



FACULTAD DE MEDICINA

LICENCIATURA EN KINESIOLOGÍA

PROCESO DE REHABILITACIÓN DURANTE EL PERIODO DE PROTETIZACION  
CON PRÓTESIS ELECTRÓNICA TRANSFEMORAL

ERICA ROMINA DÁVILA

TUTORA: LIC. LUCIANA PEREZ

ASESORAMIENTO METODOLÓGICO:

DRA. VIVIAN MINNAARD

*“La fuerza no viene de una capacidad física, viene de una voluntad indomable”*

Mahatma Gandhi

♦

---

*Dedicatoria*

---

A mi familia

---

## *Agradecimientos*

---

♦

A mi tutora Lic. Luciana Pérez, por su buena disposición, por el tiempo que me dedico para que este trabajo culminara exitosamente, sobre todo por abrirme las puertas, brindándome su conocimiento y las herramientas para poder formarme.

A la Dra. Vivian Minnaard, por su apoyo, paciencia y disposición en el asesoramiento metodológico para la realización de esta tesis.

A todos los profesionales que contribuyeron a la realización de esta tesis.

A todas las personas que de una u otra manera forma me ayudaron en este camino.

MUCHAS GRACIAS!!

**Resumen:**

El número amputados transfemorales presenta un incremento sostenido en el mundo debido, fundamentalmente al envejecimiento de la población, que presenta con la edad problemas crónicos, como diabetes y enfermedad vascular periférica. El objetivo de la rehabilitación durante la etapa de prótesis es lograr la reinserción a la vida diaria, laboral, recreativa, educativa y deportiva. Las prótesis tradicionales son difíciles de controlar y proporcionan una restauración funcional limitada.

**Objetivo:** Analizar cuáles son los criterios físicos que se consideran y las evaluaciones que se realizan durante el proceso de rehabilitación en la protetización transfemoral con una prótesis electrónica y en la reprotetización con una prótesis electrónica más actualizada.

**Materiales y Métodos:** La investigación se realiza en dos etapas. La primera descriptiva no experimental y transversal, se realiza con una entrevista a 4 profesionales que trabajan con pacientes con las características de interés para el presente trabajo. Se considera un estudio de caso ya que busca caracterizar en profundidad las fortalezas y debilidades que reconocen en las prótesis según sus particularidades. En la segunda etapa se desarrolla una revisión de literatura.

**Resultados:** Las respuestas de los **profesionales entrevistados y de la literatura revisada coinciden en las ventajas y desventajas del uso de las prótesis electrónicas avanzadas. Las nuevas prótesis electrónicas se asemejan cada vez más a las extremidades que reemplazan y se adaptan a la anatomía del amputado obteniendo un óptimo control y dominio.**

**Conclusiones:** Para lograr la rehabilitación integral del paciente con amputación transfemoral, el kinesiólogo debe integrarse a equipos interdisciplinarios y formarse en el conocimiento del funcionamiento de las prótesis avanzadas y de los protocolos de rehabilitación centrados en este tipo de prótesis.

**Palabras claves:** Amputados Transfemorales. Prótesis electrónicas. Rehabilitación.

## ÍNDICE

Introducción	1
Estado de la cuestión	5
Materiales y métodos	16
Resultados	18
Conclusiones	27
Bibliografía	31
Anexo	35

# Introducción

La amputación es probablemente la operación mayor más antigua en la historia del hombre. Este tipo de procedimiento se realizó durante miles de años con diversos propósitos, entre los que destacan los punitivos, los rituales y los terapéuticos. Existen algunas evidencias que muestran que ya desde unos 45,000 años a. C., es decir desde el neolítico, se efectuaban estas mutilaciones. Durante mucho tiempo el término amputación fue sinónimo de la pérdida de cualquier segmento corporal, pero en la actualidad sólo se relaciona con la eliminación de una extremidad, ya sea en forma segmentaria o completa (De la Garza Villaseñor, 2009).<sup>1</sup>

Actualmente la amputación se entiende como el inicio de un proceso tendiente a recuperar las funciones perdidas. Esta nueva concepción se logra por diferentes cambios en los distintos campos del proceso, como el avance en las cirugías de amputación, la preparación pre-protésica y el entrenamiento protésico por parte del kinesiólogo, la realización de las prótesis según principios biomecánicos y científicos bien estudiados, así como los nuevos materiales utilizados que permiten una mayor funcionalidad y han logrado la evolución de dicho proceso (Goig y Camós, 2005).<sup>2</sup>

El número de pacientes amputados en el mundo occidental mantiene un incremento anual debido, de manera fundamental, al envejecimiento de la población, que presenta con la edad algunos problemas crónicos, como diabetes y enfermedad vascular periférica. Se observa que el mayor número de personas con pérdida de extremidades se encuentra entre los 60 y 75 años de edad y el 90% de las amputaciones corresponde al miembro inferior. (Rodeiro, 2018).

Hay diferentes factores involucrados en el resultado funcional posterior a la amputación de una extremidad, uno de los que se considera más importante es el nivel de la misma (Espinoza y García, 2014)<sup>3</sup>. En el miembro inferior se diferencian diversos tipos de amputaciones, las que se realiza a través del muslo se denominan transfemorales y son las amputaciones en las que se focaliza este trabajo. Otro de los factores importantes es el tratamiento del amputado que debe hacerse con un equipo multidisciplinar que debe estar compuesto por: médico fisiatra, cirujano, técnico ortopédico, kinesiólogo, terapeuta ocupacional, asistente social, psicólogo y profesional de enfermería. El objetivo del tratamiento kinésico va a ser recuperar al máximo las capacidades perdidas, lograr la reincorporación a las actividades de la vida diaria (AVD) con la mayor independencia posible y, recomponer la simetría corporal. El tratamiento kinésico de un paciente amputado está

---

<sup>1</sup>Cronología histórica de las amputaciones.

<sup>2</sup>Artículo que presenta un protocolo de actuación en la rehabilitación de pacientes amputados de miembro inferior

<sup>3</sup>Artículo que refiere la funcionalidad de los individuos amputados en relación a niveles de amputación en extremidades inferiores.

dividido en 4 periodos: Periodo prequirúrgico o preoperatorio, periodo quirúrgico, periodo pre protésico y periodo protésico (Vázquez Vela Sánchez, 2016)<sup>4</sup>.

La prótesis es una extensión artificial que reemplaza la parte del cuerpo faltante. El principal objetivo de una prótesis es sustituir una parte del cuerpo que haya sido perdida por una amputación, cumpliendo parcialmente las funciones de la porción anatómica ausente (Ocello *et al*, 2015). La prevalencia mundial de la amputación ha creado una creciente demanda de mejoras en las prótesis. Las prótesis tradicionales son difíciles de controlar y proporcionan una restauración funcional limitada. Además, la incapacidad de normalizar la biomecánica antropomórfica aumenta el riesgo de desarrollar enfermedades crónicas riesgos para la salud a largo plazo, como artritis, deterioro de la piel, y dolor (Pasquina et al, 2015). En relación a las prótesis transfemorales (PTF) disponibles en la actualidad, las nuevas tecnologías han permitido el desarrollo de prótesis electrónicas que están equipadas con sensores y microprocesadores y pueden adaptarse de manera dinámica a patrones más complejos de movimiento. Esto ha permitido que cada vez las prótesis se asemejen más a las extremidades que intentan reemplazar y hoy podemos hablar de prótesis robóticas o biónicas. Cada prótesis varía sus especificaciones para cumplir exitosamente con la necesidad de una determinada persona y para adaptarse a su anatomía obteniendo un óptimo control y dominio en su proceso de rehabilitación. (Díaz L., 2016).<sup>5</sup>

Las prótesis electrónicas de miembro inferior han evolucionado desde prótesis pasivas a prótesis semiactivas y activas (motorizadas) que minimizan el daño protésico. Sin embargo, a pesar de los grandes avances en el desarrollo de prótesis novedosas, las personas con pérdida de una extremidad siguen teniendo un mayor riesgo de sufrir muchas complicaciones de salud a largo plazo como artritis, enfermedades cardiovasculares, síndromes de dolor y calidad de vida reducida. Las tecnologías protésicas avanzadas pueden disminuir algunos de estos riesgos para las generaciones futuras. Desafortunadamente, los altos costos de fabricación y la cobertura de salud variable representan una barrera al acceso a esta tecnología. Estas barreras se magnifican en muchos países en desarrollo como la Argentina.

---

<sup>4</sup> El texto de “Los amputados y su rehabilitación” demuestra la necesidad de atender de manera integral al amputado y detalla todos los actores implicados es esta tarea.

<sup>5</sup>Artículo científico que expone el desarrollo de prótesis electrónicas en base a investigaciones alternas, criterios científicos y observaciones de cada una de las personas que las utilizarán.

El presente trabajo plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuáles son los criterios físicos que se consideran y las evaluaciones que se realizan durante el proceso de rehabilitación en la protetización transfemoral con una prótesis electrónica y en la reprotetización con una prótesis electrónica más actualizada?

### El Objetivo general

Analizar cuáles son los criterios físicos que se consideran y las evaluaciones que se realizan durante el proceso de rehabilitación en la protetización transfemoral con una prótesis electrónica y en la reprotetización con una prótesis electrónica más actualizada.

### Los Objetivos específicos

- Indagar cuáles son los criterios físicos para que un paciente se encuentre apto para equipar con una PTF electrónica
- Identificar cuáles son las evaluaciones realizadas durante este periodo de rehabilitación.
- Determinar cuáles son las ventajas y desventajas de las PTF de última generación.
- Examinar los usos y cuidados de la nueva prótesis.
- Sondar cuáles son los problemas o complicaciones asociados al cambio de prótesis.

# Estado de la cuestión

El Diccionario de la Lengua Española (DRAE, 2014) define la palabra amputación como: “acción y efecto de amputar, palabra que deriva del latín *amputāre*, que quiere decir cortar y separar enteramente del cuerpo un miembro o una porción de él”. De acuerdo a Malagón Castro y Soto-Jiménez(2005)<sup>6</sup>, la amputación se define como “la resección completa y definitiva de una parte o de la totalidad de una extremidad” y tiene dos metas, la extirpación y la reconstrucción. En la primera el objetivo es remover la porción de la extremidad para eliminar el estado patológico; la segunda busca crear un órgano distal óptimo desde el punto de vista motor y sensitivo, para el manejo protésico y la restauración de la función.

El proceso quirúrgico de amputación implica la pérdida física de la porción amputada y de su contribución en la totalidad del organismo. En el caso de las amputaciones de miembro inferior consiste en una alteración periférica que conlleva la pérdida estructural del soporte estático, la pérdida de la función dinámica del complejo articular y la pérdida de la información sensorial, propioceptiva y exteroceptiva (Molina Rueda, 2019).<sup>7</sup> El resultado de este procedimiento es la reconstrucción del nuevo órgano llamado muñón, que se lo puede definir como *la porción de un miembro amputado, comprendida entre la superficie de sección y la articulación próxima* (Govantes Bacallao et al, 2016).

La etapa prequirúrgica, previa a la cirugía, es la primera fase de rehabilitación. Inmediatamente después de la cirugía de amputación, comienza la etapa postquirúrgica. A continuación, comienza la etapa pre-protésica y la última etapa de este proceso es la etapa protésica. El objetivo primordial de esta última etapa es devolverle al paciente la mayor libertad y funcionalidad en las AVD el uso de una prótesis. La Organización Mundial de la Salud (2017)<sup>8</sup>, define a la prótesis como el dispositivo de aplicación externo que se usa para reemplazar total o parcialmente una parte de un miembro ausente o deficiente. El término prótesis deriva del griego *pros* y significa añadir, colocar o sustituir. Por tanto, se reconoce como prótesis externa a aquel dispositivo que reemplaza parcial o totalmente un miembro ausente del cuerpo (Salinas Castro, et al.2009).<sup>9</sup>

En las amputaciones a nivel transfemoral el objetivo de la protetización es lograr la deambulacion con la máxima estabilidad, el menor coste energético y la apariencia lo más normal posible.

---

<sup>6</sup> Compendio de ortopedia y fracturas que presenta en forma didáctica los conocimientos básicos de la cirugía ortopédica y la rehabilitación.

<sup>7</sup> Curso Online de Ortopedia y Productos de Apoyo en las Patologías más Comunes dirigido a Fisioterapeutas.

<sup>8</sup> Normas de ortoprotésica de la Organización Mundial de la Salud.

<sup>9</sup> Prótesis, ortesis y ayudas técnicas, tiene como objetivo exponer los principales conocimientos en ortopedia técnica.

La amputación es un proceso discapacitante, considerado a nivel mundial como un significativo problema de salud, por lo que es importante conocer su etiología y epidemiología para poder desarrollar programas y políticas enfocadas a su prevención como a promover la salud entre los afectados. La etiología de la amputación es múltiple, incluyéndose entre sus causas la diabetes mellitus, la enfermedad vascular periférica, los traumatismos, los procesos neoplásicos malignos, los procesos infecciosos y las malformaciones congénitas. En el mundo occidental, la causa más frecuente de amputación es la patología vascular periférica (Molina Rueda, 2019)<sup>10</sup>. En cuanto a la epidemiología, aunque la incidencia varía de forma importante entre países, la distribución por edad y sexo es muy similar en todos. Así, con respecto a la edad, la mayor incidencia se produce en los grupos de 40-59 y 60-79 años. Aproximadamente dos terceras partes de las amputaciones se producen en pacientes de más de 60 años. En todos los países la tasa es mayor en varones que en mujeres. En Argentina la amputación de miembros inferiores es 3 veces más frecuente que la de miembros superiores. El 90 % de los amputados de la extremidad inferior es mayor de 70 años, la mayoría se debe a arteriosclerosis y a complicaciones derivadas de la diabetes. Gran número de amputados por causa vascular pierden la extremidad contralateral en un lapso de 3 a 5 años. En relación al género, se encuentra en promedio 2,5 hombres cada 1 mujer. En jóvenes la causa principal de amputación de miembro inferior es traumática, en ancianos es por problemas vasculares, y en niños y adolescentes es por tumores (Rodeiro 2018).<sup>11</sup> La amputación de una extremidad en cualquier grupo de edad produce una discapacidad mayor que afecta de una forma especial a todos los aspectos de las AVD. En cuanto al resultado funcional posterior a la amputación de una extremidad hay diferentes factores involucrados, siendo uno de los que se considera más importante el nivel de la misma. Según la clasificación de la Academia Americana de Cirujanos Ortopédicos, las amputaciones a nivel del muslo y la pierna se denominan transfemoral y transtibial, respectivamente. Las amputaciones que se realizan a través de las articulaciones de rodilla y tobillo se designan como desarticulación de rodilla y de tobillo, respectivamente (Espinoza y García, 2014). La longitud más adecuada de un muñón es aquella que conserva la función, la comodidad y la estética. En todos los casos deberá adaptarse a las condiciones personales y sociales del individuo, cuyas posibilidades deben discutirse con él antes de la intervención. Es muy importante en las cirugías de amputación tener mucho cuidado con la manipulación de las partes blandas para crear un muñón funcional y que cure bien. Los tejidos suelen estar traumatizados y mal vascularizados, lo que puede causar complicaciones. La amputación a nivel transfemoral constituye una de

---

<sup>10</sup> Curso Online de Ortopedia y Productos de Apoyo en las Patologías más Comunes dirigido a Fisioterapeutas.

<sup>11</sup> Etiología y epidemiología de pacientes amputados, publicación Ministerio de Salud en Argentina.gov.ar, según datos del Instituto Nacional de Rehabilitación Psicofísica del Sur (INAREPS).

las amputaciones más frecuentes en la extremidad inferior y se realiza a lo largo del fémur en 3 subniveles. Transfemoral corta o superior, que es poco común, y es en la que se conserva al menos el 35% de la longitud superior del fémur. Transfemoral media, que es la más común debido a su longitud ideal para la adaptación a la prótesis, conservando entre el 35% y el 60% de la longitud del fémur. Una persona con amputación transfemoral debe enfrentar dificultades de equilibrio a causa de la ausencia de la rodilla y la incomodidad para permanecer en posición sedente que ocasiona este tipo de prótesis. Además, el gasto de energía durante la marcha es mayor que en amputaciones de niveles inferiores (Ocello *et al*, 2015)<sup>12</sup>. Luego de la cirugía de amputación transfemoral, se requiere del cuidado postoperatorio con un equipo multidisciplinar. El tratamiento del muñón comienza inmediatamente luego de la cirugía hasta que se coloca la prótesis definitiva y el objetivo principal es lograr la forma adecuada, que sea fuerte y funcional. El paciente recibe las indicaciones necesarias para el cuidado del mismo y el comienzo de la movilización durante la hospitalización. Algunas complicaciones que pueden llevar a la degeneración del muñón son las contracturas musculares, los trastornos circulatorios del muñón, los trastornos dérmicos y los síndromes dolorosos. Las complicaciones postoperatorias después de la cirugía de amputación incluyen dolor, hematomas, infección y necrosis tisular, contractura articular, debilidad muscular y sensaciones o dolor fantasma; en este sentido, es importante un adecuado manejo posquirúrgico del muñón hasta la colocación de una prótesis para optimizar la recuperación del paciente (Choo *et al*, 2022).<sup>13</sup>

En la mayoría de los casos los pacientes llegan al consultorio kinesiológico en la fase Preprotésica (Govantes *et al*, 2016)<sup>14</sup>. El proceso de rehabilitación comienza con una evaluación inicial. La evaluación no solo tiene como finalidad seleccionar la prótesis a futuro, sino valorar el estado general del paciente de manera integral. De acuerdo a Govantes *et al* (2016), se deben tener en cuenta los siguientes aspectos consignados en el Cuadro 1.

---

<sup>12</sup> Órtesis y prótesis, brinda aportes que facilitan a los estudiantes y profesionales de la rehabilitación la búsqueda y resolución de inquietudes relacionadas con el uso de equipamiento órtésico y protésico.

<sup>13</sup> Trabajo de revisión destinado al personal médico involucrado en la rehabilitación de pacientes, brinda una descripción general de los métodos básicos para el manejo de muñones de amputación.

<sup>14</sup> El artículo científico tiene como objetivo establecer una pauta de tratamiento a partir de la información disponible sobre la rehabilitación de pacientes amputados de miembros inferiores.

**Cuadro 1: Aspectos a valorar en la evaluación inicial del paciente amputado en el consultorio kinesiológico.**

<b>ASPECTOS A VALORAR</b>	<b>DETALLE</b>
<b>Antecedentes del paciente</b>	Fecha de lesión, causa, operaciones, enfermedades y complicaciones posteriores a la amputación.
<b>Examen físico general</b>	Estudio cardiovascular y respiratorio y un examen del miembro inferior sano.
<b>Valoración del muñón</b>	Tipo de cicatriz (ideal transversa media, anterior y posterior), nivel de amputación (medida ideal del muslo, 25-30 cm desde el trocánter mayor), diámetros (proximal, medio y posterior), forma (cónica, rectangular, globulosa, puntiaguda, deforme), temperatura, sensibilidad, tejido adiposo, estado de la piel (signos de sepsis o adherencias), valoración muscular (valorar los movimientos libres del muñón y cuales movimientos logra vencer con diferentes grados de resistencia) y tono (flácido, espástico o normal)
<b>Síntomas subjetivos</b>	Explorar aquellos síntomas que refiere el paciente como, por ejemplo, puntos dolorosos, sensaciones fantasmas, calambres, hormigueos, trastornos circulatorios, lumbalgias, etc.
<b>Examen pre- protésico</b>	Se realiza de forma unilateral y se observa lo que el paciente es capaz de hacer en las paralelas sin la prótesis
<b>Examen protésico o ambulatorio</b>	Si el paciente ya posee su prótesis se observa si posee la postura correcta, estabilidad, equilibrio, incorporación del paso y marcha en paralelas
<b>Marcha</b>	Es importante detectar defectos de la marcha como la rotación del pie, falta de simetría en la longitud del paso, aumento de la base de sustentación, elevación excesiva del talón sobre el suelo, marcha en puntillas sobre la pierna sana, hiperextensión de rodilla, marcha en abducción, marcha en circunducción, inclinación lateral del tronco, flexión del tronco excesiva durante la bipedestación o lordosis, braceo desigual, acción de pistón exagerada del muñón.
<b>Incapacidades y rehabilitación</b>	Se evalúan las incapacidades y posibilidades de rehabilitación
<b>Pautas de tratamiento</b>	Se determinan según los hallazgos del examen físico.

Fuente: Adaptado de Govantes *et al* (2016).

En el proceso de protetización hay dos elementos fundamentales, que son la adecuación del muñón y las condiciones generales del paciente. El muñón está destinado a encajarse en la prótesis y debe reunir ciertas características específicas: el nivel adecuado, estabilidad (con un equilibrio muscular funcional), conservación del balance articular de las articulaciones proximales al muñón, potencia muscular óptima de la musculatura que actúa en las articulaciones proximales al muñón, buen estado de la piel (con buena sensibilidad, sin úlceras ni injertos cutáneos), cicatriz correcta en lugar adecuado, miopatía entre los grupos musculares antagonistas del muñón y mejor aún osteoplastia con anclaje de inserción ósea, biselado correcto de los segmentos óseos distales, ausencia de neuromas de amputación superficiales y dolorosos, buena circulación arterial y venosa (que evite la isquemia o la estasis sanguínea) y por último ausencia de edema en el muñón. Otros de los factores a tener en cuenta son las particularidades del paciente y los condicionamientos del mismo a la hora de la protetización. Como la edad, sexo, lugar de residencia, trabajo, etc. A la vez existen algunas alteraciones que pueden dificultar o impedir la protetización. El equilibrio, la visión, neuropatías, cardiopatías e insuficiencia respiratoria, estado de la otra extremidad, deambulación previa a la protetización, amputación bilateral (Salinas y Cohi, 2009)<sup>15</sup>.

Una vez realizada la evaluación que nos permite conocer el estado del paciente, sus capacidades, dificultades, deficiencias y objetivos del tratamiento, se comienza con la etapa de rehabilitación propiamente dicha. En este trabajo vamos a especificar la fase protésica de la rehabilitación.

Durante los procesos de rehabilitación, el kinesiólogo plantea objetivos a corto y largo plazo. En cada una de las fases de rehabilitación del paciente amputado mencionadas anteriormente, es importante cumplir con determinados objetivos o parámetros para poder pasar a la siguiente fase. Para poder comenzar con la fase protésica el paciente debe reunir ciertos objetivos como tener buena fuerza muscular, buena configuración del muñón y que no haya complicaciones de ningún tipo. De acuerdo a Govantes *et al* (2016), la fase protésica se subdivide en 4 subfases, cada una con objetivos específicos como se describe en el Cuadro 2.

---

<sup>15</sup> Esta obra hace una exposición exhaustiva de las herramientas o dispositivos empleados en ortopedia, tales como las prótesis para amputaciones de miembros inferiores.

**Cuadro 2: Objetivos a alcanzar en cada una de las subfases de la Fase Protésica.**

SUBFASES	OBJETIVOS
Primera	Colocación y extracción de prótesis, aumentando la tolerancia a su uso. Trabajos de equilibrio sobre la prótesis. Patrones estáticos de marcha y postura Corrección postural Balances laterales y antero-posteriores. Traspaso de peso hacia ambos miembros.
Segunda	Patrones dinámicos de marcha y postura en paralelas Entrenamiento de la marcha con prótesis Corrección postural. Utilización de ayudas ortopédicas para la marcha. Utilización y manejo de bastones. Corrección de fases de la marcha.
Tercera	Patrones dinámicos de la marcha y postura fuera de las paralelas, en planos irregulares. Marcha en zigzag, marcha lateral, marcha sobre huellas. Entrenamiento de la marcha por terrenos planos con incremento progresivo de la distancia. Disminución paulatina del uso de ayuda ortopédica para la marcha.
Cuarta	Patrones dinámicos de la marcha y postura de las paralelas por terrenos irregulares. Marcha por terrenos irregulares, marcha con braceo, marcha con obstáculos, elevación y descenso de escaleras. Subir y bajar escalones y planos inclinados. Trabajar la incorporación desde el piso (caídas) primero en colchón y después en césped.

Fuente: Adaptado de Govantes *et al* (2016).

Uno de los objetivos más importantes en pacientes que tienen problemas vasculares es el cuidado del miembro contralateral y el control adecuado de las patologías de base para evitar futuras nuevas amputaciones. No se debe olvidar que con el paso del tiempo las condiciones y requerimientos físicos del paciente amputado van cambiando, así como en cualquier persona no amputada. Se deberá prestar mayor atención al seguimiento de pacientes amputados adultos mayores, en donde se irán evaluando las nuevas necesidades, según estado de salud, edad y actividad física (Ocello *et al*, 2015).

Una vez concluida la etapa protésica, y cumpliendo con los objetivos propuestos, los pacientes amputados requieren de un seguimiento. En general, el muñón se va reduciendo entre el primer y segundo año, por lo que serán necesarios ajustes y/o cambios de la cavidad protésica. Con el tiempo también se requieren cambios en los componentes de las prótesis, como de la rodilla o el pie. Por otra parte, también se puede realizar una reprotetización

respondiendo a las demandas, necesidades y capacidades del paciente equipando al mismo con una prótesis más avanzada. En esta fase, además se debe seguir estimulando al paciente en su independencia y reintegración social.

El CMS (Centers for Medicare & Medicaid Services) dependiente del gobierno de EEUU ha establecido un sistema de clasificación para ayudar a guiar a los profesionales y protésicos a seleccionar los componentes apropiados en función de su potencial para tener éxito con la prótesis. Esto se denomina Sistema de clasificación K para la deambulación funcional (Cuadro 3) y, a menudo, se lo conoce como el "nivel K" del paciente (Balk *et al*, 2018).

**Cuadro 3. Clasificación para la deambulación funcional.**

Nivel	Características
1 (K1)	Tiene la capacidad o el potencial para usar una prótesis para transferencias o deambulación en superficies niveladas a una cadencia fija, típica del deambulador doméstico limitado e ilimitado.
2 (K2)	Tiene la capacidad o el potencial para deambular con la capacidad de atravesar barreras ambientales de bajo nivel, como bordillos, escaleras o superficies irregulares, típicas del deambulador comunitario limitado
3 (K3)	Tiene la capacidad o potencial para deambular con cadencia variable. Típico del deambulador comunitario que tiene la capacidad de atravesar la mayoría de las barreras ambientales y puede tener una actividad vocacional, terapéutica o de ejercicio que exige la utilización de prótesis más allá de la simple locomoción
4 (K4)	Tiene la capacidad o el potencial para la deambulación protésica que excede las habilidades básicas de deambulación, exhibiendo un alto impacto, estrés o niveles de energía, típicos de las demandas protésicas del niño, adulto activo o atleta

Fuente: Adaptado de Balk *et al*, 2018.

La prótesis ideal para cada paciente, estará determinada por la particularidad del mismo. Para la selección de la prótesis se deberá tener en cuenta la prescripción, la adaptación y el entrenamiento. Para la prescripción de la prótesis adecuada se deberán tomar en consideración los siguientes aspectos: las características físicas del paciente (edad, sexo, estado salud previo, peso, características del muñón, etc), las características intelectuales (tareas que desempeña, profesión u ocupación) y sociales (situación económica, apoyo familiar, lugar de residencia etc). La prescripción es un trabajo multidisciplinar que además de tener en cuenta lo anteriormente se debe tomar en consideración, la ausencia de alteraciones neurológicas o relacionadas con la edad, voluntad de rehabilitación, alineación articular

correcta (no más de 30° de flexión en la articulación inmediata superior), buen trofismo muscular y buen estado del otro miembro inferior. En cuanto a la adaptación el profesional le enseñara al paciente la colocación de la prótesis y las funciones específicas de la prótesis prescrita. Finalmente, la última etapa es el entrenamiento del paciente que se debe familiarizar con la prótesis colocada, tanto a las nuevas sensaciones como a controlar apoyos, movilidad del muñón y equilibrio (Rodeiro,2018).

De acuerdo a Smidt y Bicknell (2022), los objetivos de una prótesis de miembro inferior son: que sea cómoda, liviana, duradera, estéticamente agradable, de bajo mantenimiento y que brinde un grado apropiado de función mecánica para el nivel K del amputado. Los componentes principales de una prótesis de extremidad inferior incluyen: el encaje, el mecanismo de suspensión, la articulación de la rodilla, el pilón y el dispositivo terminal o pie protésico. El encaje es la parte de la prótesis que envuelve el muñón. El encaje protésico cumple varias funciones importantes, protege el muñón, pero también permite soportar el peso y distribuir la carga. Los diseños más modernos han incorporado carga hidrostática para distribuir la carga de manera más uniforme a través del muñón, también conocido como cojinete de superficie total. Estos diseños ayudan a prevenir la ruptura de la piel y son más cómodos para el amputado (Smidt y Bicknell, 2022). El mecanismo de suspensión une la prótesis al muñón. Esto se puede lograr con el uso de correas, cuñas, candados y/o succión. Algunos diseños de suspensión se crean utilizando un híbrido de los elementos antes mencionados. Los dos tipos de mecanismos de suspensión estándar son el bloqueo y la succión, cada uno de los cuales utiliza un calcetín a base de silicona que se aplica sobre el muñón, que luego se inserta en el encaje. El sistema de bloqueo utiliza un pasador o correa adherida al calcetín de silicona y un mecanismo distal que se sujeta al pasador o correa, respectivamente. Un sistema de suspensión por succión utiliza un calcetín de silicona similar con una válvula de expulsión unidireccional y un manguito de sellado en el encaje para crear un sello hermético, estabilizando la extremidad desde el sello proximal hacia abajo (Smidt y Bicknell, 2022). Una articulación de rodilla puede consistir en una articulación de bisagra simple de un solo eje o un eje policéntrico con múltiples centros de rotación. La elección de la rodilla se fundamenta en tres aspectos: la capacidad del paciente para controlar la estabilidad de la rodilla, para controlar la flexión de rodilla en periodos de apoyo y oscilación, y por último para utilizar la prótesis a distintas velocidades y en diferentes ambientes. El mecanismo más simple y más utilizado es la articulación de bisagra de un solo eje, cuya función principal es proporcionar articulación, permitir la flexión de la rodilla en la fase de balanceo y resistir la flexión de la rodilla durante el soporte de peso. Una articulación de rodilla policéntrica incorpora mecanismos de cuatro y seis barras para mejorar la estabilidad de la fase de apoyo y la cinemática de la fase de balanceo. Incluso los diseños modernos más costosos han hecho

uso de articulaciones de rodilla hidráulicas controladas por microprocesador que brindan un control más confiable al deambular a diferentes velocidades, subir y bajar escaleras y caminar sobre superficies irregulares (Smidt y Bicknell, 2022). La porción de pilón o "carcasa" de una prótesis es lo que une el encaje al dispositivo terminal. Los avances recientes en tecnología protésica han allanado el camino para pilones dinámicos que permiten la rotación axial y absorben energía del muñón. Éstos pueden ser endoesqueléticos o exoesqueléticos, lo que sea funcionalmente más apropiado y estéticamente agradable para el amputado. La conexión de los distintos componentes protésicos suele realizarse mediante una estructura endoesquelética. Generalmente es un tubo de material resistente y liviano que conecta el encaje y el pie mediante adaptadores. En algunas ocasiones puede usarse un pilón exoesquelético, que es una estructura de fibra de vidrio rígida que adopta la forma de la pierna y puede teñirse para imitar la piel. El único problema es que pesa más y dificulta los ajustes finalizada la alineación. A las distintas estructuras pueden agregarse adaptadores, que sirven para alinear las prótesis, modificar la longitud, y hacer retoques hasta llegar al ajuste definitivo. También pueden agregarse sistemas de amortiguación para la absorción de impactos verticales y las torsiones (Molina Rueda, 2019)..El dispositivo terminal es la última pieza del rompecabezas protésico. Este suele ser un pie de aspecto tradicional, pero existen dispositivos más personalizados para atletas de alto nivel. La función del tobillo generalmente está integrada en el dispositivo terminal; sin embargo, las articulaciones del tobillo separadas pueden ser beneficiosas en algunas poblaciones de pacientes. El inconveniente de estas prótesis de alto funcionamiento con articulaciones de tobillo es el peso añadido al extremo distal de la prótesis. Este peso adicional requiere más gasto de energía y fuerza en las extremidades para controlar el grado adicional de libertad. El pie protésico sirve para proporcionar una superficie estable, absorber golpes, reemplazar la función muscular perdida, replicar la articulación anatómica y restaurar la estética. Los dispositivos terminales se pueden dividir en pies que no almacenan energía y pies que almacenan energía (Smidt y Bicknell, 2022). En el Anexo 1 del presente trabajo se describen los tipos y características de las prótesis de miembro inferior (Cuadro 8). En relación a los últimos avances generados en PTF, las rodillas protésicas fueron las primeras en incorporar un microprocesador. Las rodillas electrónicas proporcionar más estabilidad en la marcha dado que el microprocesador actúa durante la fase de apoyo y balanceo de la marcha controlando el sistema hidráulico mediante el monitoreo continuo con sensores, permitiendo ajustes en tiempo real. Estos sensores también son capaces de detectar un patrón de movimiento que se asemeja a una caída y el microprocesador reacciona inmediatamente proporcionando una mayor resistencia a la rodilla para evitar la caída. De esta manera se logra un ciclo de marcha más armónico, da mayor

estabilidad y seguridad al caminar, una mejor distribución de las cargas, y una mejor adaptación a las irregularidades del terreno y a los cambios de velocidad (Thibaut *et al*, 2022).

Las prótesis inteligentes de miembro inferior se crean a partir del análisis de la biomecánica de la marcha, reconociendo cada ciclo en los movimientos ejecutados que deberán ser replicados por la prótesis. Existen distintos elementos funcionales logrados a partir de tecnologías como la bioingeniería, la electrónica, la mecánica, la nanotecnología, la robótica y otras que se encuentran en constante evolución que permiten la disponibilidad de prótesis con articulaciones que tienen la capacidad de realizar la adquisición de datos para obtener una clonación eficaz de la marcha. (Muñoz *et al*, 2012).

Los amputados transfemorales gastan alrededor de un 60% de energía metabólica adicional durante la caminata en comparación y su velocidad al caminar puede ser entre un 10% y un 65% más lenta con las personas sanas. Las variaciones en la velocidad de la marcha dependen del nivel de amputación. Según el origen de la energía para mover la prótesis, existen tres tipos de prótesis que se clasifican en pasivas, activas y semiactivas (Fig. 1). Las pasivas toman la energía del usuario para funcionar mientras que las activas (o motorizadas) se activan aplicando energía externa al dispositivo. Las semiactivas son híbridas y utilizan en parte energía del usuario, así como energía externa (Asifet *et al*, 2021).

# Materialles y Métodos

La investigación se realiza en dos etapas. La primera descriptiva no experimental y transversal, se realiza con una entrevista a 4 profesionales que trabajan con pacientes con las características de interés para el presente trabajo. Se considera un estudio de caso ya que busca caracterizar en profundidad las fortalezas y debilidades que reconocen en las prótesis según sus particularidades. En la segunda etapa se desarrolla una revisión de literatura, en esta oportunidad de 5 artículos.

Las variables sujetas a análisis son las descriptas a continuación.

Etapa 1		
Ventajas que identificaen las prótesis electrónicas tradicionales	Desventajas que identificaen las prótesis electrónicas tradicionales	Ventajas que identificaen las prótesis electrónicas de última generación
Desventajas que identificaen las prótesis electrónicas de última generación	Frecuencia en que se observa la reprotetización en un paciente con prótesis electrónica a una prótesis electrónica.	Porcentaje de pacientes se observa la reprotetización de una prótesis electrónica a una prótesis electrónica de última generación.
Criterios físicos considerados en la reprotetización	Tipo de evaluaciones sugeridas durante la rehabilitación	Dificultades que han manifestado los pacientes en el uso de prótesis electrónicas de última generación
Principal motivo de elección de sus pacientes de una u otra		
Etapa 2		
Objetivos	Tipo de Inv/Diseño	Variables
Muestra	Instrumento	Conclusiones
Palabras claves	Cantidad de libros	Cantidad de artículos citados
Cantidad de organizaciones citadas	Otras fuentes consultadas	País de publicación

# Resultados

Se presentan los resultados de cada etapa de la investigación.

## Etapa 1

Tabla 1: Ventajas y desventajas según tipo de prótesis.

UA	Ventajas que identifica en las prótesis electrónicas tradicionales	Desventajas que identifica en las prótesis electrónicas tradicionales	Ventajas que identifica en las prótesis electrónicas de última generación	Desventajas que identifica en las prótesis electrónicas de última generación
P1	Mayor asistencia a la marcha. Aumento de prestaciones en actividad física y deportiva	La libertad de movilización del paciente en la vida cotidiana depende siempre de la carga de la batería de la prótesis a diferencia de las prótesis mecánicas	Tienen más sensores de movimiento por lo cual dan más confort y asistencia a la marcha. Permiten que la marcha se vea más natural.	Son muy pesadas. El paciente tiene que tener un estado físico óptimo y entrenado para poder utilizarla; sino se presentan muchas compensaciones que derivan principalmente en lumbociatalgias.
P2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- posibilidad de practicar deporte adaptado</li> <li>- posibilidad de que la persona tenga participación en el ámbito laboral, recreativo y educativo</li> <li>- facilita actividades como la marcha, subir/bajar escaleras y rampas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- costos para su adquisición.</li> <li>- faltarían más empresas desarrolladoras nacionales.</li> <li>- necesita que la persona y su familia (red de apoyo) tengan la capacidad de entender qué significa utilizar este tipo de prótesis.</li> <li>- necesita seguimiento por parte de profesionales (cuestión que sería una desventaja para personas que viven en entornos con poco acceso o zonas alejadas de los centros de salud).</li> <li>- no todos los profesionales que conforman los equipos de rehabilitación están capacitados para prescribirlas y tenerlas como una opción terapéutica.</li> </ul>	Las ventajas son una mayor efectividad de los movimientos selectivos (en pie). Así mismo el desarrollo de la tecnología con los laboratorios de marcha haría que cada prótesis electrónica de última generación sea exclusivamente la que necesita el usuario, es decir existe una mayor personalización del dispositivo. También los materiales son cada vez más livianos y seguros, priorizando así el confort y desempeño de la persona.	- los mismos que las tradicionales, pero más acentuados.
P3	No responde	No responde	No responde	No responde

P4	Mayor seguridad. Marcha más armoniosa.	Mayor mantenimiento. El Costo	Permite Actividades y habilidades que una persona puede realizar diariamente. Permiten tareas múltiples, porque no requieren máxima concentración.	El mantenimiento y el costo en nuestro país
----	---	-------------------------------	--	---

Fuente: Elaborado sobre datos de la investigación.

UA	Frecuencia en que se observa la reprotetización en un paciente con prótesis no electrónica a una prótesis electrónica	Frecuencia en la que se observa la reprotetización en un paciente con prótesis electrónica a una prótesis electrónica de última generación	Porcentaje de sus pacientes se observa la reprotetización de una prótesis electrónica a una prótesis electrónica de última generación	Criterios físicos se consideran en la reprotetización
P1	Poco frecuentemente	No responde	100%	Edad, peso, y trabajo. Físico: amplitudes articulares, elongación, si realiza o no actividad física o deporte, tono muscular.
P2	Poco frecuentemente	Nada frecuentemente	1 %	- tamaño, pliegues y cicatrices del muñón. - si tiene laceraciones o infecciones en curso. - sensibilidad del área de colocación. -métricas del segmento corporal contralateral. - reparos óseos remanentes.
P3	Poco frecuentemente	Frecuentemente	1 %	Uso y adaptación a la prótesis previa. Demanda física, gasto de energía, nivel de independencia
P4	Poco frecuentemente	Poco frecuentemente	1 %	Pacientes jóvenes que realizaron alta actividad, no pueden lograr carrera con algunas prótesis electrónicas

Fuente: Elaborado sobre datos de la investigación.

UA	Tipo de evaluaciones que usted sugiere durante la rehabilitación	¿Problemas o complicaciones se asociaron al cambio de prótesis? ¿Qué dificultades han manifestado sus pacientes en el uso de prótesis electrónicas de última generación	Principal motivo de elección de sus pacientes de una u otra prótesis
P 1	Barthel para las Avd. Escala de Ashword para Tono muscular. Escala de Kendall para fuerza muscular y rangos articulares	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Lumbalgias y dorsalgias por falta de fuerza para movilizar la prótesis</li> <li>. Problemas con la válvula de expulsión de aire</li> <li>. Problemas con el liner.</li> </ul>	Las prestaciones y la sumergibilidad.
P 2	- evaluaciones de calidad de vida, evaluaciones de fuerza muscular, evaluaciones de la sensibilidad, evaluaciones del dolor, evaluación de los rangos articulares, evaluaciones específicas para la población en cuestión (ej amputados), evaluaciones de la marcha considerar la CIF (Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud).	Al momento del cambio de prótesis las complicaciones son en torno a la variación del tamaño del muñón (quizás porque la persona se colocaba bien el vendaje elástico o porque existió una demora en la ortopedia en su entrega o la persona vario su peso corporal). En relación al uso de prótesis electrónicas de última generación en pacientes no tengo tanta experiencia.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- acceso según su cobertura de salud</li> <li>- derivación oportuna a equipos tratantes vinculados a nuevas tecnologías</li> <li>- según colegas de otros países me refieren que los pacientes sienten mayor confort y seguridad al momento de utilizar estos dispositivos en las AVD.</li> </ul>
P3	Utilizó la escala AMP Pro y No Pro. Y los valores K de la clasificación MFCL como guía.	El peso y la falta de servicio técnico.	La mayoría de mis pacientes se equipan por primera vez. Por lo que solemos solicitar un equipamiento más sencillo.
P4	Evaluación cognitiva, física y test validados.	Elecciones del paciente en primer lugar. Falta de seguridad en segundo lugar. La dificultad es el pago por el sistema de salud de nuestro país y el mantenimiento que se realiza en Europa.	El conocimiento de la alta tecnología en redes sociales y el comentario de paciente a paciente. La alta tecnología siempre se asocia a lo mejor.

Fuente: Elaborado sobre datos de la investigación.

<b>U A</b>	<b>Usos y cuidados principales en las prótesis electrónicas de última generación</b>
P 1	. Es fundamental si se sumerge la prótesis respetar los grados mínimos y máximos de temperatura del agua, ya que se pueden dañar los sensores de movimiento. . Cuando la prótesis necesita cargarse, que la carga de la batería sea completa.
P 2	Usos en las AVD y en la participación (recreativa educativa y laboral). Cuidado al manipular ciertas partes de la misma al momento de la colocación y el retiro. Tener en consideración la limpieza y el contacto con el equipo tratante ante cualquier signo de alarma (en el cuerpo del paciente y/o del equipamiento).
P3	Usos: uso general para un paciente k3 o k4 o sea deambulador comunitario sin limitaciones o superior. Cuidados. No agua y no playa. Los cuidados son similares a las otras prótesis.
P4	Si no es sumergible hay q cuidarlas del agua, de ambos magnéticos y de la arena. Realizar los mantenimientos estipulados

Fuente: Elaborado sobre datos de la investigación.

Cuadro 4: Caracterización de la encuesta realizada por el profesional 1.

El entrevistado 1 indica con respecto a las ventajas que identifica en las prótesis electrónicas tradicionales: mayor asistencia a la marcha y el aumento de prestaciones en actividad física y deportiva. Con respecto a las desventajas indica que la libertad de movilización del paciente en la vida cotidiana depende siempre de la carga de la batería de la prótesis a diferencia de las prótesis mecánicas. Con respecto a las ventajas que identifica en las prótesis electrónicas de última generación reconoce que tienen más sensores de movimiento por lo cual dan más confort y asistencia a la marcha. Permiten que la marcha se vea más natural. Y sobre sus desventajas refiere que son muy pesadas. El paciente tiene que tener un estado físico óptimo y estar entrenado para poder utilizarla, sino se presentan muchas compensaciones que derivan principalmente en lumbociatalgias.

Al consultar sobre la frecuencia en que se observa la reprotetización en un paciente con prótesis no electrónica a una prótesis electrónica, indica que esto se observa en un 20% de los casos. A continuación, se pregunta sobre en qué porcentaje de sus pacientes se observa la reprotetización de una prótesis electrónica a una prótesis electrónica de última generación, respondiendo que el 100%. En cuanto a los criterios físicos considerados en la reprotetización, destaca la edad, peso, trabajo físico, amplitudes articulares, elongación, si realiza o no actividad física o deporte y tono muscular. El tipo de evaluaciones que sugiere durante la rehabilitación son: Barthel para las Avd, Escala de Ashword para tono muscular, Escala de Kendall para fuerza muscular, y rangos articulares. Entre las dificultades que han manifestados sus pacientes en el uso de prótesis electrónicas de última generación enumera las lumbalgias y dorsalgias por falta de fuerza para movilizar la prótesis, los problemas con la válvula de expulsión de aire y con el liner. El principal motivo de elección de sus pacientes de una u otra prótesis son las prestaciones y la sumergibilidad.

Fuente: Elaborado sobre datos de la investigación.

Cuadro 5: Caracterización de la encuesta realizada por el profesional 2.

El entrevistado 2 indica con respecto a las ventajas que identifica en las prótesis electrónicas tradicionales: - posibilidad de practicar deporte adaptado, - posibilidad de que la persona tenga participación en el ámbito laboral, recreativo y educativo, - facilita actividades como la marcha, subir/bajar escaleras y rampas.

Con respecto a las desventajas menciona: los costos para su adquisición, la falta de más empresas desarrolladoras nacionales, que es necesario que la persona y su familia (red de apoyo) tengan la capacidad de entender qué significa utilizar este tipo de prótesis, que los pacientes necesitan un seguimiento por parte de profesionales (cuestión que sería una desventaja para personas que viven en entornos con poco acceso o zonas alejadas de los centros de salud), que no todos los profesionales que conforman los equipos de rehabilitación están capacitados para prescribirlas y tenerlas como una opción terapéutica.

En cuanto a las ventajas que identifica en las prótesis electrónicas de última generación, especifica las siguientes: mayor efectividad de los movimientos selectivos, así mismo el desarrollo de la tecnología con los laboratorios de marcha haría que cada prótesis electrónica de última generación sea exclusivamente la que necesita el usuario, es decir existe una mayor personalización del dispositivo. También menciona que los materiales son cada vez más livianos y seguros, priorizando así el confort y desempeño de la persona. Y sobre sus desventajas contesta: los mismos que las electrónicas tradicionales, pero más acentuados. Al consultar sobre la frecuencia en que observa la reprotetización en un paciente con prótesis no electrónica a una prótesis electrónica, indica que es poco frecuentemente y que la reprotetización en un paciente con prótesis no electrónica a una prótesis electrónica de última generación es nada frecuentemente (solo observado en el 1% de sus pacientes). En cuanto a los criterios físicos considerados en la reprotetización, destaca: tamaño, pliegues y cicatrices del muñón; si tiene laceraciones o infecciones en curso; sensibilidad en el área de colocación; métricas del segmento corporal contralateral; reparos óseos remanentes. Sobre el tipo de evaluaciones que sugiere durante la rehabilitación indica: evaluaciones de calidad de vida, de fuerza muscular, de sensibilidad, del dolor, de los rangos articulares, evaluaciones específicas para la población en cuestión (amputados), evaluaciones de la marcha considerar la CIF (Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud de la OMS). Al momento del cambio de prótesis las complicaciones que menciona son en torno a la variación del tamaño del muñón (quizás porque la persona se colocaba bien el vendaje elástico o porque existió una demora en la ortopedia en su entrega o la persona vario su peso corporal). En cuanto a los problemas o complicaciones que asocia al cambio de prótesis menciona que al momento del cambio de prótesis las complicaciones son en torno a la variación del tamaño del muñón (quizás porque la persona se colocaba bien el vendaje elástico o porque existió una demora en la ortopedia en su entrega o la persona vario su peso corporal). En relación a las dificultades manifestadas por sus pacientes en el uso de prótesis electrónicas de última generación, indica no tener tanta experiencia. El principal motivo de elección de sus pacientes de una u otra prótesis es el acceso según su cobertura de salud y derivación oportuna a equipos tratantes vinculados a nuevas tecnologías. Colegas de otros países le han referido que los pacientes sienten mayor confort y seguridad al momento de utilizar dispositivos de última generación en AVD.

Fuente: Elaborado sobre datos de la investigación.

Cuadro 6: Caracterización de la encuesta realizada por el profesional 3.

El entrevistado 3 no responde con respecto a las Ventajas y Desventajas que identifica en los distintos tipos de prótesis electrónicas. Al consultar sobre la frecuencia en que observa la reprotetización en un paciente con prótesis no electrónica a una prótesis electrónica, indica que es poco frecuente. En cuanto a la reprotetización en un paciente con prótesis electrónica a una prótesis electrónica de última generación indica que es frecuente, sin embargo, solo menciona que lo observa en el 1% de sus pacientes.

En cuanto a los criterios físicos considerados en la reprotetización destaca: uso y adaptación a la prótesis previa, demanda física, gasto de energía, nivel de independencia. Sobre el tipo de evaluaciones que sugiere durante la rehabilitación menciona utilizar la escala AMP Pro y No Pro, y los valores K de la clasificación MFCL como guía. Entre las dificultades que han manifestados sus pacientes en el uso de prótesis electrónicas de última generación indica: el peso y la falta de servicio técnico.

Respecto del principal motivo de elección de sus pacientes de una u otra prótesis, manifiesta que la mayoría de sus pacientes se equipan por primera vez, por lo que suelen solicitar un equipamiento más sencillo.

Fuente: Elaborado sobre datos de la investigación.

Cuadro 7: Caracterización de la encuesta realizada por el profesional 4.

El entrevistado 4 indica con respecto a las Ventajas que identifica en las prótesis electrónicas tradicionales: mayor seguridad y marcha más armoniosa y con respecto a las Desventajas: mayor mantenimiento y el Costo.

En cuanto a a las ventajas que identifica en las prótesis electrónicas de última generación menciona que: permiten realizar las habilidades y actividades que una persona puede realizar diariamente. Además, permiten tareas múltiples, porque no requieren máxima concentración. Y sobre sus desventajas indica el mantenimiento y el costo en nuestro país. Al consultar sobre la frecuencia en que se observa la reprotetización en un paciente con prótesis no electrónica a una prótesis electrónica menciona que es poco frecuente. En cuanto a la reprotetización en un paciente con prótesis electrónica a una prótesis electrónica de última generación indica que es poco frecuente, solo lo observa en el 1% de sus pacientes. En cuanto a los criterios físicos considerados en la reprotetización destaca: pacientes jóvenes que realizaron alta actividad, no pueden lograr carrera con algunas prótesis electrónicas. Sobre el tipo de evaluaciones que sugiere durante la rehabilitación menciona utilizar evaluación cognitiva, física y test validados. Entre Problemas o complicaciones que se asociaron al cambio de prótesis de prótesis electrónicas de última generación indica: elecciones del paciente en primer lugar, falta de seguridad en segundo lugar. Las dificultades que han manifestados sus pacientes en el uso de prótesis electrónicas de última generación: el pago por el sistema de salud de nuestro país y el mantenimiento que se realiza en Europa. Respecto del principal motivo de elección de sus pacientes de una u otra prótesis, manifiesta: el conocimiento de la alta tecnología en redes sociales y el comentario de paciente a paciente. La alta tecnología siempre se asocia a lo mejor.

Fuente: Elaborado sobre datos de la investigación.

Una de los aspectos más relevantes que diferencia las respuestas de los profesionales entrevistados es la frecuencia con que observan la reprotetización con prótesis electrónica de última generación en sus pacientes que estaban equipados con prótesis electrónicas más antiguas. Tres profesionales respondieron que lo observaban solo en el 1 %, mientras que un profesional lo observa en el 100% de sus pacientes. Esto marca una clara diferencia en el acceso de los pacientes a la tecnología más avanzada y se podría explicar porque el sistema público de salud en el que se encuentra la mayoría de los pacientes no puede proveer equipamiento de alta tecnología por sus altos costos. Al consultar en general sobre la frecuencia en que se observa la reprotetización en un paciente con prótesis no electrónica a una prótesis electrónica, la mayoría indica que es poco frecuente, y de una prótesis electrónica a una de última generación es más frecuente.

En cuanto a las ventajas del uso de prótesis electrónicas en general coinciden en que permite a los pacientes mayor seguridad, mejoras en la marcha y mayor participación en el ámbito laboral, recreativo, educativo y deportivo. Además, las de última generación específicamente permiten mayor efectividad en la marcha y movimientos selectivos, más confort y seguridad por sus materiales y sobre todo por las nuevas tecnologías se pueden adaptar las prótesis de acuerdo a las características y especificaciones de cada paciente.

En cuanto a los criterios físicos a considerar para la reprotetización, la mayoría coincide en que hay que tener en cuenta las particularidades físicas de cada paciente (edad, sexo, peso), adaptación a prótesis anterior y nivel funcional. Así como estado general del muñón.

De acuerdo a los encuestados los usos y cuidados más destacados se refieren a la manipulación de las prótesis, limpieza y mantenimiento de la misma.

El principal motivo de elección de los pacientes de una u otra prótesis según los encuestados tiene que ver con la cobertura de salud y las prestaciones de las nuevas prótesis y su sumergibilidad en agua.

Las complicaciones que manifestaron los encuestados de acuerdo a la experiencia de los pacientes en el cambio de prótesis están relacionadas con el peso de las prótesis y las consecuencias secundarias que se presentan como lumbalgias y dorsalgias. Problemas con el uso y el costo de mantenimiento.

## Etapa 2

La búsqueda bibliográfica se realizó en PUBMED (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>) con las palabras de búsqueda: Amputado de miembro inferior y rehabilitación protésica (Lower Limb Amputee AND Prosthetic Rehabilitation). Además, se realizó una búsqueda y selección manual de artículos relevantes.

Tabla 2: Artículos seleccionados.

UA	Título	Autores	Fecha	Link
1	Functional Mobility Training with a Powered Knee and Ankle Prosthesis.	Finucane SB, Hargrove LJ, Simon AM.	2022	<a href="https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9396752/pdf/fre-sc-03-790538.pdf">https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9396752/pdf/fre-sc-03-790538.pdf</a>
2	Impact of microprocessor prosthetic knee on mobility and quality of life in patients with lower limb amputation: a systematic review of the literature.	Thibaut A, Beudart C, Maertens DE, Noordhout B, Geers S, Kaux JF, Pelzer D.	2021	<a href="https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9987462/pdf/13-7238-EJPRM_N_suppl.pdf">https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9987462/pdf/13-7238-EJPRM_N_suppl.pdf</a>
3	Survey of transfemoral amputee experience and priorities for the user-centered design of powered robotic transfemoral prostheses.	Fanciullacci C, McKinney Z, Monaco V, Milandri G, Davalli A, Sacchetti R, Laffranchi M, De Michieli L, Baldoni A, Mazzoni A, Paternò L, Rosini E, Reale L, Trecate F, Crea S, Vitiello N, Gruppioni E.	2021	<a href="https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8643009/pdf/12984_2021_Article_944.pdf">https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8643009/pdf/12984_2021_Article_944.pdf</a>
4	Enhancement of a prosthetic knee with a microprocessor-controlled gait phase switch reduces falls and improves balance confidence and gait speed in community ambulators with unilateral transfemoral amputation.	Fuenzalida Squella SA, Kannenberg A, Brandão Benetti Â	2018	<a href="https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5888771/pdf/10.1177_0309364617716207.pdf">https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5888771/pdf/10.1177_0309364617716207.pdf</a>
5	Impact of Powered Knee-Ankle Prosthesis on Low Back Muscle Mechanics in Transfemoral Amputees: A Case Series	Jayaraman C, Hoppe-Ludwig S, Deems-Dluhy S, McGuire M, Mummidisetty C, Siegal R, Naef A, Lawson BE, Goldfarb M, Gordon KE, Jayaraman A.	2018	<a href="https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5874899/pdf/fni-ns-12-00134.pdf">https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5874899/pdf/fni-ns-12-00134.pdf</a>

Fuente: Elaborado sobre datos de la investigación.

La elección de los artículos seleccionados (Tabla 2), tuvo como objetivo ampliar y profundizar la información obtenida mediante la encuesta a profesionales presentada en la Tabla 1 y actualizar los últimos avances en PTF electrónicas disponibles.

Tabla3: Variables Kinesiológicas en los artículos seleccionados.

UA	Rol del kinesiólogo	Rehabilitación	Nivel de deambulación	Tipo de Prótesis	Ventajas y desventajas
1	Adaptar la terapia a las necesidades presentadas por las nuevas PTF. Nuevas técnicas de entrenamiento.	Adaptación a distintos, terrenos, caminar, subir escaleras, caminar en plano inclinado y transiciones de sentarse a pararse. Utilización de indicaciones verbales, visuales y táctiles así como, la educación en la funcionalidad del dispositivo.	Transfemoral y desarticulación de rodilla, nivel K3 – K4	PTF motorizada de rodilla y tobillo.	Ventajas: Capacidad de la prótesis para proporcionar potencia en la flexión y extensión de la rodilla, y flexión plantar y dorsiflexión del tobillo a través de múltiples modos de deambulación. Mayor rango de movimiento. Menor movimiento compensatorio para activar la prótesis. Mejora en las AVD.  Desventaja: Peso de la prótesis. Necesidad de un equipo multidisciplinario con conocimiento del dispositivo para poder educar al paciente en uso del dispositivo. Muy ruidosa.
2	-----	-----	Todos los niveles.	Prótesis transfemoral con rodilla no controlada por microprocesador. Prótesis transfemoral con rodilla controlada por microprocesador.	Ventajas: Mayor autonomía. Mayor movilidad. Mejora en la salud general.
3	-----	-----	Desde K2	Prótesis motorizada de rodilla en comparación con prótesis no motorizada de rodilla.	Ventajas: Mejora de capacidad y calidad en la marcha. Mejora del estado funcional. Mejora en la calidad de vida. Desventajas: Prótesis costosas.
4	Intervención en las evaluaciones	Evaluación de rendimiento y autoinformada. Prueba funcional de rendimiento de la marcha.	K3-K4	PTF con rodilla hidráulica controlada con microprocesador.	Ventajas: Menor riesgo de caídas. Mejora en el equilibrio durante AVD. Mejora en seguridad y confianza. Mejora de la postura. Menos lesiones y caídas. Mayor velocidad en terrenos llanos e irregulares.

		<p>Clasificación del esfuerzo percibido (Escala de Borg).                  Prueba de rampa cronometrada.                  Prueba de escalera cronometrada (TST).                  Evaluación de satisfacción con la prótesis.</p>			<p>Desventajas: no accesible para toda la comunidad. Solo para pacientes activos.</p>
5	<p>Intervención en la reprotetización.                  Entrenamiento en la adaptación a las prótesis.</p>	<p>12 Sesiones de entrenamiento funcional intenso con ambos dispositivos.                  Evaluación de la mecánica corporal.                  Capacitación para el control de la prótesis para minimizar compensaciones.                  Actividades de interior. Cinta de caminar. Actividades de exterior de la vida diaria como sortear obstáculos, cruce de calles y pavimento variado.                  Terrenos regulares e irregulares.</p>	K3-K4	<p>Prótesis motorizada de rodilla y tobillo en relación con la prótesis de rodilla controlada por microprocesador.</p>	<p>Ventaja: Menor gasto energético.                  Disminución de lesiones musculoesqueléticas secundarias. Importantes beneficios biomecánicos. Mejora en la activación simétrica de los músculos lumbares.</p>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 4. Variables metodológicas**

UA	Objetivos	Tipo de Inv/Diseño	Variables	Muestra	Instrumento	Conclusiones	Palabras claves
1	Desarrollar un protocolo para amputados transfemorales sobre el uso y funcionalidad de una prótesis motorizada de rodilla y tobillo. Cumplir con los objetivos de deambulación independiente a través de todas las funciones y modos de movilidad que incluyen caminar en terreno llano, caminar en plano inclinado, subir y bajar escaleras, transiciones de sentarse y levantarse en un entorno de rehabilitación	Estudio clínico comparativo entre individuos	Protocolo para el entrenamiento de movilidad funcional.	30 participantes con amputación transfemoral unilateral.	Un terapeuta proporcionó entrenamiento específico mediante indicaciones verbales, visuales y táctiles. Instrucción del paciente sobre la funcionalidad del dispositivo. Se analizó: caminata en llano/rampa/escalera, y transiciones de sentarse a pararse.	Cada individuo tuvo éxito en caminar en terreno llano y 27 de 30 tuvieron éxito en todos los demás modos funcionales después 1 a 3 sesiones de 1 a 2 h de duración (3 abandonaron antes de intentar todas las actividades).	Fisioterapia, Amputación por encima de la rodilla, Deambulación, Prótesis robótica, Rehabilitación, Pierna artificial, Entrenamiento en órtesis, Amputación transfemoral
2	Conocer la interacción entre los factores humanos y características técnicas de la prótesis en usuarios de PTF, a través de una encuesta exhaustiva sobre la experiencia del usuario, capacidades funcionales, vínculos y prioridades de diseño. Caracterizar a los usuarios de PTF y sus experiencias subjetivas de las PTF comerciales actuales e identificar prioridades de diseño para las nuevas generaciones de PTF robóticas activas.	Estudio comparativo.	Análisis de interacción de factores humanos y características de diseño y funcionalidad de las PTFs.	Cohorte única de 114 amputados transfemorales unilaterales. Con variadas características demográficas, clínicas y autonomía funcional. Usuarios de PTF con (n = 69) / sin (n = 45) rodillas controladas por microprocesador.	Encuesta integral para evaluar habilidades motoras y autonomía en AVD, satisfacción con las prótesis y calidad de vida. Seguido de un análisis de correlación entre categorías, análisis de componentes principales (PCA) y de segmentación por sensibilidad a costos.	Se observa que, cuando se prescriben adecuadamente de acuerdo con características y necesidades del paciente en el contexto de un programa de rehabilitación proactiva, las PTF avanzadas promueven la movilidad del paciente, la autonomía y la salud general. Los datos de la encuesta indican que estabilidad general, modularidad y versatilidad son prioridades claves de diseño para el desarrollo continuo de PTF. Las características de la prótesis influyen en la aceptación del dispositivo y en los resultados funcionales. Los factores psicosociales deben abordarse de manera específica y proactiva	Amputación transfemoral, Prótesis de miembro inferior, Prótesis motorizada, Diseño centrado en el usuario, Factores Humanos, Rehabilitación

						durante el proceso de rehabilitación.	
3	Evaluar el impacto del uso de todos los tipos de PTF con rodillas controladas por microprocesador (electrónicas, pasivas) sobre el estado funcional y la calidad de vida de los pacientes.	Revisión mediante estudios disponibles en las bases de datos Medline (a través de ovid), Scopus y SportDiscuss.	Estado funcional y Calidad de vida.	618 artículos seleccionados en la búsqueda. Después de aplicar los criterios de inclusión y exclusión, se analizaron 18 artículos.	Grilla de análisis	En conjunto, los resultados de la presente revisión tienden a demostrar una superioridad en los parámetros técnicos y locomotores de pacientes que utilizan una prótesis motorizada de rodilla (PMR) comparados con lo que usan una prótesis no motorizada de rodilla (NPMR). La mejora reflejada en las pruebas de calidad de vida representar una dimensión importante para las decisiones a tomar en el ámbito de la salud pública. Desde un punto de vista económico, el precio de distintas PMR supera a las NPMR.	Amputación transfemoral, Prótesis de miembro inferior, Prótesis motorizada, Diseño centrado en el usuario, Factores Humanos, Rehabilitación
4	Evaluar los beneficios de la velocidad de la marcha, el equilibrio y la reducción de caídas de usuarios de prótesis con rodilla hidráulica controlada por microprocesador (PRCM) en comparación con las prótesis con rodilla estándar no controladas por microprocesador (PRNCM).	Estudio clínico comparativo entre individuos.	Velocidad de marcha, equilibrio y caídas.	13 jóvenes con una amputación transfemoral con nivel K3-K4 de deambulación.	Cuestionario: Caídas, Actividades. Escala de Confianza de Equilibrio, Satisfacción con la Prótesis. Pruebas cronometradas: caminata, rampa/escalera) realizadas con el uso de la prótesis propia (NCM) y nuevamente después de 8 semanas de adaptación con la rodilla CM.	La rodilla CM a redujo los incidentes de caídas informados y mejoró la confianza en el equilibrio, mejoró el rendimiento de caminata tanto en terrenos nivelados como irregulares en comparación con las prótesis de rodilla NCM. La satisfacción fue significativamente mayor. La rodilla CM puede considerarse una opción protésica para mejorar el rendimiento de la marcha, la confianza en el equilibrio y la seguridad en amputados muy activos	Rehabilitación de usuarios de prótesis, rehabilitación. Estudios de evaluación. Diseño de estudios. Prótesis y ortesis en países en desarrollo. Países en desarrollo, Rodilla con microprocesador, Deambuladores comunitarios. Prótesis en países emergentes, Caídas protésicas.
5	Analizar el impacto y la comparación de rendimiento en la reprotetización con una prótesis motorizada de rodilla y tobillo (PMRT) en dos amputados	Estudio de serie de casos clínicos.	Riesgo de lesión lumbar.	2 amputados TF (CS01, K4 y CS02, K3) con diferencias clínicas basadas en la edad, la	Medición por sistema de captura de movimiento para registrar los movimientos. Electromiografía	El uso de la PMRT, en comparación con el uso de la PRCM, generó una caminata mas normalizada (en rodilla y tobillo), y una activación simétrica de los músculos lumbares de la	Prótesis motorizada de rodilla-tobillo, Amputados, Marcha, Variabilidad, Lesiones musculoesqueléticas,

<p>transfemorales que utilizan PTF con rodilla controladas por microprocesador (PRCM). Comparar la activación y el riesgo de lesión del músculo lumbar en los amputados transfemorales unilaterales que deambulan con la PMRT o la PRCM. Estudiar los beneficios potenciales de reducir la asimetría de activación en el lado contralateral versus ipsilateral.</p>			<p>longitud del muñón, nivel de actividad, y nivel de deambulación.</p>	<p>(EMG) para activación muscular durante la marcha. Prueba de capacidad y respuesta cardiovascular al caminar a diferentes velocidades. (0,2 m/s y 2,0 m/s). Caminata en exterior (20 m) y activación muscular de la extremidad contralateral</p>	<p>columna, minimizando el riesgo de lesión musculoesquelética secundaria. Además, CS01 mostró una mejor eficiencia de la marcha y CS02 demostró una mejor resistencia logrando una mayor velocidad al caminar. La carga simétrica tiene implicaciones para minimizar el riesgo de lesión musculoesquelética secundaria en pacientes con amputación transfemoral.</p>	<p>Rodilla con microprocesador, dolor lumbar</p>
---	--	--	---	--	---	--

Fuente:Elaboración propia

En la Tabla 3, en la que se presentan las variables kinesiológicas analizadas en los artículos seleccionados, se puede observar que no hay un rol específico del Kinesiólogo si no que se realiza un trabajo en conjunto con el equipo multidisciplinario. Por el momento no se encuentran disponibles protocolos validados para la protetización de pacientes amputados transfemorales que se equipen con prótesis electrónicas de última generación. Se puede observar que la participación en la rehabilitación por parte del Kinesiólogo se basa principalmente en las evaluaciones a los pacientes, educación y adaptación de los mismos a las distintas prótesis electrónicas. Los principales puntos a tener en cuenta en la rehabilitación son la marcha, sedestación, subir y bajar escaleras, subir y bajar rampas, pruebas funcionales de la vida diaria.

Se observa que los pacientes seleccionados en la mayoría de los estudios tienen que tener un nivel de deambulación K3-K4. Sin embargo, en dos de los artículos (U2 y U3) la muestra incluye individuos con niveles K2 o superiores.

Las ventajas de las prótesis electrónicas que se pueden observar son las mejoras generales en las AVD, mayor movilidad, mayor independencia mejoras en la marcha y su velocidad, mejora en la salud en general, mejora en el equilibrio, mayor seguridad y confianza, disminución de caídas, disminución de lesiones generadas por movimientos compensatorios secundarios.

Las desventajas observadas son el peso de la prótesis, el costo de la misma, la accesibilidad para la comunidad y gran dificultad para encontrar un equipo multidisciplinario capacitado para la educación en el uso de las prótesis.

De acuerdo al análisis de los datos arrojados por las variables metodológicas expuestas en la Tabla 4, se observa que de los 5 artículos analizados 2 corresponden a estudios clínicos comparativos entre individuos, el primero basado en 30 y el segundo en 13 individuos. Un artículo corresponde a un estudio en serie de casos clínicos, que se basa en 2 individuos. Un artículo corresponde a un estudio comparativo basado en encuestas con una muestra de 114 individuos y el restante es una revisión de literatura.

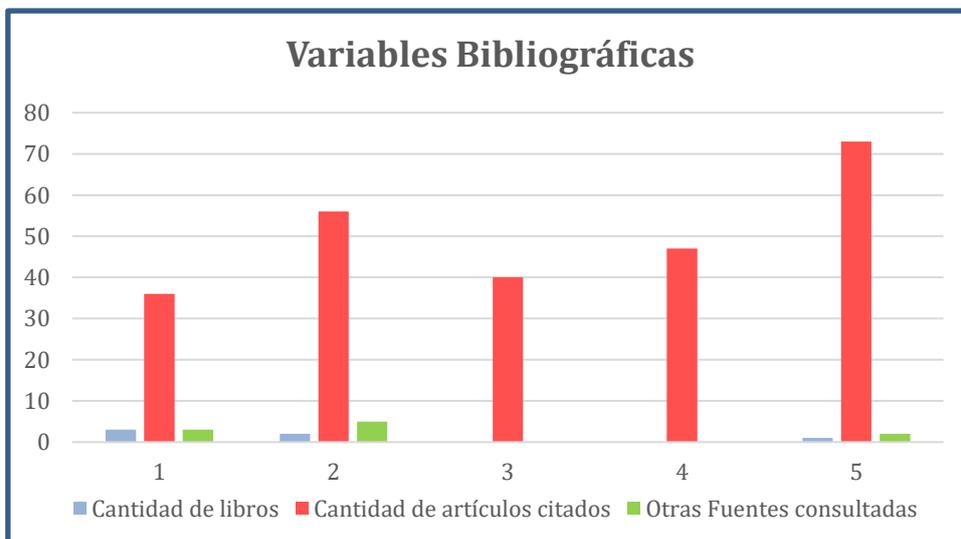
En término generales, el objetivo de todos los estudios presentados fue analizar el beneficio que representa para los amputados transfemorales el uso de prótesis de última generación. En particular: se buscó evaluar los beneficios en la velocidad de la marcha, el equilibrio y la reducción de caídas; analizar la activación y el riesgo de lesión del músculo lumbar. Otro objetivo particular fue desarrollar un protocolo de rehabilitación para amputados transfemorales sobre el uso y funcionalidad de prótesis de última generación para cumplir con la deambulación independiente a través de todas las funciones y modos de movilidad que incluyen caminar en terreno llano, caminar inclinado, subir y bajar escaleras, transiciones de sentarse y levantarse. Por último, buscó caracterizar a los usuarios de PTF y sus experiencias subjetivas en relación a las PTF comerciales actuales e identificar prioridades de diseño para las nuevas generaciones de PTF robóticas activas.

**Tabla 5: Variables bibliográficas**

UA	Cantidad de libros	Cantidad de artículos citados	Cantidad de organizaciones citadas	Otras Fuentes consultadas	País de publicación
1	3	36	-	3	Suiza
2	2	56	-	5	Reino Unido
3	-	40	-	-	Italia
4	-	47	-	-	Reino Unido
5	1	73	-	2	Suiza

En el análisis de Variables Bibliográficas presentado en la Tabla 5 y el Gráfico 1, se puede observar que los 5 artículos incluyeron un total de 268 fuentes bibliográficas, con un promedio de 53 citas por artículo. Los artículos 1, 2 y 5 incluyeron citas de libros y los artículos 1, 2 y 5 citaron otras fuentes, principalmente las páginas de las compañías que desarrollaron las prótesis. Todos los artículos fueron publicados en revistas científicas internacionales que se publican en Europa (2 en Suiza, 2 en Reino Unido y 1 en Italia). Esto refleja, que la investigación y desarrollo se encuentra principalmente en países desarrollados. Sin embargo, el artículo 1, si bien fue publicado a nivel internacional, el estudio se realizó en un Centro de Investigación de Brasil y todos los participantes del estudio son de Brasil. La razón de esto es que se requería una muestra de amputados que no usaran prótesis electrónicas, y en Europa se dificulta encontrarla.

**Gráfico 1: Variables Bibliográficas**





# Conclusiones

Con el objetivo de analizar cuáles son los criterios físicos que se consideran y las evaluaciones que se realizan durante el proceso de rehabilitación en la protetización transfemoral con una prótesis electrónica y en la reprotetización con una prótesis electrónica más actualizada, se realizó una encuesta a profesionales que trabajan con pacientes con las características de interés para el presente trabajo y se analizaron cinco artículos científicos relevantes y especializados en esta temática.

En cuanto a los criterios físicos para que un paciente se encuentre apto para equipar con una PTF electrónica, y de acuerdo a la opinión de los profesionales consultados, se debe tener en cuenta la edad del paciente, peso, actividad física o deportiva, amplitudes articulares, elongación, estado de salud general, estado del muñón propiamente dicho, el nivel funcional del paciente (nivel de deambulación). Con respecto a esto último, podemos observar el uso generalizado de la escala K (cuadro 2) que es utilizada también para la elección de los pacientes en los artículos de investigación analizados. Además, se tiene cuenta, tamaño, pliegues y cicatrices del muñón; si tiene laceraciones o infecciones en curso, sensibilidad en el área de colocación, métricas del segmento corporal y reparos óseos remanentes para la reprotetización. Por otra parte, hay que tener en cuenta, uso y adaptación a la prótesis previa, demanda física, gasto energético y nivel de independencia.

En cuanto a las evaluaciones realizadas durante este periodo de rehabilitación los profesionales indican: el índice de Barthel, que nos permite obtener una valoración funcional de las actividades de la vida diaria (AVD), sumamente importante para la reincorporación del paciente a las actividades que tenía previo a su amputación. Para medir la fuerza muscular uno de los entrevistados se refirió a la utilización de la de la Escala de Kendall y para el tono muscular la Escala de Ashword. Además, se considera realizar evaluaciones de sensibilidad al dolor, rangos articulares, evaluaciones de la marcha, evaluación cognitiva y física con pruebas validadas.

Con respecto a las ventajas del uso de prótesis electrónicas mencionadas por los profesionales, en general se destacan: mejoras generales en las AVD, mayor movilidad e independencia. Además, se menciona mejor marcha y mayor velocidad, mejorías en la salud en general, el equilibrio, mayor seguridad y confianza, disminución de caídas y disminución de lesiones generadas por movimientos compensatorios secundarios. Aumento de prestaciones en actividades físicas y deportivas. En cuanto al desarrollo tecnológico las prótesis de última generación mencionan que tienen más sensores de movimiento, lo que permite más confort y asistencia a la marcha. Por otra parte, se menciona que el paciente está más apto para la realización de tareas múltiples ya que no requieren de gran concentración para su utilización. A su vez, las nuevas tecnologías permiten mayor efectividad de los movimientos selectivos. La comunicación entre el equipo multidisciplinario permite adaptar las

prótesis a las necesidades del usuario, es decir existe una mayor personalización del dispositivo. Además, los avances en los materiales que son cada vez más livianos y seguros, priorizan el confort y el desempeño de la persona.

A pesar de las ventajas de las prótesis más avanzadas los pacientes presentan problemas o complicaciones asociados al cambio de prótesis de última generación. Los profesionales destacan, lumbalgias y dorsalgias por falta de fuerza para movilizar la prótesis, problemas con la válvula de expulsión de aire del encaje y problemas con el liner. Además, se pueden presentar complicaciones en torno a la variación del tamaño del muñón y del peso. Dificultad en el pago por el sistema de salud de nuestro país y el mantenimiento que se realiza en Europa.

Las desventajas mencionadas con respecto a las prótesis electrónicas en general y las de última generación son principalmente los costos para su adquisición y mantenimiento, y la dificultad de acceso a las mismas por la falta de cobertura de los sistemas de salud. El peso de la prótesis es un problema en algunos casos, si el paciente no tiene un estado físico óptimo y entrenado puede presentar muchas compensaciones que derivan principalmente en lumbociatalgias. Para la comunidad en general, se dificulta la accesibilidad a las prótesis de última generación, no solo por los costos sino también por la gran dificultad para encontrar un equipo multidisciplinario capacitado para la educación en el uso de las mismas. No todos los profesionales que conforman los equipos de rehabilitación están capacitados para prescribirlas y tenerlas como una opción terapéutica. Esto también se debe, como mencionan los encuestados, a la falta de más empresas desarrolladoras nacionales, dado que las empresas que producen y desarrollan prótesis de última generación más importantes se encuentran en el exterior. Por otra parte, los pacientes necesitan un seguimiento por parte de los profesionales y un mantenimiento frecuente de la prótesis, cuestión que sería una desventaja para personas que viven en entornos con poco acceso o zonas alejadas de los centros de salud. Los artículos analizados en cuanto a ventajas y desventajas de las prótesis electrónicas coinciden con lo manifestado por los profesionales, pero, además los pacientes del artículo U1 destacan como desventaja que son muy ruidosas.

Los usos y cuidados de las prótesis electrónicas van a estar determinados por las especificaciones y funcionalidades de cada una. La información aportada por los encuestados indica que es importante: el mantenimiento, no exponerlas a campos magnéticos y al agua y la arena si no son sumergibles. Si la prótesis es sumergible se debe respetar los grados máximos y mínimos de temperatura del agua para no dañar los sensores de movimiento. Además, en el momento de la colocación y retiro se deberá cuidar de no dañar las partes delicadas y realizar la carga de la batería en forma completa cada vez.

En conclusión, el kinesiólogo que forma parte de los equipos de rehabilitación de amputados transfemorales debe tener un conocimiento específico de las prótesis disponibles en el mercado y de cuáles son sus funciones para poder acompañar a los pacientes en el proceso de adaptación y entrenamiento, y para resolver los posibles problemas secundarios que pueden aparecer en el proceso de reprotetización.

Actualmente no hay protocolos de rehabilitación específicos para la reprotetización con prótesis transfemorales de última tecnología. Esto resultaría necesario para guiar la tarea del kinesiólogo. En nuestro país son pocas las opciones de prótesis comerciales disponibles, así como son pocos profesionales de la salud que están especializados en esta área.

Las características de la prótesis influyen en la aceptación del dispositivo y en los resultados funcionales. Los factores psicosociales deben abordarse de manera específica y proactiva durante el proceso de rehabilitación. Es importante a la hora de trabajar con pacientes amputados poder integrarse a un grupo multidisciplinario para abarcar todas las necesidades del paciente.

Las prioridades claves en el diseño de PTF, de acuerdo a la expectativa de los usuarios, son estabilidad general, modularidad y versatilidad. Las nuevas tecnologías permitirán avanzar en la comodidad, seguridad y confianza de los pacientes amputados transfemorales logrando así una mayor independencia e incorporación a la comunidad tanto en las AVD como en deportes y actividades más complejas.

En base a lo analizado, surgen los siguientes interrogantes para futuras investigaciones:

- ¿En qué casos se pueden utilizar prótesis electrónicas de última generación en niños y desde que edad?
- ¿Cómo es la rehabilitación protésica en amputados bilaterales que se puedan equipar con prótesis electrónicas de última generación?
- ¿Es posible equipar a adultos mayores clasificados como deambuladores K1 y K2 con prótesis electrónicas de última generación? ¿Qué avances tecnológicos en las prótesis se necesitaría para lograr este objetivo?

# Bibliografía

- Asif M *et al.* (2021) "Advancements, Trends and Future Prospects of Lower Limb Prosthesis," in *IEEE Access*, vol. 9, pp. 85956-85977, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3086807.
- Balk E. M., Gazula A., Markozannes G., Kimmel H.J., Saldanha I.J., Resnik L.J., Trikalinos T.A. Lower Limb Prostheses: Measurement Instruments, Comparison of Component Effects by Subgroups, and Long-Term Outcomes [Internet]. Agency for Healthcare Research and Quality (US); Rockville (MD): Sep, 2018
- Boada Gordon A. *et al.* (2003). Guía descriptiva de ortoprótesis. Prótesis externas de miembro superior e inferior. Valencia. Ministerio de sanidad y consumo. ISBN: 84-7670-652-9.
- Campbell, WC. Cirugía Ortopédica. (1998). Editado por S. Terry Canale, MD Harcourt Brace. Novena edición. Editorial Panamericana.
- Choo Y. J., Kim D. H., Chang M. C. (2022). Amputation stump management: A narrative review. *World J Clin Cases*.10(13):3981-3988.
- De la Garza Villaseñor L. (2009). Cronología histórica de las amputaciones. *Revista Mexicana de Angiología*. 37 (1), 9-22.
- Díaz Montealegre L. C. (2016). Prótesis electrónicas: Una nueva esperanza para mejorar la calidad de vida de las personas. *Inf. Téc.* 80 (2) p 169-177.
- Espinoza, M. J.; García D. (2014) Niveles de amputación en extremidades inferiores: repercusión en el futuro del paciente. *Rev. Med. Clin. Condes*. 25(2):276-280.
- Fanciullacci C, McKinney Z, Monaco V, Milandri G, Davalli A, Sacchetti R, Laffranchi M, De Michieli L, Baldoni A, Mazzoni A, Paternò L, Rosini E, Reale L, Trecate F, Crea S, Vitiello N, Gruppioni E. (2021) Survey of transfemoral amputee experience and priorities for the user-centered design of powered robotic transfemoral prostheses. *J Neuroeng Rehabil*. 18(1):168. doi: 10.1186/s12984-021-00944-x. PMID: 34863213; PMCID: PMC8643009.
- Finucane SB, Hargrove LJ, Simon AM. (2022) Functional Mobility Training with a Powered Knee and Ankle Prosthesis. *Front Rehabil Sci*. 2022;3:790538. doi: 10.3389/fresc.2022.790538. Erratum in: *Front Rehabil Sci*. 2022 Aug 09;3:1004110. PMID: 36003138; PMCID: PMC9396752.
- Fuenzalida Squella SA, Kannenberg A, Brandão Benetti Â. Enhancement of a prosthetic knee with a microprocessor-controlled gait phase switch reduces falls and improves balance confidence and gait speed in community ambulators with unilateral transfemoral amputation (2018). *Prosthet Orthot Int*. 2018 Apr;42(2):228-235. doi: 10.1177/0309364617716207. PMID: 28691574; PMCID: PMC5888771.
- García D., Espinoza M. J. (2014). Avances en prótesis: una mirada al presente y al futuro. *Rev. Med. Clin. Condes*. 25(2):281-285.
- Goig J. R., Camós J. M. (2015). Aspectos médicos de la protetización en la extremidad inferior. En: *Órtesis y prótesis del aparato locomotor*. Barcelona. Masson.

Govantes Bacallao Y Gelabert C., Arias Cantalapedr A. (2016) Protocolo de actuación en la rehabilitación de pacientes amputados de miembro inferior. *Revista Cubana de Medicina Física y Rehabilitación*. 8(1):33-43.

Govantes BY, Julio AGC., Arias CA. (2016). Protocolo de actuación en la rehabilitación de pacientes amputados de miembro inferior. *Rev Cub de Med Fis y Rehab*. 8 (1).

Jayaraman C, Hoppe-Ludwig S, Deems-Dluhy S, McGuire M, Mummidisetty C, Siegal R, Naef A, Lawson BE, Goldfarb M, Gordon KE, Jayaraman A. (2018). Impact of Powered Knee-Ankle Prosthesis on Low Back Muscle Mechanics in Transfemoral Amputees: A Case Series. *Front Neurosci*. 22;12:134. doi: 10.3389/fnins.2018.00134. PMID: 29623025; PMCID: PMC5874899.

Malagón Castro, V. y Soto-Jiménez, D. (2005). *Compendio de ortopedia y fracturas*. Bogotá: Celsus. ISBN : 9789589327234.

Molina Rueda F. (2019) Curso Online de Ortopedia y Productos de Apoyo en las Patologías más Comunes dirigida a Fisioterapeutas. Módulo 3.

[http://aula.campuspanamericana.com/Cursos/Curso01417/Temario/Curso\\_Ortopeia\\_Productos\\_Apoyo/3.1.%20Curso%20Ortopedia.pdf](http://aula.campuspanamericana.com/Cursos/Curso01417/Temario/Curso_Ortopeia_Productos_Apoyo/3.1.%20Curso%20Ortopedia.pdf).

Muñoz, A., Díaz, J. y Gómez, J. (2012). New Nanotech in models for the design of artificial skin with nanoparticles for the lining of prostheses of hand and leg for disabled. *Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada*, 2(20), 136-143.

Ocello M. [et al.] (2015) *Ortesis y prótesis: herramientas para la rehabilitación*. Compilado por Mónica Ocello y Verónica Lovotti. - 1a ed. - Santa Fe. Ediciones UNL. Libro digital.

Organización Mundial de la Salud. (2017). Normas de ortoprotésica de la OMS. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/259508/9789243512488-part1-spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Pasquina PF, Perry BN, Miller ME, Ling GSF, Tsao JW. Recent advances in bioelectric prostheses. *Neurol Clin Pract*. 2015 Apr;5(2):164-170. doi: 10.1212/CPJ.0000000000000132. PMID: 29443190; PMCID: PMC5764448.

Ramos R y Baryolo Cardoso A. D. (2005). *Manual de amputados Rehabilitación del amputado de miembro inferior*. Disponible en Sitio: Medicina de Rehabilitación Cubana, <http://rehabilitacion.sld.cu>.

Rodeiro M. G. (2018). Guía de atención de pacientes amputados [Internet]. <https://www.argentina.gob.ar/inareps/guia-atencion-pacientes-amputados/etiologia-epidemiologia>

Salinas Castro F. y Cohi Rimbau O. (2009). *Prótesis, órtesis y ayudas técnicas*. Barcelona, España.

Smidt K. P., Bicknell R. Prosthetics In Orthopedics. StatPearls [Internet].  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK570628/>. Última actualización Julio 2022.

Thibaut A, Beaudart C, Maertens DE Noordhout B, Geers S, Kaux JF, Pelzer D. (2022). Impact of microprocessor prosthetic knee on mobility and quality of life in patients with lower limb amputation: a systematic review of the literature. *Eur J Phys Rehabil Med.* 58(3):452-461. doi: 10.23736/S1973-9087.22.07238-0.

Vázquez Vela Sánchez E. (2016). Los amputados y su rehabilitación. Un reto para el estado. Editor: Eduardo Vázquez Vela Sánchez. México. Intersistemas.

Viladot R., Cohi O Clavell S. (1997) Órtesis y prótesis del aparato locomotor. Extremidad inferior. Barcelona. Masson.

Webster JB, Crunkhorn A, Sall J, Highsmith MJ, Pruziner A, Randolph BJ. (2019). Clinical Practice Guidelines for the Rehabilitation of Lower Limb Amputation: An Update from the Department of Veterans Affairs and Department of Defense. *Am J Phys Med Rehabil.*;98(9):820-829. doi: 10.1097/PHM.0000000000001213.

# Anexo

## TIPOS Y CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPONENTES DE LAS PRÓTESIS DE MIEMBRO INFERIOR

Cuadro 8: Componentes, tipos y características de las prótesis de miembro inferior.

Componente	Tipo	Características
<b>PIE</b>	Solid AnkelCushionHeel (SACH)	Liviano, simple y barato. Sin partes móviles. Para pacientes mayores que realizan poca actividad física.
	Articulado o uniaxial	Permite la flexión plantar y la dorsiflexión del tobillo, es regulable. Para pacientes mayores que realizan actividad moderada.
	Multiaxial	Movimiento en los planos sagital, coronal y transversal. Para casos específicos dado que requiere de bastante control del paciente.
	Pie de absorción, almacenamiento de energía (PAE)	Incluye pie y tobillo de fibra de carbono como una sola unidad. Indicado para pacientes jóvenes o con mucha actividad física.
	Pie biónico	Posee microprocesadores que registran el cambio en el contacto con el terreno y adapta el movimiento a la superficie por donde se desplaza.
<b>RODILLAS</b>	Con bloqueo	Bloqueadas para la marcha, pero se desbloquean para la sedestación. Para adultos mayores.
	Libres	Con distintos sistemas de control de la flexo-extensión durante las fases de la marcha. No se indican en personas mayores.
	Libres mecánicas o de control por fricción:	Con capacidad de flexión y extensión de la rodilla durante la marcha. El sujeto debe aprender a situar su centro de gravedad por delante del eje de la rodilla, reentrenamiento de la marcha.
	Libres de control por fluidos	Incorpora un cilindro que contiene un tipo de fluido, así como pistones (hidráulicas o neumáticas). Aplica resistencia a la flexión y extensión de la rodilla, y se puede graduar adaptándose a diferentes velocidades de marcha.
	Monocéntricas	Ligeras y duraderas. Durante la flexo-extensión, el eje de la rodilla permanece en el mismo lugar en relación con el resto de elementos protésicos. Se prescriben en niños
	Policéntricas	Realizan un movimiento de giro deslizante según se flexiona la rodilla, imita el mecanismo fisiológico.
	De control electrónico	Con un microprocesador se ajusta la resistencia del pistón, lo que permite a la rodilla adaptarse a diferentes velocidades de la marcha. La mayoría no dejan subir de uno en uno los escalones, pero si bajarlos.

Continúa de la página anterior

<b>Componente</b>	<b>Tipo</b>	<b>Características</b>
<b>ENCAJES</b>	Cuadrangular con interface de silicona	Se utiliza en muñones largos, firmes y regulares, así como para personas mayores poco activas.
	De contención isquiática (CAT-CAM)	Se prescriben en jóvenes activos con muñón corto e irregular y volumen estable. Con interface de silicona: es un encaje más fisiológico que coloca el muñón en aducción y aloja el isquion dentro del encaje en lugar de apoyarse en él.
	Flexible (ISNY)	Cuadrangular o de contención isquiática hecho de termoplástico flexible, pero reforzado de un material rígido. Mejora las molestias en isquion y periné en sedestación
<b>ANCLAJES</b>	Manga	De neopreno, silicona o material similar. Se coloca en el borde proximal del encaje y se enrolla sobre el muslo
	Pie/lanzaderas	Es una clavija lisa o dentada insertada en el extremo distal de la interface blanda. Al introducir el muñón en el encaje, el pasador se inserta en un mecanismo de bloqueo incorporado en el encaje. Un botón en el exterior del encaje libera el bloqueo.
	Sistema de succión	Por válvula de expulsión colocada en el encaje, que una vez sellado en contacto entre la interface y el encaje, permite que el aire sea expulsado durante la carga sin posibilidad de entrada en descarga. Por bomba de vacío que se coloca entre el encaje y el pie protésico; durante la deambulacion la bomba se comprime de manera telescópica y mantiene un vacío constante en la extremidad residual.
<b>INTERFASE</b>	Dura	Manguito de pelite, material microporoso de unos 3-5 mm de grosor que se puede calentar y adaptar al molde positivo del muñón mediante una bomba de vacío y sobre el cual se moldea posteriormente el encaje rígido externo. Permite doblar mejor la rodilla, son más económicos, producen menos sudor y pesan menos. La desventaja es que protegen y acolchan menos el muñón.
	Blanda o liner	De material para absorción de impactos, se colocan sobre el muñón antes de ponerse la prótesis. La mayoría de los materiales disponibles se comprimen con el tiempo y no tienen plena recuperación de la deformación durante el ciclo de la marcha. Facilitan la reducción del volumen del muñón y son en sí mismos un sistema de suspensión.

Adaptado de Molina Rueda (2019).

