

The gait cycle in people with transfemoral amputation: A systematic review

El ciclo de la marcha en personas con amputación transfemoral. Una revisión sistemática

Autor:

Andrade-Narváez, Karen Nicole
UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
Estudiante de la Facultad de Cultura Física
Quito – Ecuador



knandraden1@uce.edu.ec



<https://orcid.org/0009-0006-5046>

Núñez-Sotomayor, Luis Fernando Xavier
UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
Médico Cirujano Especialista en Medicina del Deporte
Maestría en Entrenamiento Deportivo
Docente Tutor del área de Cultura Física
Quito – Ecuador



lfunezs@uce.edu.ec



<https://orcid.org/0000-0002-8944-012X>

Fechas de recepción: 19-SEP-2025 aceptación: 27-OCT-2025 publicación: 30-DIC-2025



<https://orcid.org/0000-0002-8695-5005>

<http://mqrinvestigador.com/>

Resumen

La marcha es una expresión clave de la autonomía y movilidad en el ser humano. Por tal razón, las personas que padecen una amputación transfemoral enfrentan importantes dificultades para retomar su ciclo de marcha, lo que repercute negativamente en su funcionalidad y calidad de vida. En este contexto, el objetivo de esta investigación fue sistematizar las bases teóricas y metodológicas relacionadas con el ciclo de la marcha en personas con amputación transfemoral, utilizando la metodología PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses). Para ello, se realizó un análisis crítico de fuentes bibliográficas publicadas principalmente entre 2020 y 2025. Se seleccionaron artículos en español, inglés y portugués disponibles en bases de datos como Pubmed, Dialnet y Scielo y buscadores académicos como Google Académico. Los resultados obtenidos incluyen: identificar las características del ciclo de marcha en personas con amputación transfemoral y su relación con la movilidad, autonomía y calidad de vida; destacar los principales aportes teóricos y prácticos que promueven una marcha más eficiente; e identificar las herramientas de evaluación funcional validadas que se utilizan para medir la movilidad en esta población.

Palabras clave: Ciclo; Marcha; Amputación; Transfemoral; Movilidad

Abstract

Gait is a key expression of autonomy and mobility in humans. For this reason, people who have undergone a transfemoral amputation face significant difficulties in resuming their gait cycle, which negatively affects their functionality and quality of life. In this context, the aim of this research was to systematize the theoretical and methodological bases related to the gait cycle in people with transfemoral amputation, using the PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) methodology. For this purpose, a critical analysis of bibliographic sources published mainly between 2020 and 2025 was carried out. Articles in Spanish, English, and Portuguese were selected from databases such as Pubmed, Dialnet, and Scielo, as well as academic search engines such as Google Scholar. The results obtained include identifying the characteristics of the gait cycle in transfemoral amputees and its relationship with mobility, autonomy, and quality of life; highlighting the main theoretical and practical contributions that promote more efficient gait; and identifying the validated functional assessment tools used to measure mobility in this population.

Keywords: Cycling; Gait; Amputation; Amputation; Transfemoral; Mobility

Introducción

La marcha representa la autonomía del ser humano y el desarrollo psicomotor desde la niñez, siendo clave para su interacción con el entorno y la calidad de vida. Este proceso involucra principalmente las extremidades inferiores además el dominio del equilibrio, la coordinación del centro de gravedad y el control de la inestabilidad corporal en los planos medio-lateral y anteroposterior (Dedieu, 2020). En personas que presentan amputación transfemoral, la marcha se convierte en un proceso con nivel de complejidad alto donde el sujeto requiere aprender nuevamente el movimiento, debido a los cambios anatómicos y funcionales que conlleva la pérdida de un miembro. De esta forma la Academia Americana de Cirujanos Ortopédicos refieren que las amputaciones que se realizan desde el muslo y la pierna se califican como transfemoral y transtibial. De tal manera aquel artículo se centra en la amputación transfemoral a través de la articulación de la rodilla.

La ciencia ha respondido a esta necesidad mediante el desarrollo de prótesis que se adaptan a los requerimientos específicos de cada individuo. En datos generales se cree que solo una parte de cada diez individuos con miembros inferiores amputados se rehabilita y tan solo la trigésima parte consigue usar de forma idónea sus aparatos protésicos (Vela, 2016). Por ello el proceso de adaptación a estas prótesis y el desplazamiento mediante la marcha representa un verdadero reto para las personas con amputación transfemoral, ya que muchos de ellos abandonan por completo la actividad física. Existe una problemática en la movilidad, la independencia y la autonomía. La movilidad se reduce y es difícil para los pacientes mantenerse en actividad debido a la elevación del consumo de energía en el cuerpo.

Una amputación es la eliminación de una extremidad efecto de un traumatismo o enfermedad. Aquel procedimiento ocasiona un conjunto de cambios funcionales en el paciente amputado y complicaciones varias en el cuerpo y aumentar el riesgo de muerte temprana. Las amputaciones en miembros inferiores se pueden generar por etiologías como enfermedades vasculares asociadas a la diabetes, traumáticas, oncológicas y procesos infecciosos (Quezada y Montalvo, 2023).

Las personas con amputación de miembros inferiores sufren una limitación funcional importante, y la limitación del movimiento autónomo en la vida diaria puede llevar a un aumento de la dependencia (Fonseca et al., 2024). Por lo tanto, se presentan problemas como la asimetría en la marcha que provocan actividad muscular adicional para la espalda baja, carga asimétrica en el cuerpo, desgaste irregular en las articulaciones, gasto calórico elevado y se dificulta realizar un movimiento sinérgico el cual se entiende cuando varios músculos o grupos musculares trabajan juntos de forma automática y coordinada para producir un movimiento (Lara, 2019).

Por tal motivo, resulta fundamental llevar a cabo esta investigación, con el fin de revisar la literatura existente en relación con el ciclo de la marcha en personas con amputación transfemoral, este análisis se direcciona en mejorar su movilidad y locomoción, aspectos esenciales de la vida. Además, contribuye al fomento de la autonomía y la superación personal.

Entre los estudios realizados la marcha se entiende como el principal modo de locomoción del ser humano. Su adquisición representa una etapa fundamental en el desarrollo de las personas y constituye un factor determinante en su relación con el entorno (Dedieu, 2020). El ciclo de la marcha inicia cuando el pie del individuo supone contacto en una superficie y termina cuando el mismo pie vuelve a tener contacto, generando un paso. El ciclo de la marcha se compone de la fase de apoyo cuando una pierna está en contacto con el suelo y fase de balanceo cuando no contacta con el suelo (Biancardi et al., 2020).

De tal forma la marcha de una persona con amputación transfemoral se divide en dos grandes fases: la fase de apoyo y la fase de oscilación, se entiende como fase de apoyo cuando el pie tiene contacto directo con el suelo y se extiende para generar un paso facilitando el desplazamiento autónomo del individuo. En esta fase intervienen elementos como el contacto inicial, la adaptación de la carga, el soporte, impulso y despegue. La fase de oscilación sucede cuando el pie se encuentra en el aire y permite dar un paso. De hecho, se compone de la oscilación inicial, media y terminal. La unión de estas fases permite generar un movimiento de forma coordinada y fluido. De tal forma si existe una alteración en algunas de las fases se verá reflejado en el patrón de la marcha, problemática que experimentan las personas con amputación transfemoral (Dedieu, 2020).

Asimismo, se identifican cambios biomecánicos significativos en personas con amputación transfemoral, especialmente en relación con la abducción del muñón. De los tres músculos aductores del muslo, el aductor mayor es el que proporciona la mayor fuerza mecánica. Sin embargo, durante la amputación, este músculo suele ser seccionado, lo que contribuye a una alteración en el control muscular y en la biomecánica del miembro residual en su localización del tercio medio zona distal del fémur lo que reduce de forma considerable la efectividad para realizar la aducción (movimiento de acercar la pierna al centro del cuerpo, hacia la línea media), estos cambios en él, implican una mayor fuerza del muñón al movimiento incrementando la inestabilidad durante la marcha. (Benavidez y Molina, 2020).

Por este motivo, dicha población experimenta una reducción en la masa muscular, así como una disminución de la fuerza en los músculos flexores, extensores, aductores y abductores de la cadera. Además, los tendones presentan una menor tolerancia al estrés, lo que compromete especialmente su resistencia. Las personas con amputación transfemoral presentan alteraciones significativas en su patrón de marcha y en el desarrollo de sus actividades cotidianas. Estas alteraciones se manifiestan principalmente en forma de asimetrías durante la marcha, las cuales pueden derivar en lesiones musculoesqueléticas y afectar negativamente el proceso de rehabilitación. Además, otro factor relevante es el aumento en el gasto calórico, ya que el cuerpo realiza un esfuerzo adicional para compensar el movimiento, lo que conlleva a una aparición más rápida de la fatiga. Por ello el presente artículo tuvo el objetivo de sistematizar las bases teóricas y metodológicas sobre el ciclo de la marcha en personas con amputación transfemoral.

Metodología

Para el desarrollo del estudio, se empleó la metodología de protocolo PRISMA 2020 propuesta por (Page et al., 2021) siguiendo un criterio de selección del material elegido, se emplearon palabras clave en español como: ciclo, marcha, amputación, transfemoral y movilidad en bases de datos como Pubmed, Dialnet y Scielo, y buscadores académicos como Google Académico teniendo en cuenta los operadores boléanos como: “and”, “or” y “+”. A continuación, éstas podrían clasificarse en diferentes fuentes bibliográficas como artículos científicos o académicos y tesis de repositorios. Se revisaron bibliografías publicadas fundamentalmente en el periodo 2020 al 2025, que cumplieron los requisitos de inclusión y permitieron su preselección

Tabla 1

Criterios de inclusión y exclusión

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
• Artículos con relevancia con las palabras claves: ciclo, marcha, amputación transfemoral, movilidad. • Artículos publicados en los últimos 5 años (2020-2025). • Artículos en idiomas español, inglés y portugués • Artículos que contengan texto completo y acceso gratuito.	• Artículos sin relevancia con las palabras claves ciclo, marcha, amputación transfemoral, movilidad. • Artículos publicados fuera de los años (2020-2025). • Artículos en idiomas diferentes al español, inglés y portugués. • Artículos que contengan solo resumen o incompletos y acceso de pago.

Fuente: *Elaboración propia*

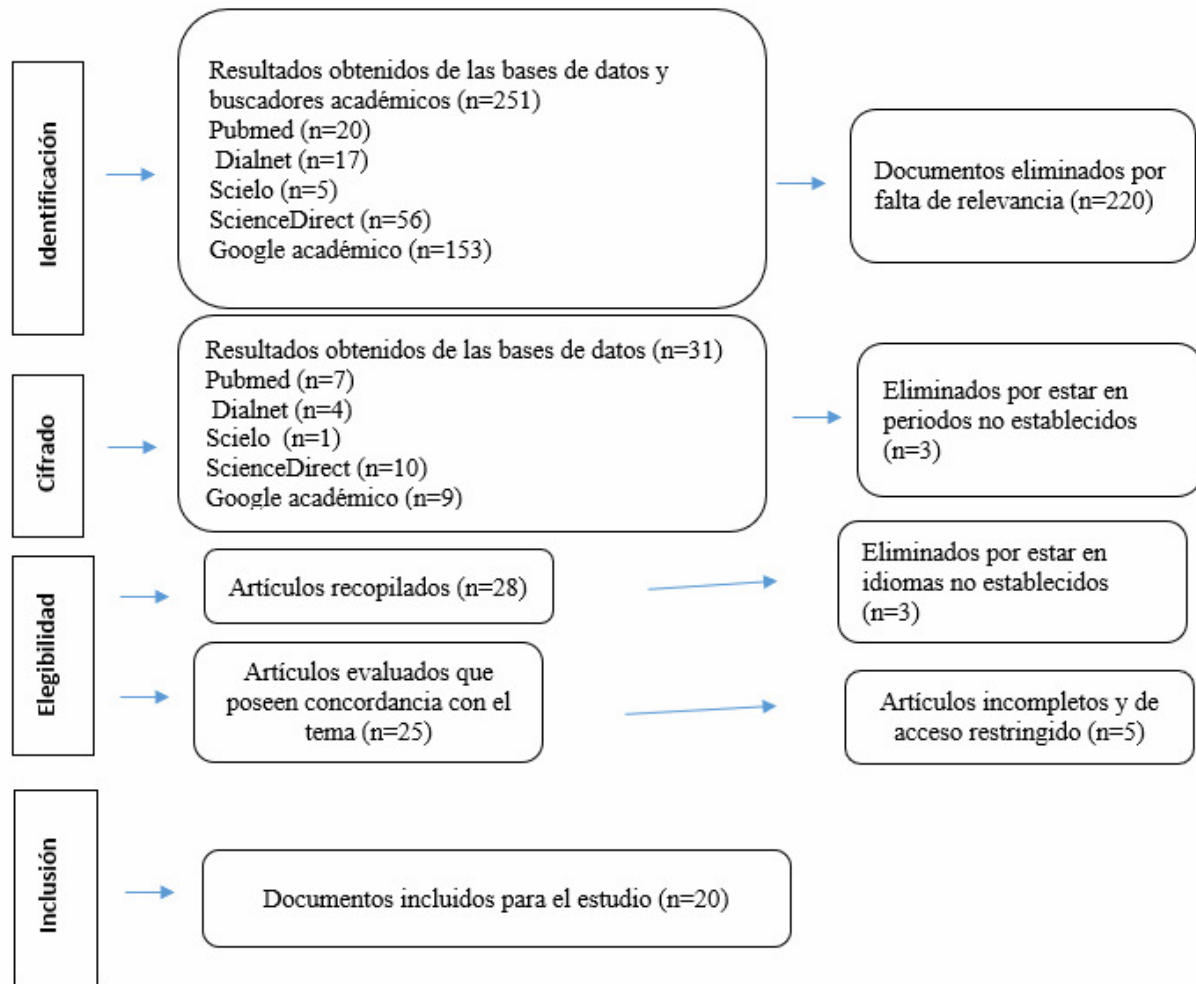
Se emplearon métodos teóricos como el inductivo-deductivo, el analítico-sintético y el análisis de contenido para organizar, examinar y estructurar la información obtenida de la literatura sobre el ciclo de la marcha en personas con amputación transfemoral. Este proceso permite analizar detalladamente los datos, identificando patrones y tendencias relevantes para comprender mejor el ciclo de la marcha en personas con amputación.

En primera instancia se recopilamos 251 documentos, de los cuales, 153 documentos fueron de buscadores académicos y 98 de bases de datos, tras la aplicación de los respectivos criterios de

exclusión, finalmente, quedaron 20 artículos que cumplieron con los parámetros de inclusión y forman parte del protocolo PRISMA. Información detallada en la figura 1.

Figura 1

Diagrama de flujo proceso de selección de bases bibliográfica



Fuente: Elaboración propia

Resultados

Tabla 2

Tabla de Resultados

N	Autor	Año	Título	Tipo de documento	Tipo de estudio	Aporte
1	(Amma et al.,2021)	2021	Inter-limb weight transfer strategy during walking after unilateral transfemoral amputation	Artículo Original	Vol.9 No.4 (2025): Journal Scientific MQRInvestigar Estudio experimental observacional	ISSN: 2588-0659 https://doi.org/10.56048/MQR20225.9.4.2025.e1131 El estudio identifica estrategias biomecánicas asimétricas durante la transferencia de peso entre el miembro protésico e intacto, especialmente en la fuera de reacción del suelo al caminar a diferentes velocidades.
2	(Copa & Rivero, 2024)	2024	Comparación de la escala de Volpicelli y la escala de Houghton para valorar la capacidad de marcha en pacientes protetizados por amputación de miembros inferiores, atendidos en el Instituto Boliviano de Rehabilitación	Artículo científico original	Estudio descriptivo transversal	El estudio se enfocó en la fiabilidad de la Volpicelli y la escala de Houghton para valorar la capacidad de marcha en pacientes amputados, dando como conclusión la fiabilidad alta a la escala de Volpicelli.

			de la ciudad de La Paz.			
3	(Correia, 2022) (Coutinho, 2022)	2022	Software para a análise da marcha em amputados de membro inferior	Tesis de master	Experimental	El estudio se enfoca en crear una herramienta sencilla y accesible que ayude a analizar cómo caminan las personas con amputación de pierna, permitiendo identificar posibles alteraciones en su marcha y ajustar las prótesis de forma más precisa, cómoda y asequible.
4	(Espinoza y García, 2014)	2014	Niveles de amputación en extremidades inferiores	Artículo científico	Revisión narrativa	El estudio determina el nivel transfemoral se asocia con un peor pronóstico funcional dada sus limitaciones en la movilidad y desempeño de la marcha, ya que implica una mayor dificultad para caminar, un mayor consumo energético durante la marcha, menor velocidad de desplazamiento y una menor tasa de uso de prótesis en comparación con niveles de amputación más distales, como el transtibial o la desarticulación de rodilla.
5	(Giner, 2021)	2021	Programa intensivo de rehabilitación del equilibrio para la mejoría de la marcha en el paciente amputado vascular de extremidad inferior	Trabajo de fin de grado	Estudio experimental	El estudio presenta un programa intensivo de rehabilitación del equilibrio (PIRE) basado en la mejora del equilibrio y la marcha, realizando evaluaciones como la Escala de Equilibrio de Berg (mide equilibrio funcional). Test de marcha de 2 minutos (resistencia) Test de los 10 metros (velocidad de marcha) Time Up and Go Test (TUG) (equilibrio y movilidad funcional) Cuestionario SF-36 v2 (percepción de calidad de vida) mismas evaluaciones se realizaron antes y después para corroborar el éxito del programa

6	(Kobayashi et al.,2024)	2024	Transfemoral prosthetic simulators versus amputees: ground reaction forces and spatio-temporal parameters in gait	Artículo Original	Estudio experimental comparativo	El estudio presenta una herramienta llamada El simulador de prótesis transfemoral (TFSim) puede emular de manera realista la mayoría de los parámetros espaciotemporales y de simetría de la marcha de personas con amputación transfemoral (TFamp), con la excepción de las fuerzas verticales de reacción del suelo (GRF).
7	(Kobayashi et al.,2022)	2022	Ground reaction forces during double limb stances while walking in individuals with unilateral transfemoral amputation	Artículo científico original	Observacional transversal comparativo	El estudio se enfoca en evaluar la fuerza de reacción del suelo a través de placas de fuerza piezoeléctricas integradas en una cinta de correr para identificar asimetrías en la marcha
8	(Kobayashi et al., 2022)	2022	Effects of step frequency during running on the magnitude and symmetry of ground reaction forces in individuals with a	Artículo científico original	Observacional transversal	El estudio evalúa la frecuencia de pasos en la magnitud de fuerzas de reacción del suelo a través de la revisión de la biomecánica en la carrera. Enfatizando la asimetría de la marcha en personas con amputación transfemoral

			transfemoral amputation			
9	(Kooiman et al.,2024)	2024	The influence of prosthetic suspension on gait and cortical modulations is persons with a transfemoral amputation: socket-suspended versus bone-anchored prosthesis	Artículo Original	Estudio observacional comparativo transversal	Este estudio evaluó la influencia de prótesis ósea y prótesis de encaje en el comportamiento de la marcha en personas con amputación transfemoral.
10	(Liell et al.,2024)	2024	O impacto da idade na funcionalidade e no prognóstico de marcha de amputados transfemorais e transtibiais em fase de	Trabajo de grado	Estudio analítico y transversal	El estudio enfatiza su investigación en evidenciar que la edad influye significativamente en la funcionalidad y el pronóstico de la marcha de personas con amputación de miembro inferior, especialmente en aquellas con amputación transfemoral. Utilizando herramientas como Amputee Mobility Predictor (AMP), Timed Up and Go (TUG), Medida de Independência Funcional (MIF). Nivel K de movilidad

11	(Maqbool et al., 2024)	2024	Gait asymmetrical evaluation of lower limb amputees using wearable inertial sensors	Artículo Original	Cuantitativo, observacional y descriptivo.	Este estudio identificó y analizó la asimetría de la marcha (GA) en personas con amputación de miembro inferior (transfemoral y transtibial) mediante el uso de un sistema portátil de detección de eventos de la marcha, que permitió medir parámetros temporales del ciclo de marcha en condiciones de marcha sobre suelo y en cinta.
12	(Montés y Claude, 2023)	2023	Combinación de la wii fit plus con el tratamiento convencional para mejorar la marcha, el equilibrio y la calidad de vida en pacientes con amputaciones transtibiales y transfemorales mayores de 50 años: Proyecto de investigación para un ensayo clínico aleatorizado.	Trabajo de fin de grado	Estudio experimental	El estudio propone implementar Wii Fit Plus como complemento al tratamiento convencional de rehabilitación en personas mayores con amputación. Énfasis en la evaluación del equilibrio (escala de Berg) capacidad de marcha (2 minute walking Test) y calidad de vida (cuestionario Short Form-36 Health Survey)

13	(Pantera et al.,2025)	2025	Impact of amputation level on gait disorders in transfemoral and transtibial amputees	Artículo científico original	Estudio clínico observacional retrospectivo	El estudio se enfoca en verificar la influencia del nivel de amputación en la asimetría y fases de la marcha donde se utilizó la prueba de velocidad de marcha espontánea :
14	(Quezada y Montalvo, 2024)	2024	Factores que predicen una rehabilitación satisfactoria en pacientes con amputación de miembro inferior	Artículo Original	Estudio observacional retrospectivo	En el estudio se concluye que los factores que predicen una rehabilitación satisfactoria en pacientes con amputación de miembro inferior son principalmente son la edad, el nivel de amputación, etología.
15	(Rodrigues et al.,2024)	2024	Evaluación de la dependencia del autocuidado en personas con amputaciones de los miembros inferiores: un estudio exploratorio Introducción	Artículo científico original	Estudio exploratorio descriptivo transversal	El estudio se realizó enfocado a verificar la calidad de vida y el nivel de movilidad (caminar) a través del cuestionario sobre variables sociodemográficas y clínicas y Self-Care Dependency Evaluation Form (SCDEF) - Versión corta.

16	(Taberner et al.,2023)	2023	Intervención fisioterápica en un paciente amputado con muñón transfemoral corto y reeducación para la marcha con y sin prótesis	Artículo Original	Experimental-longitudinal	El estudio se centra en demostrar la efectividad de una rehabilitación terapéutica individualizada orientada a mejorar la movilidad de los pacientes. Para ello, se utilizaron las escalas de Barthel, Russek y EVA como instrumentos de evaluación
17	(Toderita et al., 2024)	2024	A one-year follow-up case series on gait analysis and patient-reported outcomes for persons with unilateral and bilateral transfemoral amputations undergoing direct skeletal fixation	Artículo Original	Observacional cuantitativo y descriptivo.	Este presenta la osteointegración como una alternativa para mejorar la calidad de vida y el ciclo de la marcha a través de Questionnaire for Persons with a Transfemoral Amputation (Q-TFA)
118	(Valle et al.,2021)	22021	Use of a single wearable sensor to evaluate the	Artículo Original	Observacional transversal cuantitativo.	El estudio se enfoca en analizar la asimetría de la marcha y el movimiento pélvico para lo cual se utilizó el test Timed Up and Go (TUG) mismo destinado a evaluar la movilidad y calidad de vida de los pacientes con amputación de miembros inferiores

			effects of gait and pelvis asymmetries on the components of the timed up and go test, in persons with unilateral lower limb amputation			
19	(Winiarski et al.,2021)	2021	Symmetry function – An effective tool for evaluating the gait symmetry of trans-femoral amputees	Artículo Original	Estudio observacional retrospectivo	El estudio presenta una herramienta llamada “Función de simetría” especializado en detectar asimetrías en el cuerpo durante el ciclo de la marcha y evaluación la adaptación de la prótesis en personas con amputación transfemoral
20	(Zambrano, 2021)	22021	Fisioterapia en la calidad de vida y discapacidad de pacientes con prótesis por amputación de miembro inferior: Una revisión	Trabajo de maestría	Revisión Sistemática	Revisión sistemática enfatizando impacto positivo de la rehabilitación en la mejora de la funcionalidad y la calidad de vida de las personas con amputación transfemoral. El artículo analizado resalta cómo un proceso rehabilitador integral

			bibliográfica sistemática			
--	--	--	------------------------------	--	--	--

Discusión

A través de un análisis riguroso se extrajeron los principales hallazgos de los 20 artículos utilizados para efectuar esta investigación, donde se pudo inferir que la marcha en personas con amputación transfemoral comprende cinco fases clave: Respuesta a la carga cuando el pie recién hace contacto con el suelo y el cuerpo comienza a soportar el peso, pie plano cuando toda la planta del pie está en contacto con el suelo, despegue o impulso se asume cuando el talón se levanta y el pie empuja el suelo para avanzar, balanceo 1 cuando la pierna comienza a moverse hacia adelante en el aire, balanceo 2 fase final del movimiento de la pierna se encuentra en el aire antes de tocar el suelo nuevamente o sus terminología en inglés Loading Response, Foot Flat, Push-Off, Swing 1 y Swing (Valle et al., 2021). Aquel ciclo de la marcha se considera dentro del proceso de recuperación en personas con amputación de miembro inferior por encima de la rodilla.

De esta forma la amputación transfemoral es un pronóstico severo funcional dada sus limitaciones en la movilidad y desempeño de la marcha, ya que implica una mayor dificultad para caminar, un mayor consumo energético, menor velocidad de desplazamiento y una menor tasa de uso de prótesis en comparación con niveles de amputación más distales, como el transtibial (Espinoza y García 2014). Dada la consecuencia, recuperar la movilidad y la marcha es un desafío, bajo esta lógica la rehabilitación en pacientes con amputación transfemoral dependerá del nivel de discapacidad y la calidad de vida (Zambrano, 2021). En síntesis, los pacientes con amputación transfemoral enfrentan mayores desafíos tanto en el proceso de rehabilitación como en la recuperación de su estilo de vida, debido a las limitaciones funcionales y adaptativas que esta condición implica.

Las investigaciones de (Quezada y Montalvo, 2024) se complementan al indicar que aquellos pacientes presentan mayores complicaciones en la marcha debido a la ausencia de la articulación de la rodilla, lo que genera menor rango de movimiento, mayor gasto energético y mayores dificultades para recuperar la funcionalidad de la marcha. Además, se evidenció que este grupo de pacientes tiende a tener una rehabilitación no satisfactoria en comparación con quienes presentan amputaciones por debajo de la rodilla. Factores como la edad y el nivel de amputación son elementos predominantes en el pronóstico de la marcha y el desempeño del amputado, de tal forma puede incrementar el riesgo de caídas y disminuir de forma considerable la independencia (Liella et al., 2024). De acuerdo al texto las amputaciones transfemorales generan un pronóstico delicado y con limitaciones considerables. Sin embargo, estos no son los únicos factores que influyen, ya que la edad también puede representar un obstáculo o, en algunos casos, un factor favorable en la recuperación de la marcha.

Cuando una persona con amputación transfemoral logra recuperar la movilidad e iniciar la marcha, suele enfrentarse a dificultades relacionadas con el ciclo del movimiento, causadas principalmente por las asimetrías presentes en su patrón de marcha. El nivel de amputación del miembro inferior influye significativamente en la asimetría espaciotemporal de la marcha, como resultado las personas con amputación transfemoral presentan mayor asimetría en la fase de apoyo, longitud del paso, velocidad y desplazamiento en comparación con amputados transtibiales y de miembros sanos. Además de presentar mayor duración al apoyar los dos miembros en el suelo y se evidencia una separación de los pies considerable al caminar (Pantera et al., 2023).

La velocidad de la marcha es un factor determinante en la asimetría del movimiento ya que se reconoce que la pierna sana responde más al aumento de velocidad, mientras que su prótesis no consigue continuar con el movimiento (Amma et al., 2023). Incluso, aumentar la frecuencia de pasos durante la marcha o la carrera genera una disminución de la fuerza de reacción del suelo o su terminología en inglés Ground Reaction Force. Dado que el aumento de estas fuerzas puede provocar lesiones por sobrecarga y fatiga en el miembro sano concretando una asimetría (Kobayashi et al., 2022). De esta manera, la velocidad de marcha juega un papel fundamental en la reducción de las asimetrías, considerando que las personas con amputación transfemoral presentan una mayor probabilidad de sufrir lesiones asociadas a dichas asimetrías.

Los individuos con amputación transfemoral presentan una mayor asimetría en la marcha en comparación con las transtibiales. Además, el tiempo de apoyo es mayor en la pierna sana que en la protésica, y se observaron diferencias significativas entre ambas extremidades durante las fases internas del paso, específicamente en el impulso y en el momento en que el pie entra en contacto con el suelo (Maqbool et al., 2024). Incluso, en las fases de doble apoyo, es decir, los momentos en los que ambos pies están en contacto con el suelo se evidencian diferencias según cuál pierna lidera el movimiento. Cuando la pierna protésica es la que lleva el paso, la fase de apoyo doble es más larga. En cambio, cuando la pierna sana lidera, se genera una mayor fuerza de reacción vertical del suelo al inicio del apoyo. Esto demuestra que existe una carga desigual entre ambas piernas, lo que influye en la velocidad de la marcha y puede generar lesiones a largo plazo (Kobayashi et al., 2022). La asimetría en la marcha implica diversos factores, como la variación en la duración del paso y las diferencias en el tiempo de apoyo entre la pierna sana y la pierna protésica. Además, se evidencia un predominio funcional de la pierna sana sobre la protésica durante la locomoción.

La utilización de prótesis en personas con amputación transfemoral es imprescindible en el restablecimiento de la movilidad y la independencia. A pesar de ellos, solo una parte de los pacientes consiguen controlar de forma efectiva su prótesis, dando como resultado la limitación de su desempeño y calidad de vida. Respecto a la situación, Kobayashi et al. (2024) anuncian el uso del simulador TFSim creado para el análisis del ciclo de la marcha en

amputados transfemorales y concluyen que no hay diferencia relevante en el uso una prótesis convencional y el simulador, manifiestan que dependerá de factores internos. Incluso, Toderita et al. (2024) destinaron la evaluación de la prótesis osteointegrada, es decir, fijada directamente al hueso mediante simulación computacional y la utilización del cuestionario Q-FTA. Como resultado de los pacientes consiguen marcha más natural y mayor comodidad. Sin embargo, Kooiman et al. (2024) realizaron una comparación de dos tipos de prótesis para pacientes con amputación transfemoral nombrado la osteointegrada y la convencional con encaje tradicional, los resultados rechazan alguna diferencia significativa en los patrones de la marcha de estos grupos. Diversos autores generan un debate respecto al tipo de prótesis como elemento determinante en la recuperación de la marcha. No obstante, a partir de los aportes se determina que el tipo de prótesis no es un factor relevante y el pronóstico tiene correlación con el estilo de vida del paciente y de las características específicas de la amputación.

Las pruebas de movilidad o test constituyen herramientas valiosas para evaluar la movilidad y las características funcionales de dicha población, facilitando así la identificación de alternativas para su mejora. Se presenta el uso de software como Kinovea para conocer el ciclo de marcha en personas con amputación transfemoral y que sirve como una herramienta para mejorar el diseño de las prótesis asegurando comodidad y funcionalidad (Coutinho,2022). Asimismo, se posible conocer el ciclo de la marcha con sensores inerciales portátiles (IMU) y una computadora Machine Learning a través de dispositivos colocados en cada pierna se puede estudiar el ciclo de la marcha y ver su comportamiento en cada una de las fases (Valle et al., 2021). Finalmente, una herramienta llamada Symmetry Function (SF) para identificar exactamente en qué partes del ciclo de marcha ocurren las mayores diferencias entre la pierna con prótesis y la pierna sana. (Winiarski et al.,2021). La tecnología ha demostrado ser una herramienta valiosa en la resolución de problemáticas asociadas al ciclo de la marcha. En este sentido, el uso de software, inteligencia artificial y diversas herramientas tecnológicas permite analizar con mayor precisión el patrón de marcha e identificar posibles mejoras que contribuyan a optimizar la condición funcional del paciente, el uso determinado de aquellas herramientas dependerá de la problemática y necesidad.

Otro hallazgo importante es el uso de la Escala de Russek como instrumento para evaluar la funcionalidad y la marcha, además de herramientas como el Índice de Barthel para medir el nivel de independencia de las personas con amputación transfemoral (Taberner Rodríguez et al., año 2022).

Otros autores presentan diversas escalas que se pueden utilizar en personas con amputación transfemoral como es el caso de la comparación de la escala Volpicelli y la escala de Houghton para medir su confiabilidad, concluyendo que la escala Volpicelli presentan un grado alto de fiabilidad para evaluar la capacidad de la marcha en 6 niveles estandarizando la evaluación funcional en pacientes amputados, facilitando un mejor seguimiento y adaptación del tratamiento rehabilitador (Copa & Rivero, 2024). La utilización de instrumentos como la Escala de Russek y el Índice de Barthel son útiles en la valoración de la marcha y el nivel de independencia. En comparación entre la escala de Volpicelli y la escala de Houghton componen instrumentos confiables y de fácil acceso.

La utilización de herramientas para evaluar la movilidad se muestra como una alternativa fiable y sensible para percibir cambios en la capacidad funcional, además de generar indicadores en la calidad de vida y el uso de la prótesis. Así mismos autores como Giner (2022) y Montés y Gallardo (2023) nombran el Two Minute Walk Test o Prueba de Caminata de Dos Minutos como un instrumento diseñado para conocer y evaluar el nivel de desplazamiento. El test comienza con el paciente de pie, efectuando una caminata intentando recorrer una mayor distancia posible durante dos minutos en un terreno plano ida y vuelta, registrándose la distancia total recorrida al terminar el tiempo. El test evidencia fiabilidad al evaluar el movimiento del amputado. También resulta útil para conocer el estado de funcionalidad y movilidad inicial del paciente para orientar de manera más precisa las intervenciones en el proceso de rehabilitación.

La utilización de las pruebas validadas permite evaluar múltiples capacidades sobre el desempeño funcional en amputados transfemorales. De tal forma Giner (2022) empleó una evaluación compuesta del Test de Marcha de 2 Minutos para medir la resistencia, el Test de los 10 Metros con el objetivo de evaluar la velocidad de la marcha, se evidenció el uso de Timed Up and Go para analizar la movilidad y el equilibrio, finalizando con el Cuestionario SF-36 para conocer la calidad de vida de los individuos. Aquel criterio lleva relación con Valle et al. (2021) enfatiza el uso de Time Up and Go evaluación útil para detectar asimetrías y conocer el movimiento pélvico durante la marcha mediante tareas como levantarse, girar caminar y sentarse. En conclusión, la asimetría conlleva problemas en los giros mas que en la camina lineal. De tal manera aquellos estudios coinciden en la validez del Time Up and Go como una herramienta para emplearse en aquella población.

El análisis del ciclo de la marcha se puede evaluar de forma observacional así lo menciona Rodríguez et al. (2024) utilizando herramienta como el Self-Care Dependency y Evaluation o en su versión corta (SCDEF) para medir el nivel de independencia de las personas con amputación transfemoral. Finalmente, otros autores emplean la encuesta Amputee Mobility

Predictor o en su versión corta (AMP) para conocer la movilidad con y sin prótesis. Aquella prueba incluye 21 y 26 tareas de equilibrio y desplazamiento permitiendo clasificar a los amputados según los niveles funcionales en su versión en inglés K-Levels donde se clasifican desde K0 refleja capacidad nula y K4 capacidad de realizar actividades de forma autónoma.

De igual forma, el nivel de rehabilitación puede evaluarse mediante la Escala de Houghton, la cual permite medir de forma específica el grado de recuperación funcional en personas con amputación siendo un eje primordial para conocer los resultados y mejoras presentadas en el proceso de recuperación del ciclo de la marcha (Quezada y Montalvo, 2024). Las herramientas basadas únicamente en la observación también resultan útiles, ya que son recursos gratuitos que, en una primera instancia, pueden ofrecer un diagnóstico aproximado de la condición del paciente. En este sentido, destaca la importancia de la encuesta Amputee Mobility Predictor (AMP), la cual permite clasificar a las personas con amputación transfemoral en distintos niveles según sus características de movilidad, facilitando así una evaluación funcional inicial más accesible y orientativa.

Conclusiones

La recuperación del ciclo de marcha en personas con amputación transfemoral está influenciada por múltiples factores interrelacionados. Uno de los más determinantes es el nivel de amputación: mientras más proximal sea, mayor será la dificultad en el proceso de rehabilitación. Además, el estilo de vida y la edad del paciente desempeñan un papel importante, observándose que a mayor edad se asocia una menor capacidad de movilidad y una recuperación más limitada.

La funcionalidad y movilidad de las personas amputados se ven beneficiados a través de la rehabilitación física, sin embargo, su efectividad dependerá de las medidas de individualización para el proceso, considerando el nivel de afectación y de estado del paciente, la asimetría de la marcha es un trastorno y se refleja de forma común causando afectación en la fase de apoyo, la longitud del paso, la velocidad y traslado. Además, existe un incremento en la duración del apoyo doble; momento donde ambos pies mantienen contacto con el suelo, reflejando notorias asimetrías en los movimientos de la cadera y la pelvis. Mismas alteraciones biomecánicas y el aumento de la velocidad de la marcha incrementa el riesgo de lesiones o caídas, ya que genera patrones desequilibrados en la carga del peso corporal. Finalmente se demuestra el liderazgo de la pierna sana sobre la pierna protésica en el ciclo de marcha.

En relación con el tipo de prótesis, la evidencia revisada indica que no existen diferencias significativas en el ciclo de marcha entre prótesis osteointegradas y tradicionales. Ambos tipos cumplen principalmente una función facilitadora en la recuperación del patrón de marcha, sin modificarlo sustancialmente.

Herramientas tecnológicas como el Kinovea, Sensores Inerciales Portátiles y el Sistema de Simetría (Symmetry Function) funcionan para detectar deficiencias en la marcha y verificar el progreso del paciente, aquellos programas analizan de forma detallada el desempeño físico y el diseño protésico, factores que contribuyen a mejorar la calidad de vida de las personas con amputación transfemoral. Asimismo, las escalas de evaluación funcional como la Escala de Russek y el Índice de Barthel han mostrado ser efectivas para determinar el nivel de independencia del paciente. A estas se suma la Escala de Volpicelli, que destaca por su fiabilidad al clasificar la marcha en distintos niveles funcionales, favoreciendo una evaluación estandarizada.

Por último, las pruebas de movilidad son esenciales según el objetivo de evaluación por ejemplo el uso del Two Minute Walk Test utilizado para medir la capacidad del movimiento funcional de los amputados. Además del uso del Test de los 10 metros valora la velocidad de marcha, mientras que el Test Timed Up and Go Test evalúan el equilibrio y la movilidad funcional en general. Aquellas herramientas en conjunto de escalas y tecnologías accesibles, permiten abordar el estudio de la marcha de forma integral y precisa en personas con amputación transfemoral.

Referencias Bibliográficas

- Amma, R., Hisano, G., Murata, H., Major, M. J., Takemura, H., & Hobara, H. (2021). Inter-limb weight transfer strategy during walking after unilateral transfemoral amputation. *Scientificreports*. doi: 10.1038/s41598-021-84357-9
- Benavidez, L., & Molina, L. (2020). *Estrategias de evaluación en la fase preprotésica, protésica y postprotésica en pacientes con amputación transfemoral: Una revisión sistemática* [Tesis de grado, Escuela Colombiana de Rehabilitación]
<https://repositorio.ecr.edu.co/server/api/core/bitstreams/7a3b6fae-439c-4399-b811-09bb1d5cf793/content>
- Biancardi, C., Bona, R., y Hausheer, L. (2020). Locomoción humana: Modelos y variables biomecánicas. *Revista de Ciencia del Ejercicio y la Salud*, 18(2), 1-30.
<http://dx.doi.org/10.15517/pensarmov.v18i2.41360>
- Carrillo, D., & Palma, L. (2024). Cardiac rehabilitation in a patient with transfemoral amputation secondary to metabolic pathology: Case report. *Investigación en Discapacidad*.
<https://dsm.inr.gob.mx/indiscap/index.php/INDISCAP/article/view/308>
- Cifu, D. (2022). Medicina Física y Rehabilitación. *Medicina física y salud*.
<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=3U9XEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA174>
- Copa, P., y Rivero, M. (2024). Comparación de la escala de Volpicelli y la escala de Houghton para valorar la capacidad de marcha en pacientes protetizados por amputación de miembros inferiores, atendidos en el Instituto Boliviano de

Rehabilitación de la ciudad de La Paz. *Rev científica memoria del posgrado*.

<https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/esSiqueira/biblio-1579459>

Coutinho, M. (2022). *Software para a análise da marcha em amputados de membro inferior* [Tesis de maestría, Católica Escola Superior de Biotecnologia].

<https://www.proquest.com/openview/00de8cafe6ce3ca65bb347794fe6b584>

Dedieu, P. (2020). Anatomía y fisiología de la marcha humana. *EMC Podología*.

[https://doi.org/10.1016/S1762-827X\(20\)44034-9](https://doi.org/10.1016/S1762-827X(20)44034-9)

Espinoza, M., y García, D. (2014). Niveles en extremidades inferiores: Repercusión en el futuro del paciente. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 25(2), 276-280.

[https://doi.org/10.1016/S0716-8640\(14\)70038-0](https://doi.org/10.1016/S0716-8640(14)70038-0)

Font, M. (2016). *Características y experiencias del paciente con pie diabético y amputación: Prácticas enfermeras relacionales con la hospitalización* [Tesis de maestría, Universitat Rovira i Virgili].

<https://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/399233/TESE.pdf>

Fonseca, D., Puga, P., Martins, T., Rodrigue, A., y Correia, C. (2024). Evaluación de la dependencia del autocuidado en personas con amputaciones de los miembros inferiores: Un estudio exploratorio. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*.

<https://doi.org/10.1590/1518-8345.7424.4331>

García, V. (2021). *Rehabilitation, prosthetic adjustment and reintegration into the daily* [Tesis de grado, Universidad de Zaragoza].

<https://zaguan.unizar.es/record/107104/files/TAZ-TFG-2021-1055.pdf>

Gilaberte, V. (2021). *Rehabilitación, adaptación a la prótesis y reincorporación a la vida cotidiana de un paciente con una amputación transfemoral* [Tesis de grado,

Universidad de Zaragoza] <https://zaguan.unizar.es/record/107104#>

Giner, R. (2021). *Programa intensivo de rehabilitación del equilibrio para la mejoría de la marcha en el paciente amputado vascular de extremidad inferior* [Tesis de grado,

Universidad Pompeu Fabra Barcelona]. <http://hdl.handle.net/20.500.12367/2045>

Kobayashi, T., Jor, A., He, Y., Hu, M., Koh, M., Hisano, G., & Hobara, H. (2024).

Transfemoral prosthetic simulators versus amputees: ground reaction forces and spatio-temporal parameters in gait. *Royal Society Open Science*. doi:

10.1098/rsos.231854

Kobayashi, T., Koh, M. W., Jor, A., Hisano, G., Murata, H., Ichimura, D., & Hobara, H.

(2022). Ground reaction forces during double limb stances while walking in individuals with unilateral transfemoral amputation. *Front Bioeng Biotechnol*. doi:

10.3389/fbioe.2022.1041060

Kobayashi, T., Koh, M., Hu, M., Murata, H., Hisano, G., Ichimura, D., & Hobara, H.

(2022). Effects of step frequency during running on the magnitude and symmetry of ground reaction forces in individuals with a transfemoral amputation. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 19.

doi:<https://jneuroengrehab.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12984-022-01012-8#citeas>

Kooiman, V., Cruijsen, J., Leijendekkers, R., Verdonschot, N., Solis-Escalante, T., &

Weerdesteyn, V. (2024). The influence of prosthetic suspension on gait and cortical modulations in persons with a transfemoral amputation: socket-suspended versus

bone-anchored prosthesis. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*.

Obtenido de <https://jneuroengrehab.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12984-024-01331-y#citeas>

Lara, C. (2019). *Análisis biomecánico de la marcha humana para el control activo de prótesis transfemorales* [Tesis de doctorado, Tecnológico Nacional de México].

<https://rinacional.tecnm.mx/jspui/handle/TecNM/4138>

Liell, A., Fardo, C., & Sacconi, R. (2024). *O impacto da idade na funcionalidade e no prognóstico de marcha de amputados transfemorais e transtibiais em fase de pré-protetização* [Tesis de posgrado, Universidad de Caxias do Sul].

<https://repositorio.uces.br/xmlui/handle/11338/13595>

Molina, F., Garrido, M., Cortés, A., Carratalá, M., Cuesta, A., Fernández, P., &

Miangolarra, J. (2020). Escala observacional de la marcha del sujeto con amputación de la extremidad inferior: Diseño y validez de contenido.

Rehabilitación-ScienceDirect, 54(2), 103–110.

<https://doi.org/10.1016/j.rh.2019.12.002>

Montès, E., & Gallardo, M. (2023). *Combinación de la Wii Fit Plus con el tratamiento convencional para mejorar la marcha, el equilibrio y la calidad de vida en*

pacientes con amputaciones transtibiales y transfemorales mayores de 50 años:

Proyecto de investigación para un ensayo clínico aleatorizado [Tesis de grado, Universidad Europea de Valencia].

https://titula.universidadeuropea.com/bitstream/handle/20.500.12880/8174/TFG_Eva%20Montes.pdf

Pantera, E., Reneaud, N., Dupeyron, A., & Pradon, D. (2025). Impact of amputation level on gait disorders in transfemoral and transtibial amputees. *Gait & Posture*. doi: 10.1016/j.gaitpost.2025.02.013

Poalasín, L., y Jaque, K. (2022). *Tratamiento fisioterapéutico en la amputación del miembro inferior* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Chimborazo].
<http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/8698>

Quezada, E., y Montalvo, R. (2024). Factores que predicen la rehabilitación satisfactoria en pacientes con amputación de miembro inferior de un instituto de rehabilitación. *Revista Médica Herediana*, 35(3), 142–148.
<https://doi.org/10.20453/rmh.v35i3.5761>

Quiñones, I., Pérez, A., Alessi, A., Rodríguez, G., Nuñez, L., Pacheco, R. (2007). Análisis de las Presiones Ejercidas Dentro del Socket Durante el Ciclo de la Marcha en Pacientes con Amputación Transfemoral. In: Müller-Karger, C., Wong, S., La Cruz, A. (eds) *IV Latin American Congress on Biomedical Engineering 2007, Bioengineering Solutions for Latin America Health*. IFMBE Proceedings, vol 18. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-540-74471-9_180

Rodrigues, L., Fonseca, D., Puga, A., Martins, T., y Correia, M. (2024). Evaluación de la dependencia del autocuidado en personas con amputaciones de los miembros inferiores: un estudio exploratorio. *Revista Latino Americana de Enfermagem*. doi:10.1590/1518-8345.7424.4331

Samitier, C., Guirao, L., Pleguezuelos, E., Pérez, M., Reverón, G., y Costea, M. (2011).

Valoración de la movilidad en pacientes con amputación de miembro inferior.

Rehabilitación, 45(1), 61–66. <https://doi.org/10.1016/j.rh.2010.09.006>

Sánchez, C. (2021). Colocación de la prótesis en personas con amputación transfemoral.

Argentinian Journal of Respiratory and Physical Therapy, 3(3), 6.

<https://doi.org/10.58172/ajrpt.v3i3.195>

Taberner, J., Hernández, L., Baldellou, A., Arnal, M., Aldonza, S., & Palacio, G. (2023).

Intervención fisioterápica en un paciente amputado con muñón transfemoral corto y reeducación para la marcha con y sin prótesis. *Revista Sanitaria de Investigación*, 4 (8) Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9228580>

Valle, S., Casabona, A., Sapienza, I., Laudani, L., Vagnini, A., Lanza, S., & Cioni, M.

(2021). Use of a Single Wearable Sensor to Evaluate the Effects of Gait and Pelvis Asymmetries on the Components of the Timed Up and Go Test, in Persons with Unilateral Lower Limb Amputation. *Sensors*, 22(1) doi: 10.3390/s22010095

Vela, E. (2016). Los amputados y su rehabilitación: Un reto para el Estado. *Intersistemas*.

https://www.anmm.org.mx/publicaciones/ultimas_publicaciones/Rehabilitacion.pdf

Winiarski, S., Rutkowsky, A., & Kowal, M. (2021). Symmetry function – An effective tool

for evaluating the gait symmetry of trans-femoral amputees. *Gait & Posture*, 90 doi: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2021.07.021>

Zambrano, J. (2021). *Fisioterapia en la calidad de vida y discapacidad de pacientes con*

prótesis por amputación de miembro inferior [Tesis de grado, Universidade da Coruña]. <http://hdl.handle.net/2183/29807>

Conflicto de intereses:

Los autores declaran que no existe conflicto de interés posible.

Financiamiento:

No existió asistencia financiera de partes externas al presente artículo.

Agradecimiento:

N/A

Nota:

El artículo no es producto de una publicación anterior.