta primera fase se realizó una valoración diagnóstica del estado físico y funcional de la persona participante. El propósito fue identificar características individuales, limitaciones biomecánicas y posibles asimetrías posturales que pudieran influir en el desarrollo del programa. Para ello se aplicó la batería de pruebas de Functional Movement Screen (FMS) adicionalmente se utilizó la aplicación Yogger especializada en el análisis postural digital, que permite obtener mediciones sobre la alineación corporal, simetría y balance.

Los datos obtenidos en esta fase constituyeron la línea base para el diseño individualizado del programa, asegurando que los ejercicios se ajusten al nivel funcional, las capacidades y necesidades específicas del participante.

Fase 2: adaptación

Esta fase tuvo una duración de tres semanas y se enfocó en la adaptación neuromuscular y postural del participante, su propósito fue preparar el cuerpo para la ejecución de ejercicios más complejos, garantizando seguridad y control durante el entrenamiento.

Se implementaron ejercicios de pre-pilates, centrados en la respiración consciente, la activación del Core, la conciencia corporal y la movilidad articular básica. Estas actividades permitieron mejorar la conexión cuerpo-mente, promover la activación muscular y profunda y familiarizar al participante con los principios básicos del método pilates.

Durante esta etapa se busco generar una base solida de estabilidad y control motor, lo que facilita la progresión de ejercicios más exigentes sin riesgo de descompensaciones o sobrecarga muscular

Fase 3: postura y balance

En la tercera fase, con una duración de cinco semanas, el objetivo fue mejorar el control postural y el equilibrio dinámico y estático, componentes esenciales para la estabilidad funcional en personas amputadas.

Las sesiones se centraron en fortalecer la musculatura del Core, así mismo se trabajó la flexibilidad y la coordinación neuromuscular mediante ejercicios controlados integrando la respiración y la alineación corporal.

En esta fase se busco mejorar el equilibrio corporal, la simetría postural y la reducción de compensaciones musculares, factores determinantes para la eficiencia del movimiento.

Fase 4: funcionalidad

Durante esta fase, de cuatro semanas de duración, se implementaron ejercicios orientados a fortalecer la funcionalidad global del cuerpo y transferir los logros posturales y equilibrio hacia actividades de la vida diaria.

Se incorporaron ejercicios de mayor intensidad y complejidad, que integraron los

segmentos corporales superiores e inferiores, incluyendo movimientos en cadena cinética cerrada y abierta.

Así mismo, se promovió la simetría del movimiento entre el miembro protésico y el no amputado, con el fin optimizar la mecánica corporal y reducir las sobrecargas en el lado contralateral. Esta fase contribuyo a mejorar la resistencia muscular, la estabilidad funcional y la confianza motora del participante, aspectos fundamentales para su autonomía física y bienestar general.

Fase 5: Evaluación

La última fase correspondió a la valoración posterior a la intervención, cuyo objetivo fue determinar los cambios físicos obtenidos tras el desarrollo completo del programa. Se aplicaron nuevamente los instrumentos utilizados en la fase inicial: el Functional Movement Screen (FMS) y la aplicación Yogger, con el fin de comparar los resultados pre y post intervención.

Fase 6: Análisis de resultado

En coherencia con el tipo de estudio de esta investigación (estudio de caso) se aplico estadística descriptiva, con el fin de establecer cambios en dos momentos diferentes. Para consolidar la información se utilizara Microsoft Excel, para tabular la información. Por otro lado, se utilizaran gráficos descriptivos para comparar los resultados entre momentos.

Materiales y recurso humano

El programa utilizó colchonetas, Reformer y accesorios específicos de pilates, la recolección de datos se realizó mediante el Functional movement screen (FMS) y la aplicación de medición postural Yogger y la observación durante las sesiones.

El equipo está conformado por 2 instructores certificados en Mat 1,2, Y Reformer 1,2,3 formados en la escuela balanced body, tecnólogos en actividad física y docentes en formación de la universidad Uniminuto.

Definición y Operacionalización de variables o categorías del estudio y los instrumentos.

En la siguiente tabla se detallan las variables del estudio, el instrumento utilizado y el protocolo que facilitó la evaluación y valoración.

Tabla 2

Variables del estudio, instrumento utilizado y protocolo

Variable	Instrumento	Protocolo
funcionalidad física: evalúa la calidad del movimiento, estabilidad, movilidad articular, equilibrio,	Test Functional Movement Screen (FMS)	se realiza siete pruebas para evaluar patrones fundamentales del movimiento: sentadilla profunda, paso de vaya, zancada en línea recta, movilidad de hombros, elevación de pierna recta, push-up de estabilidad de tronco y

asimetrías y control motor		estabilidad rotacional, cada una evalúa con escala de 0 a 3 según calidad del movimiento
Patrones posturales	Yogger	se adopta una posición de pie relajada y estática, y luego se toma una foto o breve video que la aplicación analiza automáticamente. Yogger detecta puntos corporales, traza líneas de referencia y genera un análisis de la postura midiendo ángulos y desviaciones para ofrecer una valoración de la alineación corporal

Técnicas e instrumentos de recolección de información

Test Functional Movement Screen (FMS)

Para esta investigación se utilizó como instrumento el Functional Movement Screen (FMS), es una herramienta de evaluación postural ampliamente reconocida en el ámbito del entrenamiento, la fisioterapia y la rehabilitación. El FMS permite identificar asimetrías, disfunciones en los patrones de movimiento, descompensaciones musculares y factores que puedan aumentar el riesgo de lesiones si no se corrigen de manera oportuna. La intención de este

test es identificar estos aspectos, para así saber desde que punto partir al intervenir a la persona para mejorar su movilidad, estabilidad y la funcionalidad en general de esta.

Para la aplicación en este caso se realizará una adaptación del test, ya que la persona intervenida tiene una amputación transtibial unilateral, por este motivo con el fin de recopilar datos más acordes a la investigación y asegurar una evaluación válida y segura respetando sus capacidades funcionales. Estas adaptaciones permiten realizar los movimientos necesarios para lograr contra con los datos y información necesaria al observar y valorar los patrones de movimiento dentro de sus posibilidades biomecánicas, sin comprometer su integridad física y tener una mejor calidad en el análisis.

El FMS evalúa 7 movimientos fundamentales los cuales son modificados de acuerdo con la funcionalidad y sus necesidades específicas derivado de la condición de la persona. Por medio de esta evaluación se pretende mantener los principios del test, pero ajustarlos a la condición física y funcional de la persona con amputación transtibial unilateral.

Las modificaciones se hacen en los siguientes ejercicios:

Sentadilla Profunda

Adaptación: Debido a la amputación transtibial unilateral, el movimiento se adapta mediante la ejecución de una sentadilla parcial hasta un ángulo aproximado de 45° de flexión de rodilla en la extremidad residual. Para mejorar la estabilidad y el control del movimiento, las piernas se

apoyan sobre un step bajo. De manera alternativa, el ejercicio puede realizarse utilizando un sistema de entrenamiento en suspensión, lo que permite mayor seguridad y asistencia durante la ejecución.

Elevación Activa de Pierna Recta

Adaptación: El ejercicio se realiza utilizando la extremidad residual (sin prótesis), evaluando principalmente la presencia de retracciones musculares, especialmente en la pierna amputada. La extremidad contralateral presenta menores limitaciones debido a la posición y funcionalidad de la prótesis, lo que se tiene en cuenta durante la valoración comparativa del movimiento.

Estabilidad de Tronco en Rotación

Adaptación: Se ajusta el rango de movimiento de la rotación del tronco, permitiendo una rotación parcial o más controlada en caso de que el individuo presente limitaciones de flexibilidad o estabilidad. Esta modificación busca preservar la correcta ejecución del patrón motor sin generar compensaciones o riesgos adicionales.

Las adaptaciones realizadas tienen como objetivo principal mantener la seguridad durante la evaluación, respetando la funcionalidad y las capacidades individuales de la persona con amputación transtibial unilateral, sin perder los fundamentos del FMS como herramienta de análisis del movimiento funcional.

Este tipo de evaluación permite tener información del estado actual en el que se encuentra

la funcionalidad de la persona a intervenir, esto muy importante ya que esta información será la base para el diseño del programa de ejercicios que ejecutara la persona, el cual tendrá como objetivo identificar esos beneficios físicos que puede tener una persona con esa condición, en la realización del método pilates. Como afirma Gray Cook (2014). En efecto, la aplicación del FMS en este estudio de caso permitirá tener un punto partida del estado funcional del individuo, logrando el desarrollo de estrategias seguras y más efectivas para lograr su progreso físico y funcional al terminar el programa de ejercicios.

El test se utilizó en el estudio de (Reproducibilidad del test Funcional Movement Screen en futbolistas aficionados) (2017) *“Se evaluaron 36 estudiantes sanos de los equipos de fútbol de la Universidad de La Sabana de las categorías B y C, entre 18 y 24 años de edad. Se informó a cada uno de los participantes del propósito del estudio y posteriormente cada uno firmó un consentimiento informado, teniendo como criterios de inclusión: hombres, deportistas de fútbol universitarios que asistieran a entrenamiento regularmente, y como criterios de exclusión: lesiones actuales o en un tiempo menor a seis meses y deportistas de alto rendimiento”*(p,4) Se aplicó con deportistas con condiciones y características similares, los evaluadores fueron 4 fisioterapeutas, la intención era mostrar las limitaciones, desbalances y asimetrías en los individuos sanos señalando a partir de esto, la funcionalidad y el riesgo que tienen de sufrir lesiones en el ámbito del fútbol.

También en uno de los países en donde más se utiliza este test es en Estados Unidos en deportes como baloncesto, hockey y fútbol americano, evidenciando la confiabilidad de este test

como una herramienta de tamizaje de riesgo de lesión.

Yogger

Es una aplicación móvil que permite evaluar la postura y el movimiento usando la cámara del celular, la aplicación analiza automáticamente las articulaciones y la alineación del cuerpo, lo que facilita identificar desbalances, rangos de movimiento y posibles compensaciones sin necesidad de equipos especiales.

Una de las ventajas de esta APP es que incluye evaluaciones ya diseñadas, lo que permite que el proceso sea mucho mas sencillo y ágil. Además, guarda los videos y genera informes con imágenes y observaciones, lo cual permite comparar el antes y el después de una intervención de manera visual y objetiva. En esta investigación la aplicación se usa como herramienta de apoyo para complementar la valoración postural inicial y final. Su análisis automático ayuda a tener resultados mas precisos y menos subjetivos, mientras que sus informes permiten evidenciar los cambios obtenidos. En pocas palabras, Yogger aporta objetividad, registro visual y facilidad de uso, fortaleciendo el análisis de los resultados del proyecto.

Consideraciones éticas

El presente estudio se desarrollará en el marco de la Licenciatura en Educación Física, Recreación y Deporte modalidad a distancia (UNIMINUTO) y tiene como propósito analizar, a través de un estudio de caso único, la utilización de un programa basado en el método pilates como herramienta de acondicionamiento físico en una persona adulta con amputación transtibial

unilateral. La investigación empleará evaluaciones funcionales y registro fotográfico para análisis biomecánico, con el fin de comprender las adaptaciones físicas presentes durante tareas motoras específicas.

Dado que el estudio involucra a una persona adulta con una condición física particular, se adoptarán de manera estricta las normas éticas nacionales e internacionales aplicables a la investigación con seres humanos. Se garantizará en todo momento la protección de los derechos, la dignidad y el bienestar del participante, asegurando que los procedimientos sean seguros, respetuosos y acordes con su condición funcional.

El diseño metodológico y la ejecución del estudio se fundamentan en los principios bioéticos establecidos en la Declaración de Helsinki (Asamblea Médica Mundial, 1964) y desarrollados posteriormente en la ética de la investigación en salud: respeto por las personas, beneficencia y justicia. En cumplimiento de estos principios, se asegurará la autonomía del participante, quien decidirá libremente su participación mediante la firma del consentimiento informado; se minimizarán los riesgos derivados de las pruebas físicas; y se garantizará un trato justo, digno y equitativo durante todas las fases del estudio. El participante tuvo derecho a retirarse del estudio en cualquier momento sin sanciones ni repercusiones.

Por otro lado, el estudio se acoge a la Resolución 008430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia, que establece las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud. Esta resolución dispone que las investigaciones con seres humanos deben

proteger su integridad física, mental y emocional, y clasifica los distintos niveles de riesgo y los principios éticos a considerar.

De acuerdo con esta normatividad, se obtiene el consentimiento informado por escrito del participante adulto. Este documento explicará, de forma clara y comprensible, los objetivos del estudio, los procedimientos, los posibles riesgos y beneficios, la voluntariedad de la participación y la posibilidad de retirarse en cualquier momento. Se llevará a cabo una sesión informativa previa para garantizar la comprensión cabal del estudio y resolver inquietudes relacionadas con el proceso.

Clasificación del riesgo y medidas de protección

La investigación se clasifica como de riesgo mínimo, conforme a los criterios de la Resolución 008430 de 1993, en tanto se emplean exclusivamente procedimientos no invasivos:

- aplicación de tests funcionales estandarizados (por ejemplo, pruebas de equilibrio, marcha o movilidad);
- registro fotográfico de movimientos para análisis biomecánico
- observación y documentación de patrones funcionales.

No se implementarán procedimientos que generen dolor, penetración corporal, exposición a radiación o cualquier intervención invasiva.

Durante la ejecución de las pruebas, se mantendrán condiciones de seguridad, supervisión

permanente y pausas según la tolerancia del participante. En caso de presentarse fatiga, molestia o incomodidad física, la sesión podrá interrumpirse de inmediato, priorizando en todo momento el bienestar individual.

Confidencialidad y protección de datos personales

La protección de la información personal y los datos sensibles constituye un aspecto ético y legal fundamental de este estudio. Se cumplirán estrictamente las disposiciones de la Ley Estatutaria 1581 de 2012 y el Decreto 1377 de 2013 sobre protección de datos personales en Colombia. El tratamiento de la información del participante se realizará exclusivamente con fines de investigación y bajo estrictas condiciones de confidencialidad.

Asimismo, se seguirán los lineamientos de la Resolución 1049 de 2020 de Minciencias, que adopta el Código de Integridad y establece prácticas de ética, transparencia y responsabilidad en la gestión de la información.

El material fotográfico será anonimizado, evitando cualquier elemento que permita la identificación facial u otra identificación directa, y se almacenará en dispositivos protegidos. Solo el equipo investigador tendrá acceso a los datos recopilados, los cuales serán utilizados exclusivamente para los fines declarados del estudio.

Análisis de la información

En primera instancia, se presentaran los resultados de la revisión literaria que permitió la construcción del apartado de antecedentes y la caracterización de la condición. Posteriormente se presenta los resultados de los test aplicados en la persona de la prueba FMS y siguiente los obtenidos de la prueba de Yogger , en cada apartado, se considerará un análisis, que facilite la interpretación de los datos. y obtener una visión completa con una amplia información del desempeño del participante.

Revisión literaria

La revisión literaria se inició con el objetivo de caracterizar la condición relacionada con la amputación transtibial unilateral e incluir estudios que poseyeran evidencia de confiabilidad y que se alinearan con los objetivos del estudio, investigando específicamente la funcionalidad física de personas con amputación transtibial unilateral. La ventana de observación para esta búsqueda fue el periodo comprendido del 01/06/2025 hasta el 01/08/2025. Los criterios de búsqueda se definieron a partir de los conceptos clave de la investigación, empleando términos como amputación transtibial, Pilates, Discapacidad, y actividad física adaptada . La revisión se comenzó mediante la consulta de la base de datos The Lens (lens.org). Lens se describe como una plataforma que funciona como un metabuscador que integra tanto patentes como trabajos académicos, incluyendo artículos, libros y tesis. Se caracteriza por ser un recurso de acceso abierto y por ofrecer herramientas de análisis y gestión de la investigación. De cada uno de los

textos encontrados a través de esta plataforma, se revisó su relación con los conceptos clave y su evidencia de confiabilidad.

Matriz de revisión literaria

Tabla 3

Matriz de revisión literaria

Título	Año	Revista / Publicación	Aporte al Estudio
Reproducibilidad del test Functional Movement Screen en futbolistas aficionados.	2017	Revista Andaluza de Medicina del Deporte	Proporciona el contexto de uso y la fiabilidad del Functional Movement Screen (FMS) para evaluar patrones de movimiento deficientes y riesgo de lesión, validando su aplicación adaptada en este estudio de caso.
Discapacidad: lo que todos debemos saber	2006	Pan American Health Org.	Fundamenta la definición de discapacidad física como alteraciones que afectan el movimiento, coordinación y fuerza corporal.
Estudio de la variabilidad de la marcha en personas con amputación transtibial	2018	(Publicación no detallada en fuente)	Describe que la amputación transtibial unilateral genera alteraciones biomecánicas,

unilateral.			fisiológicas y psicológicas, afectando la marcha y la estabilidad.
La utilización del estudio de caso en el análisis local.	2005	Región y sociedad	Justifica el uso del estudio de caso como metodología para una exploración profunda e intensiva de un fenómeno en su contexto real.
Guías detalladas para enseñar Pilates	2007	Balanced Body Inc.	Sirven como la base metodológica de la escuela Balanced Body para el diseño, contenido e implementación del programa de ejercicios de Pilates.
Are lower back demands reduced by improving gait symmetry in unilateral transtibial amputees?	2022	Clinical Biomechanics	Cuestiona la reducción del dolor lumbar por simetría de la marcha, pero reconoce la importancia del control postural en amputados.
La investigación de la enseñanza a partir del estudio de caso y el trabajo de caso.	2004	Alternativas metodológicas para la investigación educativa	Respalda el valor del estudio de caso para describir interdependencias y evaluar enfoques personalizados.

Ruta integral de atención en salud para amputaciones de miembro inferior, causas traumáticas y neurovasculares.	2020	(Publicación no detallada en fuente)	Proporciona el marco de referencia sobre la atención a amputaciones de miembro inferior en Colombia.
Detección funcional del movimiento: el uso de movimientos fundamentales como evaluación de la función - parte 1.	2014	Int J Sports Phys Ther.	Referencia fundamental que describe el FMS como evaluación de la función.
Movement: Functional Movement Systems.	2010	(Libro/Manual)	Establece la base del FMS como herramienta para identificar patrones de movimiento ineficientes y riesgo de lesión.
Una guía para la elaboración de estudios de caso.	2011	Razón y Palabra	Afirma que el estudio de caso busca la descripción, explicación o comprensión intensa y detallada de una situación única.
Aplicação da avaliação funcional de movimento (fms) em praticantes de	2017	REVISTA INTERDISCIPLINARIA DE CIENCIAS	Ejemplo del uso del FMS en practicantes de deportes, reforzando su aplicación en

muay thai de Belo Horizonte/MG.		MÉDICAS	evaluación física.
Research on sport for athletes with disabilities.	1986	Adapted physical activity quarterly	Contribuye al marco conceptual sobre la Actividad Física Adaptada, enfocada en personas con condiciones limitantes.
Effectiveness of an evidence-based amputee rehabilitation program: a pilot randomized controlled trial.	2020	Physical therapy	La importancia de que se realicen programas de ejercicios focalizados en población con discapacidad.
Ruta integral de atención en salud para personas con amputaciones de miembro inferior, para mejorar el funcionamiento y la calidad de vida.	2022	Revista Facultad Nacional de Salud Pública	Proporciona datos sobre las estadísticas de amputación en Colombia y la necesidad de rehabilitación integral.
Diccionario Akal de pedagogía	2001	Akal	Referencia que soporta el valor de los estudios de caso para describir interdependencias de factores concretos.
Informe mundial sobre la	2011	World Health	Fuente sobre la prevalencia global

discapacidad 2011		Organization	de la discapacidad (aproximadamente 15% de la población mundial).
Investigating the effects of Exergame training on functional activities among newly-fitted patients with unilateral transtibial amputation: A preliminary study.	2024	Journal of Modern Rehabilitation	Respalda la idea de que enfoques de ejercicio específicos y novedosos, como los Exergames o Pilates, pueden potenciar la recuperación funcional.
Can serious injury be predicted?	2007	(Publicación no detallada en fuente)	Referencia bibliográfica relacionada con la predicción de lesiones y el uso de herramientas de screening como el FMS.
Actividad física de cuerpo y mente: pilates y yoga. Efectos en la vitalidad y salud mental. Revisión sistemática y metaanálisis.	2023	Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación	Señala los efectos positivos del Pilates en el bienestar físico y mental, incluyendo el aumento de la vitalidad y la reducción del estrés/ansiedad.
Registro de localización y caracterización de personas	2020	Ministerio de Salud y Protección Social	Proporciona datos estadísticos sobre las personas con

con discapacidad.			discapacidad en Colombia (1.555.708 personas).
Dynamic balancing responses in unilateral transtibial amputees...	2021	Journal of neuroengineering and rehabilitation	Indica que la rehabilitación tradicional es a menudo insuficiente a largo plazo y la necesidad de programas de ejercicio focalizados.
Mobility and postural limitations perceived by transtibial amputees undertaking agricultural activities: a qualitative study.	2023	Annals of Medicine	Subraya la necesidad de fortalecer el tronco y mejorar la estabilidad debido a las limitaciones de las prótesis en terrenos irregulares.
Evaluación funcional y necesidades relacionadas con el uso de prótesis transtibial en actividades agropecuarias colombianas.	2021	(Publicación no detallada en fuente)	Menciona las barreras en el entorno físico y laboral que enfrenta esta población.
Discapacidad: contexto, concepto y modelos.	2010	International law	Contribuye a la definición amplia y multidimensional de la discapacidad.

Método Pilates para la mejora postural	2021	Tesis de maestría, Universidad de La Laguna	Fundamenta la elección del método Pilates, ya que demuestra su eficacia para mejorar la alineación postural y la conciencia corporal.
Evaluación de la Calidad de Vida post amputación traumática de miembros inferiores	2024	Bachelor's thesis, Universidad Nacional de Chimborazo	Enfatiza que la calidad de vida depende de la rehabilitación integral y aborda las afectaciones psicológicas y sociales.
Effectiveness and equity in community-based rehabilitation on pain, physical function, and quality of life after unilateral lower limb amputation: a systematic review.	2023	Archives of physical medicine and rehabilitation	Concluye que los programas de ejercicio más efectivos son los adaptados, supervisados e intensos para mejorar la función física.
Cambios relacionados con el tiempo en la calidad de vida en personas con amputación de miembros inferiores o lesión de la médula espinal:	2019	Systematic Reviews	Cita que gran parte de las intervenciones de rehabilitación se han centrado únicamente en la adaptación funcional de la prótesis.

Protocolo para una revisión sistemática.			
--	--	--	--

Test Functional Movement Screen (FMS)

El FMS Evalúa siete patrones de movimiento fundamentales con el fin de identificar limitaciones, asimetrías y compensaciones. Cada movimiento de se realiza bajo instrucciones y un protocolo estandarizado de cada ejercicio, y se observa la calidad del patrón motor. Los 7 ejercicios de la prueba son:

1. Sentadilla profunda
2. Paso de valla
3. Zancada en línea
4. Movilidad de hombro
5. Elevación activa de pierna recta
6. Estabilidad de tronco en plancha
7. Estabilidad de tronco en rotación

Cada una de estas pruebas se ejecuta hasta tres veces de ser necesario, o con un solo intento si la persona no puede realizar el movimiento de forma correcta. Lo principal es registrar la compensación, rango de movimiento, pérdida de la alineación, si presenta dolor o incapacidad de realizar el ejercicio para completar el movimiento.

Sistema de Puntuación

Tabla 4

Sistema de puntuación test FMS

Puntaje	Descripción	Criterios
3	Movimiento óptimo	Patrón completo sin compensaciones ni dolor
2	Movimiento aceptable	Patrón completado con compensaciones
1	Movimiento deficiente	No logra completar el movimiento requerido
0	Dolor	No lo realiza

Tabla de baremo del test FMS

Tabla 5

Baremo test FMS

Puntaje total	Interpretación	Acción recomendada
17–21	Función óptima	patrón funcional óptimo riesgo bajo de lesión. requiere mantenimiento y progresión
14–16	Compensaciones funcionales	Funcional aceptable, pero con compensaciones. riesgo moderado necesita correcciones específicas y fortalecimiento
<14	Déficits significativos	Riesgo alto de lesión déficit significativo de movilidad, estabilidad, control neuromuscular. necesita plan de ejercicios correctivos

Tabla 6
Resultados del pretest y postest FMS

Tabla de resultados del pretest y postest.						
Prueba	Puntuación parcial, pretest		Puntuación parcial, postest		Puntuación total, pretest	Puntuación total, postest
Sentadilla con brazos estirados	1		2		1	2
Paso de valla	D	1	D	2	2	2
	I	2	I	2		
Estocada	D	1	D	1	1	2
	I	1	I	2		
Movilidad de hombros	D	1	D	2	1	2
	I	1	I	2		
Elevación activa con la pierna recta	D	2	D	2	2	2
	I	1	I	2		
Estabilidad de tronco en flexión	1		3		1	3
Estabilidad de tronco en rotación	D	1	D	2	1	2
	I	1	I	2		
Total					9	15

Resultados patrones de movimiento Test Functional Movement Screen (FMS)

Sentadilla con brazos estirados

En el pretest se realizó el ejercicio modificado por amputación 45° Flexión con step apoyando talón para brindar más estabilidad. Su puntuación fue de 1, lo cual indica deficiencia en el ejercicio debido a limitaciones de movimiento y control. En el postest igualmente se

realizó el ejercicio modificado por amputación 45° flexión con step apoyando talón. Se observó una mejora notable en la estabilidad durante las fases del movimiento, así como un mejor control postural, lo que permitió alcanzar un mejor puntaje en este ejercicio, aunque continúa adaptado debido a la amputación.

Paso de valla

En el pretest, indica una deficiencia en su desempeño al no ejecutar el movimiento de forma correcta, fue deficiente al realizar el ejercicio con la pierna amputada, no tenía control ni equilibrio, presentaba alta dificultad. En el posttest presenta una mejora notable en la ejecución del ejercicio, la persona demostró mayor control y capacidad de superar la valla con menor dificultad, ya que presentaba mayor estabilidad y coordinación al ejecutar el ejercicio en su pierna amputada.

Estocada

Se realizó el pretest, teniendo en cuenta que el lado que se está evaluando principalmente es el lado derecho, en donde la persona no tiene la pierna mostrando deficiencias en la ejecución. La realización del posttest, se observó una mejora moderada, mayor estabilidad y control en el movimiento de la pierna no afectada.

Movilidad de hombros

Al realizar el pretest no realizaba el movimiento de forma adecuada con ninguno de los dos hombros, por lo cual le arrojó una puntuación baja, indicaba limitaciones en su movilidad. Se

realiza el posttest, en cual se observó una mejora en la movilidad, aunque todavía dentro de los límites esperados, con aumento en la amplitud del movimiento en ambos hombros.

Elevación activa con la pierna recta

En el pretest se hace la prueba con la extremidad residual (Muñon – articulación de cadera y rodilla) Se realiza prueba sin prótesis, evidenciando una retracción leve en el isquiotibial derecho. En el posttest, no hubo un cambio significativo en la pierna derecha, ya que con el uso de la prótesis la rodilla tiende a estar con una semiflexión por el acoplamiento del socket, generando una retracción constante en este grupo muscular. En comparación con la pierna izquierda la retracción muscular presentada se asocia a la sobrecompensación por ausencia de la extremidad contraria disminuyendo sus puntos de apoyo y descargas de peso.

Estabilidad de tronco en flexión

Mostro deficiencias notables en el control de tronco durante la flexión, por falta de fortalecimiento algunas compensaciones al realizar el movimiento. En el posttest demuestra una mejora considerable en el control de tronco con mayor estabilidad.

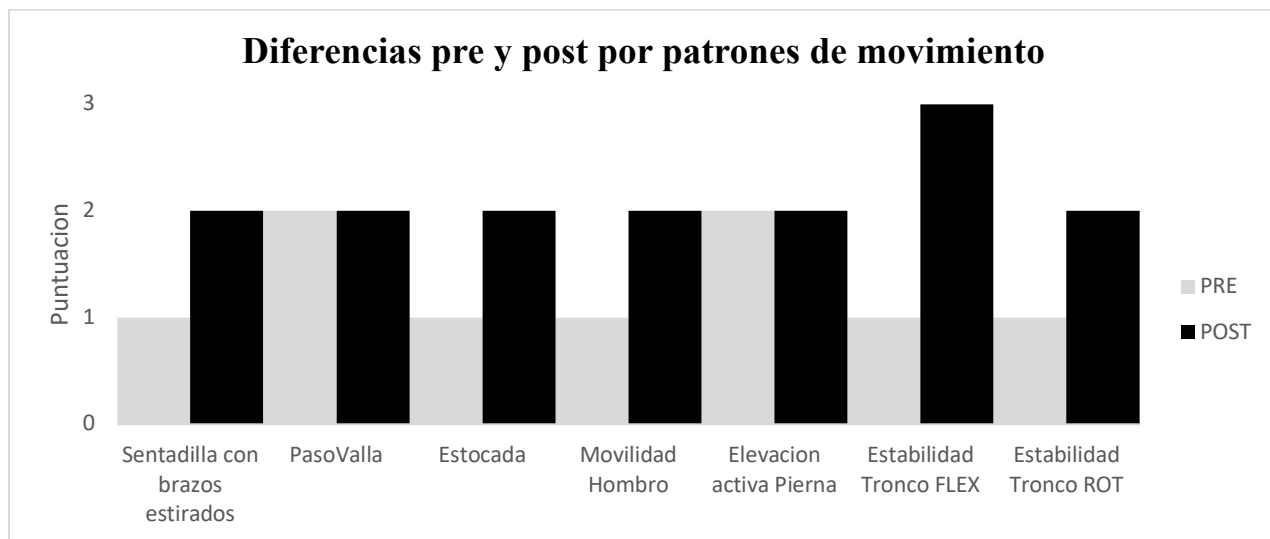
Estabilidad de tronco en rotación

Refleja una deficiencia importante en la estabilidad de tronco al rotar, por falta de fortalecimiento y compensaciones al realizar el movimiento. Hubo una mejora en la capacidad de mantener la rotación por lo cual se evidencia progreso en el fortaleciendo muscular, con mayor estabilidad, aunque hubo limitaciones, lo que podría mejorarse.

Descripción grafica de los resultados patrones de movimiento

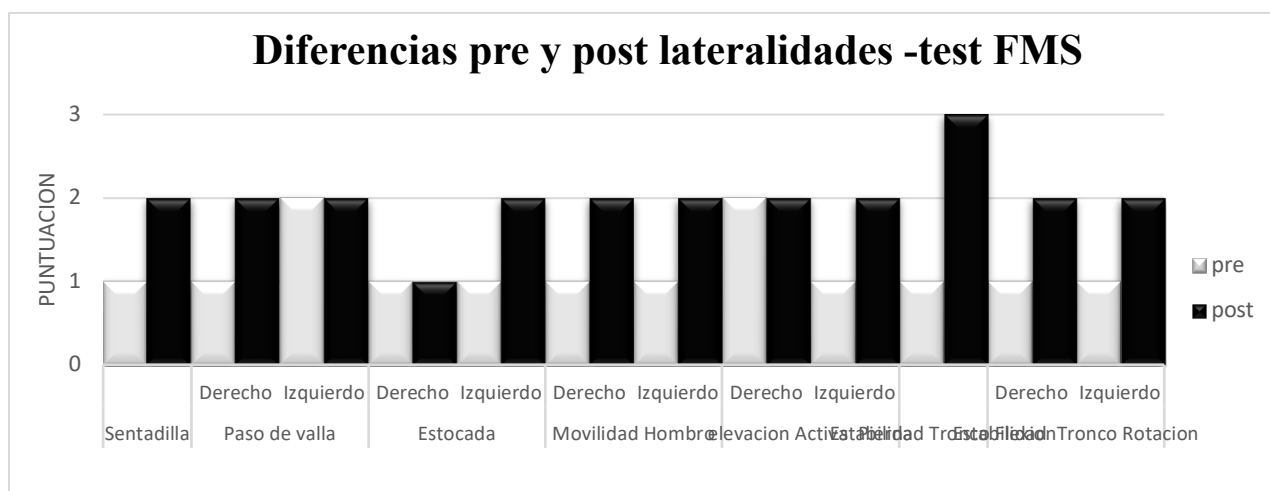
Figuras 3

Grafica pre y post por patrones de movimiento Test FMS



Figuras 4

Grafica diferencias pre y post lateralidades - test FMS



Pretest

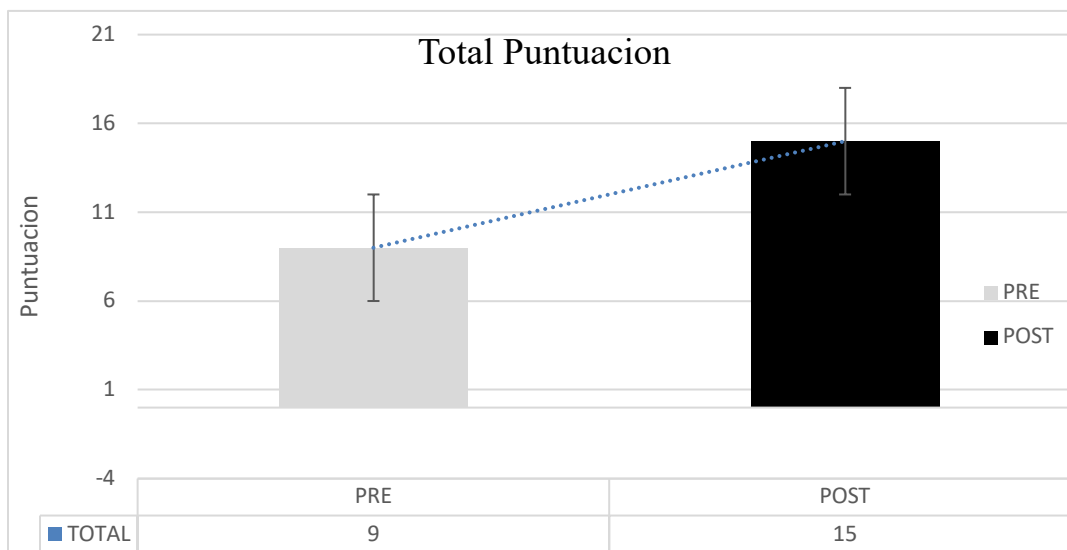
En esta investigación se aplicó un pretest mediante el FMS, cuyos resultados, de acuerdo con la tabla de baremos, se evidencia que la persona se encuentra en una condición de alto riesgo de lesión, asociada a un déficit significativo en movilidad, estabilidad y control neuromuscular. La puntuación obtenida fue de 9, lo que indica la necesidad de implementar un plan de ejercicios orientado a mejorar estos aspectos y corregir las compensaciones, desalineaciones posturales identificadas, fortalecimiento general y funcionalidad.

Postest

En este se evidencia una mejora significativa en la tabla de baremos, alcanzando una puntuación de 15, lo que refleja avances importantes en flexibilidad, movilidad, fortalecimiento y funcionalidad general. Este resultado ubica a la persona en un nivel de funcionalidad aceptable, aunque aún con algunas compensaciones, clasificándose en un riesgo moderado, por lo que requiere continuar con correcciones específicas y fortalecimiento dirigido. De manera global, se observó progreso notable en estabilidad control postural, coordinación y amplitud de movimiento en los diferentes patrones evaluados, destacándose una ejecución más estable en la sentadilla adaptada, un mejor control en los desplazamientos unilaterales, mayor estabilidad del tronco en flexión y rotación, así como mejoras en la movilidad de hombros. Aunque persisten algunas limitaciones propias de su condición, el desempeño funcional mostro evolución y se evidencia tanto en la calidad del movimiento como en la puntuación obtenida.

Figuras 5

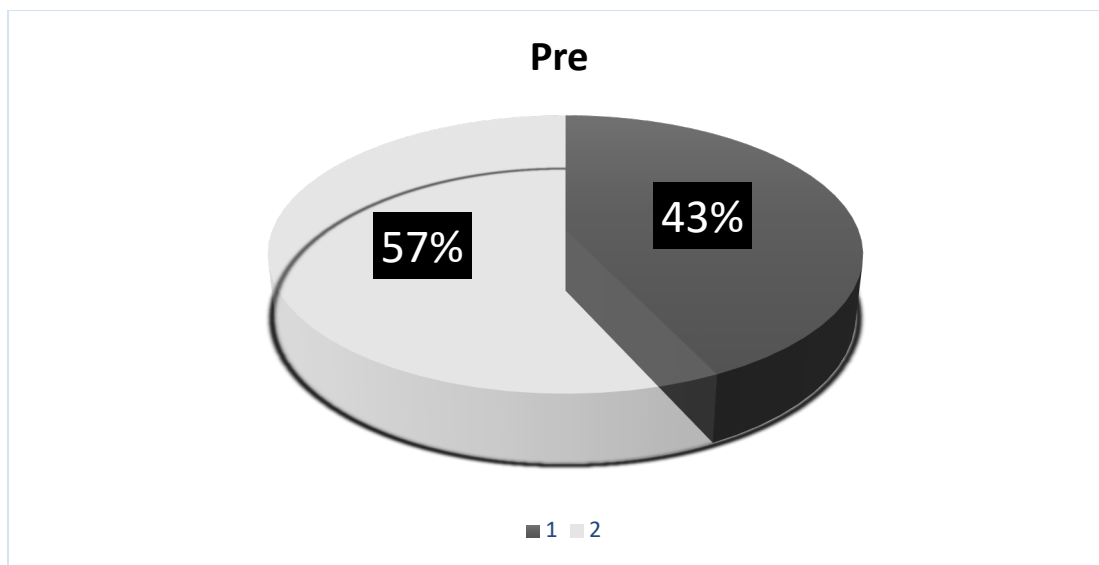
Grafica comparativa puntuación total pre y post test FMS



La comparación entre el pretest y el postest muestra una tendencia ascendente clara en el desempeño funcional. Mientras que en el pretest la puntuación fue de 9, en el postest aumento a 15, evidenciando una mejora de 6 puntos en la escala de baremos del FMS. Esta diferencia refleja un progreso significativo en los patrones de movimiento evaluados y se visualiza en la gráfica como una línea ascendente que indica una evolución positiva, a lo largo del proceso de intervención.

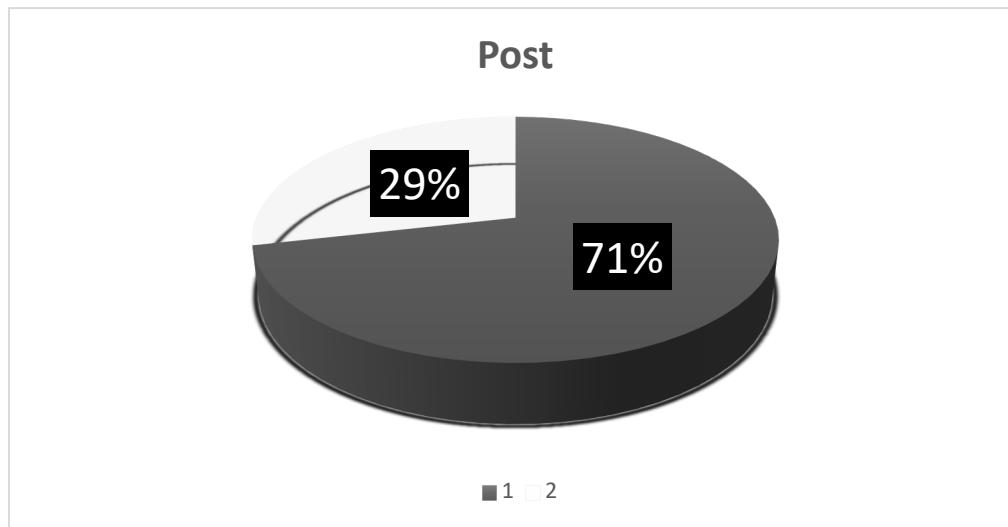
La grafica comparativa del pretest y postest muestra un cambio significativo en el puntaje global del FMS, pasando de 9 puntos (43%) en la evaluacion inicial a 15 puntos (71%) en la evaluación final. Esta diferencia representa un incremento del 28 % en la funcionalidad global del movimiento y una mejora de 6 puntos.

Figuras 6
Grafica torta pretest FMS



Este puntaje coincide con lo observado en los patrones evaluados, deficiencias considerables en estabilidad, rangos de movimiento reducidos y dificultades en pruebas unilaterales debido a la amputación,. Los porcentajes de la grafica evidencian para ese momento la persona se encontraba en un porcentaje del 43 % en su funcionalidad global.

Pretest: 43% funcionalidad – 57 % déficit.

Figuras 7*Grafica torta posttest FMS*

En el posttest, esta grafica indica que, aun persisten algunas compensaciones propias de su condición estructural, se logró mejorar la calidad de los patrones de movimiento, aumentar la estabilidad central y favorecer un desempeño mas eficiente y seguro.

Posttest: 71% funcionalidad – 29 % déficit.

Esto refleja una reduccion sustancial del deficit postural y motor, y aun aumento en la proporción de movimientos realizados con mejor calidad y control.

Yogger

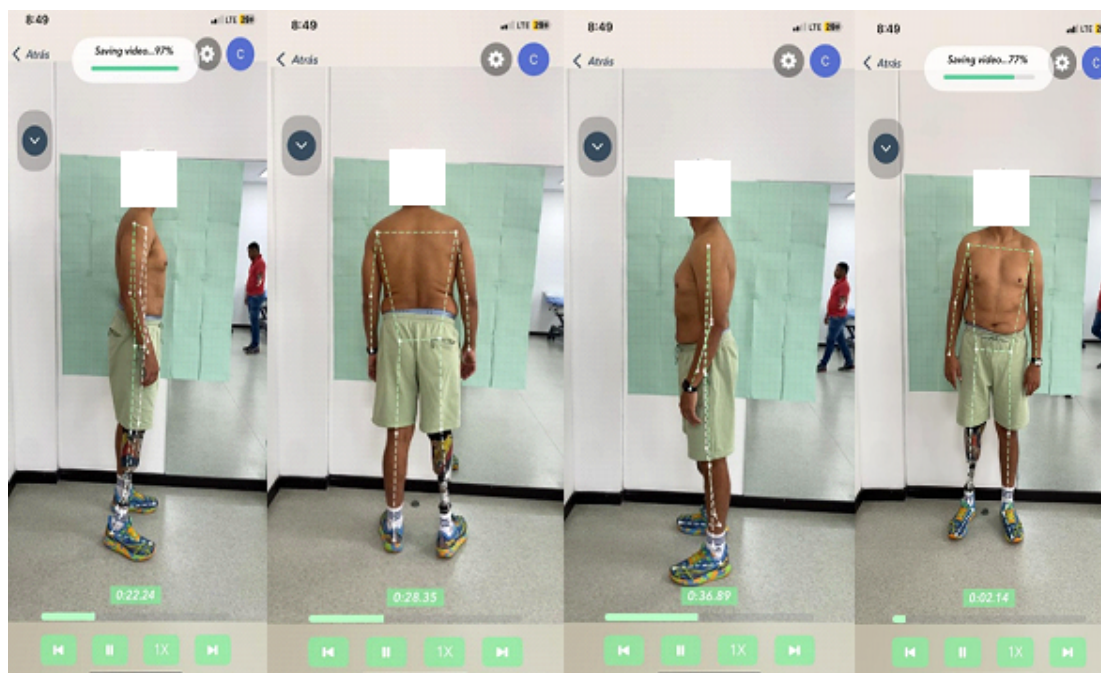
Es una aplicación móvil que evalúa la postura y el movimiento mediante la cámara del celular, analizando de forma automática las articulaciones, la alineación corporal y posibles

compensaciones sin necesidad de equipo especializado. Esta aplicación permite guardar los videos que generan informes con imágenes y comparar cambios entre momentos de medición, pero para poder acceder a esta información es necesario realizar una suscripción anual. Por lo cual, para esta investigación se utilizó como herramienta de apoyo para identificar y analizar patrones posturales en la valoración inicial y final, aportando objetividad, registro visual y precisión en los resultados.

Pretest

Para el pretest con la aplicación Yogger, como herramienta de apoyo, ya que sus registros en imágenes permitieron evidenciar de manera clara los patrones posturales del participante durante esta primera intervención. A partir de esta observación se identificó un desbalance musculoesquelético importante, especialmente a nivel de la cintura escapular y pélvica, junto con una escoliosis dorsolumbar de convexidad derecha que incrementa la sobrecarga en el miembro inferior derecho podría encontrarse en una altura o alineación inadecuada, contribuyendo al desequilibrio corporal.

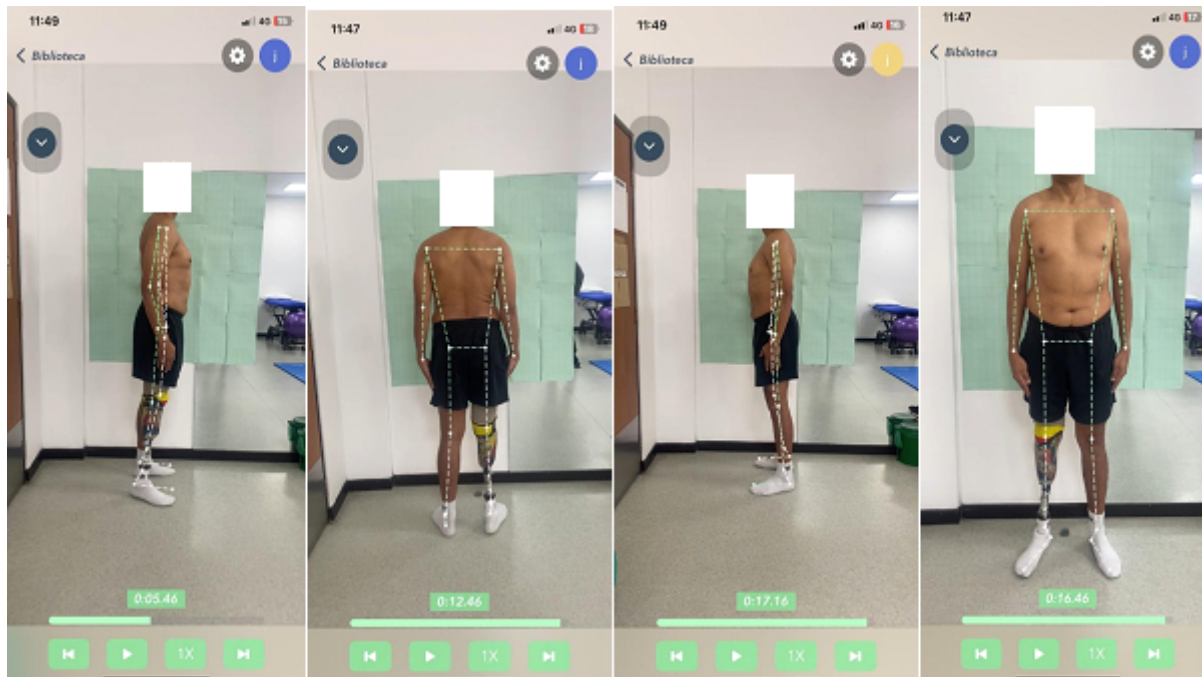
Figuras 8
Evidencia fotográfica del pretest con la aplicación Yogger



Postest

Tras la implementación del programa de ejercicios de activación muscular y conciencia corporal basados en el método pilates, los registros obtenidos permiten evidenciar mejoras significativas en los patrones posturales. Se observa una disminución de la alteración en la cintura escapulo pélvica, una mejor alineación de la columna dorsolumbar y una mayor activación del Core, lo cual favorece un control postural más estable. Aunque persisten ciertas compensaciones asociadas a la altura y alineación de la prótesis, los cambios reflejan un progreso funcional relevante.

Figuras 9
Evidencia fotográfica del postest aplicación Yogger



Análisis comparativo de pretest y postest

Tabla 7
Análisis comparativo de pretest y postest Yogger

Ítem Postural	Pretest	Postest	Cambio Observado
Alineación de la cabeza	Cabeza adelantada e inclinada hacia la derecha	Cabeza alineada	Mejora en la alineación cefálica gracias al fortalecimiento de los flexores cervicales, que reduce la proyección anterior de la cabeza, junto con mayor activación de los retractores escapulares,

			romboides, trapecio medio, trapecio inferior, lo cual estabiliza la cintura escapular. Permitiendo corregir la inclinación y adelantamiento inicial.
Hombros	Hombros protruidos	Hombros en posición neutra y alineados	Mejoro el posicionamiento de los hombros debido a la activación de los estabilizadores escapulares, especialmente trapecio medio e inferior, romboides y serrato anterior, responsables de retraer, deprimir y fijar la escapula en posición neutral. Esto contribuyo a mejorar la centralización y reducir el adelantamiento de los hombros observado en el pretest.
Columna dorsolumbar	Escoliosis dorsolumbar con convexidad derecha; aumento de cifosis	Mejor alineación de la columna; escoliosis aún influida por altura de la prótesis	Mayor estabilidad y alineación dorsal y lumbar gracias al fortalecimiento de los erectores espinales, multífidos y la musculatura torácica profunda, que favorecieron en el control postural y disminuyendo la cifosis aumentada. La activación del trasverso abdominal apoyo

			el control lumbopélvico.
Cintura escapular y pélvica	Desbalance marcado, retroversión pélvica	Cadera derecha levemente elevada por prótesis, pero mejora en posición sacra y reducción de retroversión	Mayor simetría por el fortalecimiento de los músculos estabilizadores de la pelvis, glúteo medio, glúteo mayor, cuadrado lumbar, multífidos y transverso abdominal, que favorecieron la neutralidad pélvica y redujeron la retroversión inicial.
Abdomen/Core	Abdomen prominente, baja activación del Core	Aumento de activación del Core	Mejora en el soporte central gracias al fortalecimiento una postura mas erguida. La integración del diafragma en los patrones respiratorios favoreció en el control intraabdominal y redujo el abdomen prominente del pretest.
Alineación de la prótesis	Cadera derecha elevada por mala alineación	Elevación leve, pero mejor posicionamiento funcional	Mayor integración funcional de la prótesis debido al fortalecimiento de los glúteos mayor y menor, psoas- iliaco, aductores y los multífidos y transverso abdominal, que son los estabilizadores lumbo-pélvicos. Mejorando el control del

			miembro residual y permitió un patrón de apoyo más eficiente.
Peso corporal	Sin cambios previos	Disminución de peso	La disminución de peso se ve potenciada por la activación global de grandes grupos musculares como glúteos, cuádriceps, isquiotibiales, erectores espinales, dorsal ancho y musculatura del core, que aumentaron el gasto energético durante las sesiones de entrenamiento, favoreciendo cambios en la composición corporal.

<p>Patrones compensatorios</p>	<p>Compensaciones marcadas por desequilibrio muscular</p>	<p>Persisten algunas compensaciones, pero reducidas</p>	<p>Reducción de compensaciones gracias al fortalecimiento de los grupos musculares que estaban debilitados en el pretest, glúteo medio, glúteo mayor en la extensión y control de la pelvis, los multífidos en la estabilidad segmentaria, serrato anterior, trapecio medio e inferior en la estabilidad escapular y los flexores cervicales profundos que permiten la alineación axial. La mejora en la propiocepción, control motor y simetría funcional disminuyo la necesidad de ajustes compensatorios para mantener la postura.</p>
---------------------------------------	---	---	---

En conjunto, los resultados obtenidos demuestran que la intervención genero cambios posturales favorables evidenciados tanto por la disminución de las compensaciones, como en la mejora del control y estabilidad corporal. Aunque aún se persisten ajustes por optimizar, especialmente relacionados con la alineación protésica, el progreso alcanzado refleja un impacto positivo del programa aplicado y sienta una base solida para futuras intervenciones orientadas a consolidar y profundizar estos avances.

Discusión

El propósito de esta discusión es comparar la metodología y los resultados del presente estudio de caso, un programa físico basado en el método Pilates implementado en una persona con amputación transtibial unilateral, con la literatura científica existente que aborda el ejercicio en esta población, la evaluación funcional especializada y el uso del método Pilates.

El estudio de caso se alinea con la literatura que promueve programas de ejercicio focalizados para personas con amputación transtibial unilateral, más allá de la rehabilitación tradicional.

Gailey et al. (2020) evaluaron un Programa de Rehabilitación Basado en la Evidencia (EBAR), el cual incluía componentes amplios como resistencia cardiopulmonar, fortalecimiento del tronco y miembro inferior, equilibrio, control postural y entrenamiento de marcha protésica. El estudio de caso, aunque más enfocado en Pilates, aborda los mismos pilares: fortalecimiento, balance y control postural.

Wijekoon et al. (2023), en su revisión sistemática, señalaron que los programas más efectivos para mejorar la función física (velocidad de marcha, equilibrio) son aquellos que son adaptados, supervisados e intensos. El programa de Pilates del estudio de caso cumple con ser adaptado a la condición de amputación transtibial unilateral y supervisado en todo momento.

En comparación de resultados funcionales, El programa de Pilates resultó en una mejora

significativa en la puntuación total del FMS (de 9 a 15). Esta mejora, si bien no se mide con los mismos instrumentos de Gailey et al. (quienes usaron AMPPro y 6MWT), soporta la conclusión de que un programa de rehabilitación focalizado puede generar mejoras clínicamente significativas en la movilidad y funcionalidad, incluso después de la rehabilitación inicial. De hecho, el enfoque en tronco y estabilidad es esencial para las actividades de la vida diaria, especialmente en terrenos irregulares(Ortega Bedoya et al. (2023).

El presente estudio utilizó el Functional Movement Screen (FMS) adaptado para la población con amputación transtibial unilateral.

El FMS se empleó para identificar la calidad del movimiento, asimetrías, y limitaciones biomecánicas, proporcionando una línea base para el diseño del programa. La adaptación del test fue crucial para recopilar datos acordes a la investigación y asegurar una evaluación válida y segura, respetando las capacidades funcionales del participante con amputación transtibial unilateral.

No se encontraron estudios previos que hayan utilizado específicamente el test FMS o herramientas de screening similares como instrumento principal de evaluación funcional en la población con amputación transtibial unilateral.

Mientras que el FMS se ha utilizado y demostrado ser una herramienta fiable de tamizaje en deportistas sanos (como futbolistas y atletas en EE. UU.) para identificar patrones de

movimiento deficientes y riesgo de lesión, su aplicación y adaptación en el contexto de la Amputación Transtibial Unilateral, como se realizó en esta metodología, representa un enfoque metodológico novedoso dentro de los estudios citados.

Puntuación total del participante pasó de un riesgo alto de lesión (9) a una funcionalidad aceptable con compensaciones (15). Esta mejora post-intervención demuestra que el FMS, aun adaptado, fue útil para medir la progresión funcional lograda a través del programa de Pilates.

El estudio utilizó la aplicación Yogger como herramienta de apoyo para el análisis postural digital, complementando la valoración del FMS.

La aplicación Yogger permitió el análisis automático de articulaciones y alineación corporal, facilitando la identificación de desbalances y compensaciones, y haciendo posible una comparación visual y objetiva entre el antes y el después de la intervención.

El estudio de Toloza Cano et al. (2022) también se enfoca en el uso de herramientas tecnológicas de análisis para la estabilidad estática postural en personas con amputación transtibial.

Ambos estudios comparten la premisa de que las herramientas tecnológicas son útiles para obtener evaluaciones precisas y objetivas necesarias para la rehabilitación de personas con amputación transtibial unilateral.

En el estudio de caso, el análisis inicial con Yogger y la exploración física evidenciaron problemas posturales como escoliosis dorsolumbar, cabeza inclinada, hombros retraídos y un

mal alineamiento de la prótesis. Tras la intervención, se observó una mejora significativa, con la cabeza y hombros más alineados y una disminución de la alteración a nivel de cintura escapulo-pélvica y de la retroversión pélvica. Esto valida la utilidad de la herramienta virtual para documentar los cambios observados.

Aunque la literatura citada no presenta estudios específicos de Pilates en amputación transtibial unilateral, sí respalda los beneficios del método en las áreas de postura, estabilidad y bienestar mental, que son cruciales para esta población.

El programa buscó mejorar la alineación postural, la fuerza del core y la conciencia corporal, factores fundamentales comprometidos por la amputación.

En comparación con otros estudios realizados, Sánchez Rosales (2021) demostró que el método Pilates es eficaz para mejorar la alineación postural y la conciencia corporal. Aunque este estudio se realizó en estudiantes jóvenes, los resultados del caso de Amputación Transtibial Unilateral (mejora en la alineación de hombros, columna dorsolumbar y cadera) son una extrapolación directa de este principio del Pilates, confirmando que la metodología es aplicable y beneficiosa para corregir las deficiencias posturales adquiridas debido a la amputación.

López et al. (2023) realizaron una revisión que encontró que el Pilates tienen efectos positivos en el bienestar físico y mental, aumentando la vitalidad y reduciendo el estrés/ansiedad. Esto es particularmente relevante en el contexto de la amputación transtibial unilateral, donde la

condición no solo implica una pérdida física, sino también retos emocionales (como depresión y ansiedad). Así, el método Pilates actúa como un enfoque biopsicosocial, mejorando no solo la mecánica corporal sino también la salud mental.

En resumen, el estudio de caso, al aplicar un programa de Pilates adaptado y utilizar el FMS adaptado junto con la aplicación Yogger, se posiciona como una investigación local que aborda la necesidad de evaluar programas específicos de actividad física en personas con amputación transtibial unilateral. Los resultados de este estudio (mejora funcional FMS y corrección postural Yogger) refuerzan los hallazgos de la literatura existente sobre la eficacia de los programas de ejercicio focalizados en la estabilidad y los conocidos beneficios del Pilates para la alineación postural y la conciencia corporal.

Conclusiones

En primer lugar, al caracterizar la condición relacionada con la amputación transtibial unilateral se realizó mediante una revisión literaria especializada. Esta revisión se ejecutó consultando las bases de datos The Lens (lens.org). Los resultados de esta caracterización confirmaron que la amputación transtibial unilateral genera alteraciones biomecánicas, fisiológicas, psicológicas y sociales que afectan la marcha, el equilibrio, la movilidad y la calidad de vida. La evidencia demostró que los programas de ejercicio focalizados, que son adaptados, supervisados e intensos, son esenciales para lograr mejoras funcionales más allá de la rehabilitación tradicional.

Asimismo, para evaluar la condición física del participante, se aplicó el instrumento Functional Movement Screen (FMS) adaptado, el cual en el pretest arrojó una puntuación total de 9, indicando un déficit significativo en movilidad, estabilidad y control neuromuscular, asociado a un alto riesgo de lesión. Complementariamente, el análisis postural inicial con la aplicación Yogger, utilizada como herramienta de apoyo, evidenció un desbalance musculoesquelético importante, incluyendo escoliosis dorsolumbar, desbalance escapulopélvico y baja activación del Core.

Sobre la base de esta evaluación, se procedió a implementar un plan de ejercicios adaptados de tres meses, basado en la metodología progresiva del método Pilates de la escuela Balanced Body. Al determinar los resultados obtenidos, se evidenció que el programa generó beneficios físicos significativos: la puntuación del FMS aumentó 6 puntos, alcanzando 15, lo que

se interpreta como una mejora a un nivel de funcionalidad aceptable. Además, el análisis postural mostró mejoras notables, como una mejor alineación de la cabeza, hombros y columna, y un aumento en la activación del Core.

Finalmente, el estudio se propuso el análisis de los beneficios físicos que aporta un programa de ejercicios basados en el método pilates con una persona con amputación transtibial unilateral. Por lo que se concluye que el programa de Pilates adaptado sí aporta beneficios físicos significativos al mejorar la funcionalidad general, la estabilidad, el control postural y la conciencia corporal del participante. Esta intervención demostró que el método Pilates es una herramienta aplicable y efectiva para corregir las deficiencias y compensaciones adquiridas debido a la amputación transtibial unilateral, posicionando al FMS adaptado y al uso de herramientas virtuales como Yogger como metodologías útiles para la medición objetiva de la progresión funcional en este tipo de estudios de caso

Recomendaciones

La presente investigación abre la posibilidad al reconocimiento y beneficio que puede tener el pilates en la vida de las personas y en la salud en general. Sin embargo, se recomienda para futuros estudios considerar los siguientes elementos:

a. Aplicar el programa a diferentes personas con condiciones corporales diversas, para evidenciar su replicabilidad y su efectividad. El programa de pilates es flexible en cuanto que

reconozca las condiciones de cada persona, por lo que se esperaría que independiente de la lesión los beneficios se sigan presentando.

b. Mayor tiempo de aplicación del programa, de manera que se constituya como un estudio longitudinal, en que se puedan apreciar cambios a largo plazo y la posibilidad de evaluar otras variables complementarias, tales como estados de ánimo, disposición, cambios posturales permanentes, entre otros.

c. Para futuras investigaciones se sugiere la implementación de aplicaciones o programas virtuales que arrojen información sobre variables cuantitativas que faciliten la correlación entre los beneficios del programa y los resultados obtenidos.

d. Se recomienda una búsqueda más completa orientada a personas en condición de discapacidad en el ámbito local y nacional, con el fin de consolidar estrategias metodológicas tanto investigativas, como del programa de pilates, para engrosar el acervo teórico al respecto.

e. Para futuros estudios, se sugiere involucrar necesidades investigativas desde otras disciplinas, toda vez que estas condiciones ameritan miradas desde diferentes campos del conocimiento que se relacionen para una mejor y mayor comprensión de los efectos de la pérdida o amputación de extremidades y su impacto en la calidad de vida de quienes la presentan.

Referencias Bibliográficas

- Alfonso-Mora, M. L., López Rodríguez, L. M., Rodríguez Velasco, C. F., & Romero Mazuera, J. A. (2017). Reproducibilidad del test Functional Movement Screen en futbolistas aficionados. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 10(2), 74-78.
- Amate, E. A. (Ed.). (2006). *Discapacidad: lo que todos debemos saber* (No. 616). Pan American Health Org.
- American College of Sports Medicine. (2019). *Manual ACSM para la valoración y prescripción del ejercicio*. Paidotribo.
- Aponte Delgado, N., & Romero Cano, L. (2018). Estudio de la variabilidad de la marcha en personas con amputación transtibial unilateral.
- Arzaluz Solano, S. (2005). La utilización del estudio de caso en el análisis local. *Región y sociedad*, 17(32), 107–144.
- Balanced body university LLC. (2007). *Mat 1, una guía detallada para enseñar pilates*. Balanced body inc
- Banks, J. J., Wedge, R. D., Caldwell, G. E., & Umberger, B. R. (2022). Are lower back demands reduced by improving gait symmetry in unilateral transtibial amputees?. *Clinical Biomechanics*, 95, 105657.
- Caramon, M., & Martínez, J. (2004). La investigación de la enseñanza a partir del estudio de caso y el trabajo de caso. En M. Murueta (Ed.), *Alternativas metodológicas para la investigación educativa* (pp. 131–150). Centro de Estudios Superiores en Educación.
- Caspersen, C. J., Pereira, M. A., & Curran, K. M. (2000). Changes in physical activity patterns in the United States, by sex and cross-sectional age. *Medicine & science in sports & exercise*, 32(9), 1601-1609.

- Castaño, L. G., Maquilón, J. K. P., Contreras, J. A. P., Correa, J. C. V., del Pilar Pastor, M., Posada, A. M., ... & Agudelo, L. H. L. Ruta integral de atención en salud para amputaciones de miembro inferior, causas traumáticas y neurovasculares.
- Cook G, Burton L, Hoogenboom BJ, Voight M. Detección funcional del movimiento: el uso de movimientos fundamentales como evaluación de la función - parte 1. *Int J Sports Phys Ther*. Mayo de 2014; 9(3):396-409. PMID: 24944860; PMCID: PMC4060319.
- Cook, G. (2011). *Movement: Functional movement systems: Screening, assessment, corrective strategies. (No Title)*.
- Cook, G., Burton, L., Hoogenboom, B. J., & Voight, M. (2014). Functional movement screening: the use of fundamental movements as an assessment of function-part 1. *International journal of sports physical therapy*, 9(3), 396.
- De Salas, S. A. D., Martínez, V. M. M., & Morales, C. M. P. (2011). Una guía para la elaboración de estudios de caso. *Razón y Palabra*, (75).
- De Sousa, B. R. G., de Oliveira Teixeira, D., y Sabino, G. S. (2017). Aplicação da avaliação funcional de movimento (fms) em praticantes de muay thai de Belo Horizonte/MG. *REVISTA INTERDISCIPLINARIA DE CIENCIAS MÉDICAS*, 1(1), 51-61.
- DePauw, K. P. (1986). Research on sport for athletes with disabilities. *Adapted physical activity quarterly*, 3(4), 292-299.
- Gailey, R., Gaunard, I., Raya, M., Kirk-Sanchez, N., Prieto-Sanchez, L. M., & Roach, K. (2020). Effectiveness of an evidence-based amputee rehabilitation program: a pilot randomized controlled trial. *Physical therapy*, 100(5), 773-787.
- Giraldo Castaño, L., Pinto Maquilón, J. K., Lugo Agudelo, L. H., Velásquez Correa, J. C., Pastor, M. D. P., Posada Borrero, A. M., ... & Plata Contreras, J. A. (2022). Ruta integral de atención en salud para personas con amputaciones de miembro inferior, para mejorar el funcionamiento y la calidad de vida. *Revista Facultad Nacional de Salud*

Pública, 40(1).

Horst, S., & Kar, Z. (2001). Diccionario Akal de pedagogía Madrid.

World Health Organization & The World Bank. (2011). Informe mundial sobre la discapacidad 2011 / World report on disability. World Health Organization.

Jabbar, M. A. H., Ashnagar, Z., Hadian, M. R., Jalaie, S., & Moghadam, S. T. (2024). Investigating the effects of Exergame training on functional activities among newly-fitted patients with unilateral transtibial amputation: A preliminary study. *Journal of Modern Rehabilitation*, 18(3), 371-382.

Kiesel, K., Plisky, P., & Voight, M. (2007). Can serious injury be predicted?

López, M., Fernández, C., & Flandes, D. (2023). Actividad física de cuerpo y mente: pilates y yoga. Efectos en la vitalidad y salud mental. Revisión sistemática y metaanálisis. *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, (50), 180-204

Ministerio de Salud y Protección Social. (2020). Registro de localización y caracterización de personas con discapacidad.

Olenšek, A., Zadavec, M., Burger, H., & Matjačić, Z. (2021). Dynamic balancing responses in unilateral transtibial amputees following outward-directed perturbations during slow treadmill walking differ considerably for amputated and non-amputated side. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 18(1), 123.

Ortega Bedoya, Y., Mejía Londoño, V., Vélez Rendón, E., Valencia Legarda, F., & Plata Contreras, J. A. (2023). Mobility and postural limitations perceived by transtibial amputees undertaking agricultural activities: a qualitative study. *Annals of Medicine*, 55(2), 2258915.

- Ortiz Ospina, J. (2021). Evaluación funcional y necesidades relacionadas con el uso de prótesis transtibial en actividades agropecuarias colombianas.
- Padilla-Muñoz, A. (2010). Discapacidad: contexto, concepto y modelos. *International law*, (16), 381-414.
- Sánchez Rosales, C. (2021). Método Pilates para la mejora postural (Master's thesis).
- Sánchez Rosales, C. (2021). Método Pilates para la mejora postural [Tesis de maestría]. Universidad de La Laguna.
- Silva Arroyo, J. E., & Sevilla Tapia, D. S. (2024). Evaluación de la Calidad de Vida post amputación traumática de miembros inferiores (Bachelor's thesis, Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo).
- Wijekoon, A., Jayawardana, S., Milton-Cole, R., Chandrathilaka, M., Jones, A., Cook, S., ... & Sheehan, K. J. (2023). Effectiveness and equity in community-based rehabilitation on pain, physical function, and quality of life after unilateral lower limb amputation: a systematic review. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 104(9), 1484-1497.
- Young, M., McKay, C., Williams, S., DiSanto, D., & Jaglal, S. B. (2019). Cambios relacionados con el tiempo en la calidad de vida en personas con amputación de miembros inferiores o lesión de la médula espinal: Protocolo para una revisión sistemática. *Systematic Reviews*, 8(191).

Anexos

Evidencias fotográficas de la ejecución del programa

Anexos 1 *Evidencia fotográfica*



Anexos 2 *Evidencia fotográfica*



Anexos 3

Evidencia fotografica



Anexos 4
Evidencia fotografica



Anexos 5
Evidencia fotográfica



Anexos 6
Evidencia fotográfica



Anexos 7
Evidencia fotográfica



Anexos 8
Evidencia fotográfica.



Anexos 9
Evidencia fotográfica.



Anexos 10
Evidencia fotografica.





Anexos 11
Evidencia fotográfica..



Anexos 12
Evidencia fotográfica.



Anexos 13**Evidencia fotografica consentimiento informado**

Autorización para la grabación en video y fotografías para mayores de edad

El Sr. Édgar Fernando Sandoval Rivera, con c. c. n° 91352916, da su consentimiento al Sr. Esteban Gonzalez Sanabria y al Sr. Johan Sebastián Quevedo Acosta, para el uso o la reproducción de las secuencias filmadas en video, fotografías o grabaciones de la voz.

Entiendo que el uso de mi imagen o de mi voz como participante será, principalmente, para fines académicos.

Las secuencias filmadas pueden usarse para los siguientes fines:


- Investigaciones educativas
- Presentaciones educativas

No existe ningún límite de tiempo en cuanto a la vigencia de esta autorización, ni tampoco existe ninguna especificación geográfica en cuanto a donde se puede distribuir este material.

Esta autorización se aplica a las secuencias filmadas en video o fotografías que se puedan recopilar como parte del desarrollo del trabajo académico y para los fines que se indican en este documento.

He recibido una copia de este formulario de autorización.

Nombre del Sr.
EDGAR FERNANDO SANDOVAL RIVERA

Firma del Sr.


Dirección Calle Gnate #A-200

Teléfono 310 2403195

En BOGOTÁ el 14 de JULIO de 2025