

**TESINA**

**Presentada para acceder al título de grado de la carrera de**

**LICENCIATURA EN KINESIOLOGÍA Y FISIATRÍA**

**TITULO:**

**“Ejercicios doble tarea versus ejercicios estándar sobre la eficiencia de la  
marcha en pacientes amputados. Una revisión sistemática.”**

**Autora:**

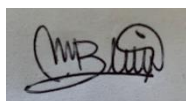
**Bartolelli, Marzia. Legajo: IUGR-6040**

**Director:**

**Lic. Bevacqua, Nicolás. Mat.: 1593/2**

**Rosario, 25 de Junio de 2021**

**Firma de autor:**



---

## ÍNDICE:

RESUMEN: .....	3
I. INTRODUCCIÓN.....	4
II. JUSTIFICACIÓN .....	6
III. MARCO TERÓRICO .....	7
III. a. Historia.....	7
III. b. Epidemiología y etiología.....	8
III. c. Nivel de Amputación.....	8
III. d. Preparación previa a la amputación.....	10
III. e. Predictores de resultados de rehabilitación .....	10
III. f. Preparación pre protésica .....	11
III. g. Componentes clave de las prótesis y su función.....	12
III. h. Proceso de protetización y rehabilitación protésica .....	14
III. i. Complicaciones más comunes .....	14
III. j. Amputados y marcha.....	15
III. k. Consumo de energía y marcha.....	18
III. l. Eficiencia de la marcha.....	19
III. m. Intervenciones .....	19
IV. OBJETIVOS.....	23
IV. a. Objetivo General.....	23
IV. b. Objetivos Específicos.....	23
V. MÉTODOS.....	24
V. a. Identificación y selección de estudios.....	24
V. b. Criterios de inclusión.....	25
V. c. Criterios de exclusión.....	25
V. d. Intervenciones .....	25
V. e. Comparación.....	25
V. f. Medidas de resultados.....	26
VI. RESULTADOS.....	21
VI. a. Resultados de la búsqueda .....	26
VI. b. Características de los estudios y muestras.....	27
VI. c. Variables analizadas en relación a la eficiencia de la marcha.....	27
VI. c. 1. Velocidad de la marcha.....	27
VI. c. 2. Cadencia de la marcha.....	28
VI. c. 3. Tiempo de paso.....	29

VI. c. 4. Tiempo/metros realizados en diferentes test.....	29
VII. Discusión .....	39
VII. a. Limitaciones.....	41
VIII. Conclusión .....	44
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	46

## **RESUMEN:**

**Introducción:** Las personas amputadas experimentan una disminución en la eficiencia de la deambulaci3n y mayor energa requerida. Adem3s de los ejercicios convencionales, el entrenamiento cognitivo es importante porque la marcha y todas las tareas cotidianas, solicitan interacci3n entre cognici3n y motricidad. El objetivo de este estudio es analizar los efectos de los ejercicios de doble tarea comparados con los ejercicios est3ndar sobre la eficiencia de la marcha en pacientes con amputaci3n mayor de miembro inferior.

**M3todos:** Revisi3n sistem3tica. Pacientes mayores de 18 a3os protetizados. Intervenci3n: ejercicios motores y cognitivos en tarea simple y doble. Medidas de resultados: eficiencia de la marcha en simple y doble tarea. Variables: principal: velocidad de la marcha. Secundarias: cadencia, tiempo de paso y tiempo/metros necesarios para cumplir test.

**Resultados:** Se recopilaron 11 estudios de variados dise3os. Velocidad en doble tarea disminuida a corto plazo, pero mayor a largo plazo. Individuos con rodilla controlada por microprocesador (MPK) caminaban a mayor velocidad que sin MPK. ( $p < 0.05$ ). Cadencia disminuida a corto plazo, pero similar en simple y doble tarea a los 6 meses. ( $p < 0.05$ ). Tiempo de paso m3s corto en ambas intervenciones. ( $p < 0.05$ ). Prueba L en doble tarea fue m3s lenta que en simple. En test de marcha de 6 minutos (6MWT) y en caminata por sendero modificada (TWT) individuos con MPK caminaron m3s metros y m3s r3pido que sin MPK. Mejor rendimiento del test Time Up and Go (TUGT), equilibrio est3tico y din3mico en doble tarea a las 4 semanas. ( $p < 0.05$ ).

**Conclusi3n:** Se puede concluir que en este grupo poblacional el entrenamiento a largo plazo de ejercicios doble tarea permite lograr 3ptimos resultados para la marcha y as3 automatizarla para obtener mejoras en el aspecto cognitivo y social, que permitir3 al individuo no enfocarse 3nicamente en realizar el paso y lograr mayor interacci3n con su entorno.

## I. INTRODUCCIÓN

Una amputación es la remoción de una extremidad del cuerpo por una cirugía o accidente. La mayoría de las amputaciones son de miembros inferiores, en relación 11:1 con miembros superiores. La enfermedad vascular es la etiología de mayor prevalencia, seguida de los traumatismos, cáncer y las amputaciones de origen congénito. Las vasculopatías están relacionadas principalmente con la diabetes mellitus 1, siendo 20:1 la relación con personas sin diabetes. Hay que destacar que los hombres diabéticos tienen mayor probabilidad de amputación debido a factores biológicos, como una mayor tasa de neuropatía y vasculopatía periférica. Por otro lado, factores como tabaquismo e hipertensión arterial (HTA) se encuentran presentes en un alto porcentaje de los casos de amputación.<sup>1</sup>

Las personas con amputaciones en sus miembros inferiores tienen como resultado limitaciones musculo esqueléticas que reducen la fuerza en la extremidad residual, disminución del rango de movimiento articular, una reducción en la velocidad de marcha con asimetrías en la misma y control postural deteriorado. Como consecuencia, tienen un mayor riesgo de experimentar una caída en comparación con las personas sin discapacidad de edad similar.<sup>2</sup>

Los programas de prevención de caídas recomiendan el ejercicio como la estrategia más importante contra las caídas. Reportes previos que han indagado este objetivo en poblaciones de adultos mayores sin amputación han demostrado resultados positivos, incluida la reducción de la incidencia de caídas y la gravedad de las lesiones sufridas por las mismas.<sup>2</sup> Sin embargo, la capacidad de moverse con éxito a través del hogar y la comunidad durante las actividades normales de la vida diaria requieren importantes recursos cognitivos para adaptar patrones de marcha y así negociar obstáculos, planificar un camino o realizar simultáneamente otra tarea (por ejemplo, caminar y hablar a la vez).<sup>3</sup>

A pesar de los esfuerzos de los programas de rehabilitación, muchas de las personas con amputación de miembro inferior presentan dificultades para caminar, posiblemente debido a la disminución de la eficiencia de la deambulación y mayor energía requerida para la movilidad, especialmente en amputaciones más proximales. Una fuente adicional de problemas para la marcha quizás menos entendida, es la interacción entre cognición y movilidad. Cerca del 40.9% de los pacientes que deambulan con una prótesis necesitan incrementar su concentración en cada paso durante el ciclo de la marcha, lo que representa una gran demanda de recursos atencionales o una alta carga cognitiva.<sup>3,4</sup>

Las personas con amputación de extremidades inferiores experimentan desafíos en la cognición en presencia de demandas de movilidad. Aunque una prótesis facilita la movilidad, aprender a deambular con una prótesis exige una alta demanda cognitiva y requiere un largo proceso de rehabilitación para lograr un aprendizaje motor exitoso. <sup>3</sup>

La marcha y la movilidad son tareas complejas que son reguladas por procesos cognitivos de orden superior. Diversos autores han demostrado la relación entre el rendimiento cognitivo y la movilidad en personas con amputación de miembro inferior. Para evaluar la interacción entre cognición y movilidad, los individuos deben ser observados simultáneamente realizar tareas cognitivas y de movilidad a través del uso del paradigma de la doble tarea. Éste paradigma es ecológicamente relevante, debido a que en la mayoría de los días normales las actividades implican la ejecución simultánea de tareas cognitivas y motoras.<sup>4</sup>

El rendimiento en condiciones de doble tarea depende de la capacidad del individuo para asignar recursos atencionales. La atención puede sobrecargarse cuando dos o más actividades se realizan simultáneamente, ya que ambas tareas compiten por recursos atencionales limitados. La asignación de recursos atencionales depende del tipo de tarea cognitiva y el nivel de dificultad del camino. Los caminos complejos desafían los recursos más que las condiciones de senderos rectos debido a las demandas cognitivas necesarias para la deambulación. <sup>4</sup>

Teniendo en cuenta todas las cuestiones mencionadas con anterioridad, la problemática que da origen a este trabajo es: En pacientes con amputaciones mayores de MMII: ¿los ejercicios de doble tarea generan resultados superiores en cuanto a la eficiencia de la marcha, comparado a los ejercicios estándar?

## II. JUSTIFICACIÓN

El constante avance de las ciencias de la salud hacia el modelo de abordaje biopsicosocial del paciente, hace necesario apartar la mirada del rol del kinesiólogo como un terapeuta exclusivamente dedicado a resolver disfunciones del aparato locomotor. Esto sitúa al profesional en un escenario interdisciplinario centrado en las necesidades del paciente. Para ello, debe establecerse la comunicación interprofesional en un equipo terapéutico y esto requiere una conducta diaria de intercambio de conocimientos y expertiz, sumado a la necesidad de informarse sobre los constantes avances en investigación y tecnología.

El motivo por el cual se decide realizar este trabajo es principalmente comparar los efectos que presenta el entrenamiento estándar y el entrenamiento con ejercicios de doble tarea en el arduo proceso de la rehabilitación del paciente amputado de miembro inferior, para así poder analizar resultados positivos o negativos de dichas terapéuticas.

Éste trabajo permitirá conocer un poco más sobre el paradigma de simple o doble tarea y los efectos que genera en cuanto a la marcha del paciente amputado que está cursando su proceso de rehabilitación. Además, permitirá conocer la cantidad y calidad de la información existente hoy en día sobre dichos abordajes, para poder así, a futuro, efectuar una reflexión propia sobre la posible utilización de las mismas en la práctica clínica.

### **III. MARCO TERÓRICO**

#### **III. a. Historia**

La historia de las extremidades artificiales destinadas a reemplazar la extremidad inferior está entrelazada con la historia de la guerra y la cirugía.

El primer ejemplo establecido de una prótesis es el dedo del pie de la mujer noble egipcia que data del 950 al 710 a.C. Aunque la punta de madera no ofrecía ninguna función, posiblemente hizo que la mujer noble se "completara" al permitirle usar una sandalia egipcia. Los ganchos de metal y las clavijas de madera elaboradas por artesanos, que hoy parecen exageraciones, fueron una realidad durante muchos siglos después.

Los principales avances en la cirugía de amputación, así como en la tecnología protésica, se produjeron durante y después de la Guerra Civil Estadounidense (1861-1865). Los soldados que sobrevivieron fueron amputados y necesitaron rehabilitación. En Europa y en EE. UU., muchos empresarios diseñaron tipos más nuevos de componentes protésicos, así como técnicas de suspensión que benefician a los pacientes amputados.

La Primera Guerra Mundial (1914-1918) vio la necesidad de proporcionar rápidamente prótesis a los amputados de guerra, especialmente en Alemania. El técnico alemán Otto Bock inició la producción en serie de componentes protésicos, eliminando la necesidad de fabricar componentes individuales a mano y reduciendo el tiempo de rehabilitación. A medida que la madera empezaba a escasear, se utilizaron sustitutos materiales más nuevos, como los plásticos.

En 1915, se introdujo en Alemania la primera mano accionada neumáticamente, por lo que finalmente, la neumática también se introdujo en las prótesis de miembros inferiores. Sin embargo, el hito clave en la historia de las prótesis de miembro inferior fue la introducción de la pierna en C en 1999, la primera prótesis de rodilla totalmente controlada por microprocesador. "C-leg" permitió reducir las caídas y se ha convertido hoy en día en un estándar de atención para los amputados por encima de la rodilla.

Los conflictos ocasionados entre Irak e Irán (1980-1988) y la Guerra Afgano-Soviética (1978-1992) permitieron ver a un gran número de soldados jóvenes que no querían ejercer "trabajos de escritorio", sino que querían volver al servicio, incluso al combate activo. El componente protésico Genium X3 fue el resultado de R&D del ejército de los EE. UU., que permitió a estos veteranos correr, subir las escaleras una sobre una, realizar actividades en el agua o incluso debajo de ella y volver al servicio activo.

Un hecho a destacar también, fueron los primeros Juegos Paralímpicos que se celebraron en Roma en 1960 y desde entonces, el movimiento paralímpico ha inspirado a miles de atletas con capacidades diferentes y amputados a participar en deportes, lo que ha llevado a producir diseños protésicos mejorados exclusivamente para uso deportivo.<sup>5</sup>

### **III. b. Epidemiología y etiología**

La pérdida de extremidad inferior responde a muchas razones, incluidas las enfermedades vasculares como la diabetes, traumatismos y tumores malignos. Las amputaciones de miembros inferiores representan aproximadamente el 86% de todas las amputaciones y 95% son amputaciones transfemorales (ATF), atribuibles a enfermedad vascular, y el 5% restante se deben a traumatismos, neoplasias malignas y deficiencias. Además, los hombres afroamericanos, hispanos y nativos americanos, tienen un mayor riesgo de amputación de extremidad inferior.

Personas mayores de 65 años experimentan 6.5 y 2.7 veces más el número de ATF y amputaciones transtibiales (ATT), respectivamente, en comparación con los menores de 65 años. Para 2050, se espera que aumenten las amputaciones de 1,6 millones a 3,6 millones.

Un individuo con amputación de miembro inferior puede enfrentar aumento de las tasas de mortalidad y morbilidad, disminución de la calidad de vida y función deteriorada, lo que puede llevar a problemas de la marcha como asimetrías significativas, alteración de parámetros espacio-temporales y biomecánicos y desventaja bioenergética. Los parámetros principalmente alterados son los cambios en la magnitud y simetría de las fuerzas y momentos articulares, duración del evento, desviaciones que pueden contribuir a una disminución del equilibrio y mayores costos metabólicos, así como mayores problemas crónicos, que potencialmente incluyen enfermedad degenerativa de las articulaciones.<sup>6</sup>

### **III. c. Nivel de Amputación**

Si se habla del nivel de amputación, se debe tener en cuenta que existen varios puntos de evaluación para ayudar a los cirujanos a tomar la decisión de "salvamento o amputación". Los principios aquí incluyen preservar tantas extremidades como sea posible y preservar el máximo posible de longitud del hueso. Un estudio que evaluó a 28 amputados transtibiales por su movilidad funcional concluyó que la técnica de

amputación y las características de la extremidad residual pueden ser importantes para lograr un uso protésico funcional, ya que, por ejemplo, una longitud del muñón de menos de 5 cm en ATF o ATT no es viable para una prótesis. (Fig. 1).

Sin embargo, es recomendable que la decisión del nivel de amputación se realice en consulta con un profesional protésico experimentado. Por ejemplo, en un paciente con amputación TT, la longitud inferior a 5 cm es corta por decir, pero si no se dispone de un rango de movimiento (ROM) razonable en la rodilla, se prefiere una amputación TF. Con técnicas avanzadas de suspensión protésica, el paciente puede lograr un resultado que puede considerarse subóptimo para un amputado TT, pero será aún mejor para un amputado TF.

Otra perspectiva a tener en cuenta es que la longitud del hueso, sea “lo más largo posible”, puede que no siempre sea ideal. Si el espacio disponible entre el extremo del muñón y el suelo es muy reducido, es necesario utilizar componentes especiales contruidos para esa baja altura. Esto puede comprometer la función y agregar costos innecesarios. Dolor al soportar peso, ROM limitado o nulo en la articulación proximal, brazos de palanca muy cortos, óseos y musculosos, son los indicadores para considerar un nivel más próximo de amputación.<sup>5</sup>

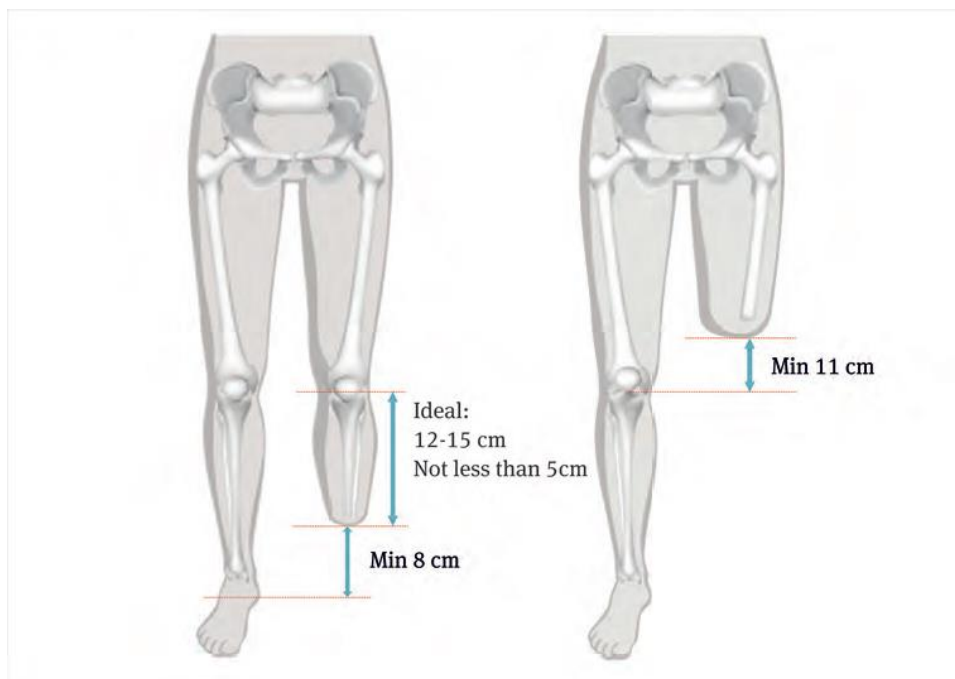


Figura. 1: Longitudes ideales del muñón. Imagen extraída de O’Keeffe et al. <sup>5</sup>

### **III. d. Preparación previa a la amputación**

El determinante clave del éxito es poder considerar a la amputación no como un fracaso para salvar la extremidad, sino como la preparación para la movilidad e independencia del paciente. Informar y alentar al paciente sobre "lo que está por venir" es también importante, ya que es posible que el paciente o su familia no se den cuenta sobre las opciones protésicas modernas y los buenos resultados que pueden lograr.

El asesoramiento previo a la amputación, utilizando videos de resultados o interacciones con compañeros que tengan similares condiciones puede traer al paciente y los cuidadores el estado de ánimo adecuado para emplear de manera óptima el tiempo hasta que comience la colocación de la prótesis.<sup>5</sup>

### **III. e. Predictores de resultados de rehabilitación**

Existen criterios establecidos que se relacionan directamente con una rehabilitación exitosa, como lo describe Chakrabarty. Él calificó los miembros residuales de 132 amputados TT unilaterales y amputados TF en los siguientes criterios, llegando a una puntuación general para cada paciente. La puntuación máxima que se podía conseguir era 100.<sup>5</sup>

1. Herida
2. Edema
3. Cicatriz
4. Piel
5. Longitud
6. Forma
7. Ternura
8. Contractura de la articulación proximal
9. Extremo óseo esculpido (y cubierto)
10. Orejas de perro
11. Tejido redundante
12. Cicatrices adicionales/otros factores

Puntuaciones >60 se relacionaban directamente con mejores resultados.

### III. f. Preparación pre protésica

Tras el alta hospitalaria la colocación de prótesis no comienza antes de 6 a 8 semanas después de la amputación, incluso más tarde para amputados con problemas vasculares. Es común que los pacientes no se sometan a fisioterapia, no sigan las técnicas de posicionamiento y nutrición correctas, y eventualmente terminen con un ROM reducido o incluso contracturas, poca fuerza y poco equilibrio. Esto retrasa la rehabilitación protésica y contribuye a resultados subóptimos. Para evitar esto, se recomiendan las siguientes pautas a tener en cuenta en el posoperatorio:<sup>5</sup>

- Tratamiento del edema: el vendaje suave puede comenzar al día 1 pos amputación. El muñón debe colocarse por encima del nivel del corazón para favorecer un buen retorno venoso.
- Posición correcta del paciente y del muñón (Fig. 2): El paciente debe mantener el muñón recto, sin utilizar ninguna almohada debajo de la articulación. Acostado boca abajo con la cabeza lejos del lado de la amputación durante al menos 30 min/día ayudará a reducir la tendencia a la flexión. Mientras está sentado en una silla de ruedas, se debe usar una tabla plana debajo del muñón, en lugar de dejarlo colgando con rodilla flexionada. Si no se siguen estas indicaciones, el paciente puede terminar con una contractura lo que dificultará el momento del ajuste protésico.
- Movilización: el muñón y otras articulaciones deben moverse varias veces al día. Se puede animar al paciente a sentarse en una silla sin respaldo.
- Modelado/vendaje del muñón: para permitir el modelado adecuado del muñón es necesario que se mantenga la extremidad residual vendada las 24 horas del día, exceptuando aquellos momentos necesarios para la higiene del mismo. Tanto el paciente como la familia deben instruirse para que examinar visualmente cualquier enrojecimiento o decoloración después de que se quita el vendaje.
- Higiene del muñón: lavar con agua y jabón sin perfume después de que la herida esté adecuadamente cicatrizada y secar completamente con una toalla limpia y seca.
- Entrenamiento muscular: a menudo por la prolongada hospitalización, el paciente tiene debilidad general y problemas de equilibrio. El tiempo entre el alta y el inicio del ajuste protésico puede ser utilizado para trabajar en el fortalecimiento del tronco, de las extremidades y del propio muñón.
- Tratamiento de cicatrices y preparación de la piel: adherencias, cicatrices inmóviles y dolor o sensibilidad en el sitio de la cicatriz, interfieren con los

ajustes protésicos. Objetos con textura como toallas, cepillos suaves y arroz se utilizan para la desensibilización, también masajes comenzando desde la cicatriz hacia arriba, y aplicación de antisépticos y humectantes son importantes.

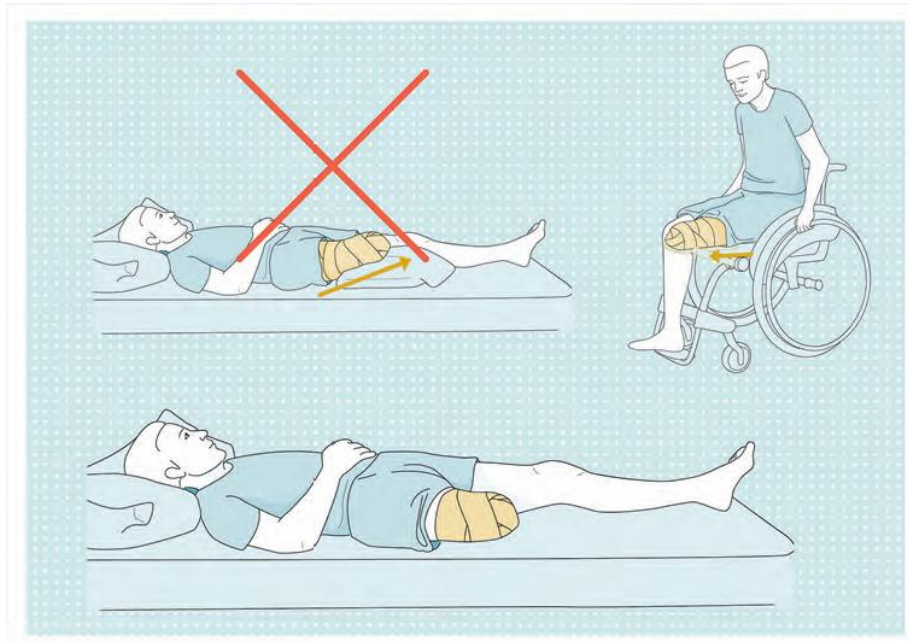


Figura. 2: posicionamiento después de la amputación. Imagen extraída de O'Keeffe et al.<sup>5</sup>

### III. g. Componentes clave de las prótesis y su función:

Los componentes que conforman una prótesis son los siguientes:<sup>5</sup>

1. Materiales de interfaz/revestimientos de enchufe: las prótesis de vieja generación se aplicaban directamente sobre la piel, creando abrasiones, excesiva sudoración y eventualmente afectando el cumplimiento del usuario. Actualmente, los revestimientos de extremidades residuales están hechos de nuevos materiales: espumas, geles de silicona, poliuretano, y los revestimientos de gel de copolímero ofrecen una gran protección, lo que lleva a mayor tiempo de uso de prótesis.
2. Encaje protésico: el encaje debe ofrecer comodidad y sujetar el muñón en todas las fases de la marcha y otras actividades. El diseño del enchufe y las técnicas de suspensión se determinan en función de las condiciones del miembro residual y otros factores particulares del paciente.
3. Articulaciones protésicas de rodilla: para desarticulación de cadera, desarticulación de rodilla y amputación transfemoral hay varios tipos de prótesis

de rodilla disponibles. Dos principales funciones deben tenerse en cuenta: control de la postura (seguridad mientras se está de pie y en la fase intermedia de la marcha) y control de balanceo (capacidad de balancear el segmento rodilla-pie de la prótesis durante la fase de balanceo de la marcha). Al mismo tiempo, la articulación de la rodilla debe minimizar el costo energético de caminar, debe ser liviana y ofrecer una marcha fisiológica. En los jóvenes amputados más activos se necesita mayor función de la articulación de la rodilla ya que solicitan variadas velocidades de marcha, atraviesan pendientes y escalones.

Las rodillas controladas por microprocesador han sido un evento revolucionario en prótesis desde su lanzamiento en 1999. Un conjunto de sensores da información sobre la posición de la articulación de la rodilla en el espacio, velocidad, dirección de movimiento, etc. a un microprocesador que almacena miles de algoritmos de marcha. El microprocesador luego define la situación: el usuario cambia de velocidad; se encuentra circulando en bajada; por pendientes; se sienta en una silla; y en consecuencia controla la resistencia del sistema hidráulico de la articulación de la rodilla.

4. Pies protésicos: los pies absorben la energía al contactar el talón con el suelo y así estabilizan la prótesis durante la fase de apoyo de la marcha, para luego girar suavemente y propulsar el cuerpo hacia adelante empujando el suelo hacia atrás. Es importante elegir el pie adecuado para cada paciente según demanda de movilidad. Los diseños más nuevos de pies están hechos en su mayoría de fibra de carbono que permiten ofrecer función dinámica y la tecnología de microprocesadores también ha avanzado en pies. Los beneficios de los pies y tobillos con microprocesador incluyen la capacidad de levantar el antepié cuando las fases de la marcha lo soliciten, evitando caídas y brindando seguridad especialmente en terrenos irregulares.
5. Adaptadores funcionales: permiten realizar funciones específicas necesarias durante la actividad diaria de un amputado. Por ejemplo, una articulación de rotación puede ofrecer rotación de la rodilla, lo que facilita el uso y la extracción de los zapatos. mientras que un adaptador de torsión puede aliviar el muñón de estrés al girar como cuando se hace un swing en el golf. Estos accesorios son siempre opcionales y pueden ser parte de la prótesis después de evaluar las necesidades individuales de las actividades de la vida diaria (AVD).

### **III. h. Proceso de protézización y rehabilitación protésica**

La rehabilitación pre protésica busca abordar la herida de la extremidad, incluyendo curación, fuerza de las extremidades, rango de movimiento y movilidad básica sin el uso de un dispositivo protésico. Una vez que el muñón se haya curado adecuadamente el individuo recibe una prótesis y puede comenzar rehabilitación física para restaurar su función general y su marcha.

La mayoría de los pacientes con amputación de extremidades utiliza un dispositivo protésico y es capaz de recuperar un nivel básico de función física. Sin embargo, la función a largo plazo es una seria preocupación para este grupo poblacional, ya que son más propensos a desarrollar múltiples complicaciones de salud a largo plazo, como la obesidad, enfermedades cardiovasculares, osteoartritis, dolor de extremidades residuales y dolor lumbar.<sup>7</sup>

Es importante que una prótesis sea funcional, económica, y que se adapta a los requisitos del paciente. La colocación puede comenzar tan pronto como hayan cicatrizado las heridas quirúrgicas, normalmente en un plazo de 6 a 8 semanas desde la amputación, con excepciones en pacientes con alteraciones vasculares o politraumatizados. Luego, el entrenamiento y la adaptación protésica inicial puede tomar 2 semanas, pero el verdadero desafío comienza cuando se le coloca la prótesis al paciente y comienza la reintegración en su vida diaria. Con el tiempo y el uso, el muñón se encoge y el encaje y la prótesis pueden necesitar reajustes hasta que el volumen del muñón se estabiliza suficientemente. Hoy en día, solo la parte del enchufe puede ser cambiada, sin tener que cambiar el resto de los componentes. Una prótesis puede durar de 5 a 7 años si se la cuida adecuadamente.<sup>5</sup>

### **III. i. Complicaciones más comunes**

Es importante tener en cuenta en el proceso de rehabilitación aquellos factores que pueden contribuir al estado funcional y deterioro del paciente, como una capacidad física disminuida y la capacidad para caminar, lo cual es más probable que suceda en personas mayores, personas con amputación bilateral, amputaciones más proximales y/o etiologías no traumáticas. Además, se encuentran presentes otras complicaciones muy comunes como la insatisfacción que experimentan algunos pacientes con el uso de dispositivos protésicos, un problema con la piel residual de las extremidades o algún

tipo de dolor relacionado con la amputación. Todas ellas pueden llevar a una potencial disminución de la función física y por ende una tasa de retorno al trabajo menor.<sup>7</sup>

Aproximadamente el 63% y el 49% de los amputados experimentan dolor de espalda o dolor de la extremidad intacta, respectivamente, sumado a que la reducción de la caminata puede hacer difícil la participación en actividades funcionales y recreativas y reducir la seguridad al deambular en la comunidad, como poder cruzar la calle en un período de tiempo determinado. Esto refuerza la importancia de reducir parámetros espaciotemporales alterados de la marcha para mejorar la movilidad funcional, aumentar la seguridad y aumentar la capacidad de las personas amputadas para participar en sus actividades funcionales, recreativas y ocupaciones diarias.<sup>6</sup>

### **III. j. Amputados y marcha**

La marcha es una de las funciones más importante del ser humano. Es un movimiento caracterizado por periodos de carga y descarga de las extremidades para permitir el desplazamiento y la independencia en actividades diarias, deportes, actividades sociales y ocupaciones. El análisis clínico de la marcha es el proceso donde se registran e interpretan medidas biomecánicas de la misma para apoyar la toma de decisiones clínicas en caso de que exista disfunción.

Las desviaciones de la marcha del patrón típico son generalmente ocasionadas por afecciones neurológicas, musculares, articulares o por alguna patología específica.

Existen cuatro posibles razones para realizar un análisis clínico de la marcha, las cuales incluyen:

1. Diagnóstico entre entidades patológica
2. Evaluación de la gravedad, extensión o naturaleza de una enfermedad o lesión
3. Seguimiento del progreso en presencia o ausencia de intervención
4. Predicción del resultado de la intervención (o la ausencia de intervención)

El uso más común de la evaluación de la marcha de un paciente se basa en poder planificar el tratamiento adecuado para el mismo.<sup>8</sup>

En la persona con amputación de un miembro inferior, la optimización de sus características de marcha puede mejorar las cualidades cosméticas del patrón de la marcha, pero lo que es más importante, es que puede influir en la comodidad del muñón,

mejorar la eficiencia de la deambulaci3n, mejorar la velocidad, las asimetrías pronunciadas y reducir los movimientos compensatorios que con el tiempo pueden resultar perjudiciales para el paciente.<sup>8</sup> Si no se corrigen, tales limitaciones pueden resultar en dificultades para sortear escalones, terrenos irregulares o inclinaciones del mismo, sumado a que estas deficiencias que contribuyen a las restricciones en la actividad de caminar, predisponen a la alta incidencia de caídas.<sup>6</sup>

Para evaluar adecuadamente las características de la marcha de las personas con amputaci3n de miembro inferior, el profesional debe comprender la marcha normal, así como las desviaciones típicas de la marcha presentes en esta poblaci3n. La calidad de la marcha y su velocidad se pueden utilizar como medidas de resultado en esta poblaci3n.<sup>8</sup>

El objetivo del análisis clínic3 de la marcha es optimizar el patr3n cinemático de la marcha para que el paciente camine lo más "normal" posible, aunque este concepto puede ser modificado, ya que en algunos casos es ventajoso para el paciente amputado caminar con un patr3n cinemático diferente al normal (una compensaci3n) para mejorar el desempeño biomecánico de su dispositivo protésico. Por ende, el profesional deberá encaminarse por lograr una marcha funcional y no una marcha considerada "normal".<sup>8</sup>

La causa más com3n de patr3n de marcha anormal en la amputaci3n de un miembro inferior es la alineaci3n protésica inadecuada. Las discrepancias en la longitud de las piernas, ya sean discrepancias verdaderas o relacionadas con una posici3n inadecuada del muñ3n dentro del encaje o una suspensi3n ineficaz, son causas secundarias de anomalías en la marcha para esta poblaci3n.<sup>8</sup>

### Amputados transfemorales

Una de las desviaciones de la marcha más comunes observadas en el paciente con una amputaci3n transfemoral es la flexi3n de la rodilla durante la fase de apoyo del miembro protésico, lo que puede resultar en inestabilidad de las extremidades, p3rdida del equilibrio y caídas. El paciente es incapaz de controlar el momento de flexi3n de la rodilla durante esta fase y teme que el lado protésico apoye el peso. Esto da como resultado un patr3n de marcha ineficaz que requiere el uso de soporte para las extremidades superiores o acortar la longitud del paso. En la mayoría de los casos, el uso de un mecanismo de freno de bloqueo, rodilla polic3ntrica o una bisagra hidrÁulica con o sin un controlador de microprocesador, permitirá la flexi3n de la rodilla durante la fase de

balanceo, pero evitará la flexión accidental de la rodilla durante el apoyo, lo cual es preferible en lugar de una rodilla bloqueada.<sup>8</sup>

El paciente generalmente realizará una fase de apoyo más corta y fases más largas de oscilación en el lado protésico. También, su velocidad de marcha y su capacidad para cambiar de velocidad se encontrará deteriorada. Puede presentarse la flexión lateral del tronco hacia el lado protésico, secundario a abductores de cadera débiles o disminución del equilibrio causado por la inestabilidad y la incomodidad del encaje, lo que puede contribuir al desarrollo de dolor de espalda, osteoartritis u otras condiciones crónicas, sumado al aumento significativo del gasto de energía y recursos.<sup>6</sup>

### Amputados transtibiales

En general, la persona con una amputación transtibial traumática camina más lento que la persona sana de la misma edad, mientras que el amputado por causa vascular camina más lento que el amputado traumático. Algunos de los factores que pueden contribuir a éste fenómeno, incluyen la pérdida de la función motora sensorial normal en la extremidad protésica con la pérdida asociada de la entrada y el equilibrio propioceptivo, así como la pérdida de las funciones de los músculos de control excéntrico normal y propulsor concéntrico en el pie y el tobillo. Sin embargo, es interesante notar que la mayoría de los amputados tienden a caminar a una velocidad que concuerda con su costo metabólico mínimo.

Este grupo poblacional también tiende a exhibir asimetrías de marcha tanto en el apoyo como en los tiempos de balanceo entre la extremidad sana y la protetizada.

La cinemática angular de las articulaciones de las extremidades inferiores también difiere entre amputados y sujetos normales, donde las principales diferencias se encuentran en el tobillo y la rodilla del lado protésico. Estas diferencias están relacionadas en gran medida con la incapacidad del mecanismo protésico pie-tobillo para duplicar la función biomecánica normal de la musculatura intacta, lo que lleva a adaptaciones compensatorias en la musculatura proximal de la extremidad sana y la protésica.

La mayoría de las anomalías de la marcha fácilmente corregibles que se observan en el amputado transtibial están relacionadas con las discrepancias en la longitud de las piernas, las malas alineaciones protésicas y el uso de calzado con alturas de talón que difieren de las utilizadas en el momento de la alineación protésica inicial.<sup>8</sup>

### III. k. Consumo de energía

Para poder comenzar el proceso de rehabilitación y cumplir los objetivos propuestos, se requiere que el paciente logre determinados niveles de actividad física y capacidad aeróbica. Estas condiciones se van logrando a medida que el paciente con amputación comienza con el entrenamiento y progresa en el mismo.

Las personas con amputación producto de enfermedad vascular periférica (EVP) son en su mayoría ancianos y tienen comorbilidades derivadas de la aterosclerosis, lo que limita su capacidad física y aeróbica. En general, la capacidad aeróbica disminuye con la edad y estudios han demostrado que las personas de edad avanzada con amputación de miembro inferior tienen una capacidad aeróbica menor que los controles.

La prueba de VO<sub>2</sub> máx. es la medida de criterio de la capacidad aeróbica, y es un predictor válido de capacidad cardiorrespiratoria. Sin embargo, hasta la fecha, pocos estudios han medido el VO<sub>2</sub> máx. en personas con amputación de miembro inferior. Quienes lo hicieron, informaron niveles más bajos de VO<sub>2</sub> máx. en participantes con amputación en comparación con los controles. Estas diferencias son probablemente debido al desacondicionamiento o comorbilidades que experimenta este grupo poblacional. El consumo medio de oxígeno (ml O<sub>2</sub>/kg/min) es un valor que también se ve influenciado por características como el nivel de amputación, la velocidad de la marcha y los términos de interacción de velocidad al cuadrado y velocidad al caminar según nivel de amputación. Estudios encontraron un mayor consumo de oxígeno para los participantes con una amputación de origen traumática. Comparado con los controles, el consumo de oxígeno es mayor en amputados de extremidad inferior, pero comparando ATF y ATT, el consumo fue mayor en los primeros.

Múltiples estudios informaron que los costos metabólicos más altos están asociados con un nivel más proximal de amputación y también encontraron que los pacientes con amputación de extremidad inferior adaptan su velocidad de marcha a una autoseleccionada (SSWS) por sí mismos, para compensar los costos metabólicos. El aumento en el consumo de oxígeno es mayor cuanto más velocidad tiene la marcha. También, a tener en cuenta, es el hecho de que los pacientes que poseen niveles más altos de aptitud física (definida como la absorción máxima de oxígeno durante el ejercicio como una proporción del consumo máximo de oxígeno previsto) tienen más probabilidades de lograr una marcha óptima comparado con los pacientes que poseen niveles más bajos de aptitud física.<sup>9</sup>

### **III. I. Eficiencia de la marcha**

Además de los parámetros antropométricos y demográficos, se destacan los parámetros cinemáticos y cinéticos, quienes son los principales encargados de permitir una marcha eficiente cuanto menor sea el costo de realización de los mismos. Dentro de los parámetros espaciales, se encuentran principalmente: distancia total recorrida, longitud de zancada, longitud de paso, ancho de paso, altura del paso. Dentro de los temporales, la cadencia, el tiempo de paso, el tiempo de balanceo, el tiempo de apoyo de las extremidades, la velocidad de la marcha. Además de los mencionados, contamos con otros parámetros a tener en cuenta como los angulares, que son el ángulo de paso, ángulo de las articulaciones, orientación del segmento corporal, postura del cuerpo (inclinación, simetría); y parámetros de fuerza, como la fuerza muscular, la fuerza de reacción del suelo, el momento de fuerza.

Los parámetros espaciotemporales del proceso de la marcha son los que proporcionan una idea general del grado de calidad de la marcha de los pacientes y son los más utilizados para el estudio del proceso de la marcha. Una marcha eficiente es aquella en donde se utilicen la menor cantidad de recursos para poder realizar dicha tarea motora, donde los parámetros mencionados adquieren protagonismo, ya que cuanto menor cantidad de recursos soliciten más eficiente será la misma. Es decir, la marcha comprende un aprendizaje motor que cuanto más se entrene, menos recursos solicitará. La velocidad de la marcha es un parámetro con mención especial, ya que se puede obtener de una prueba simple pero que puede ayudar a identificar riesgos que puedan atentar contra la salud, y, además, como los patrones de marcha que adoptan las personas no son una característica fija, la velocidad de la marcha puede hacer que los patrones biomecánicos varíen en función a ella.<sup>10</sup>

### **III. m. Intervenciones**

Las intervenciones destinadas a tratar las condiciones alteradas de la marcha y mejorar la calidad de vida de los pacientes amputados de miembro inferior incluyen la prescripción de una prótesis adecuada y la participación en kinesiología para el entrenamiento del paciente. Hay numerosos factores a considerar en el momento de formular la prescripción de la prótesis, incluida la edad del paciente, el historial médico, el nivel de actividad, los objetivos del mismo (por ejemplo, paciente funcional, ocupacional o recreativo), el nivel de la amputación, la fuerza, los entornos donde se maneja (por ejemplo, trabajo, recreativo, deportista), preferencia estética y demás.<sup>6</sup>

Además de contar con el componente protésico adecuado, la participación del kinesiólogo será de vital importancia destinada al entrenamiento con ejercicio, la reeducación neuromuscular y el entrenamiento de la marcha. Ésta última es el predictor más importante para obtener beneficios sobre la función y la calidad de vida de dichos pacientes, ya que mejora los parámetros espacio-temporales, la cinemática articular y la eficiencia bioenergética.<sup>6</sup>

Sumado a lo planteado anteriormente, cabe destacar que los pacientes con amputación de miembros inferiores informan la necesidad de "concentrarse en cada paso". Esta percepción puede indicar una mayor dependencia de los recursos cognitivos para compensar la pérdida de retroalimentación aferente periférica y control eferente. El mayor uso de recursos al estar de pie y caminar puede limitar los recursos disponibles para tareas cognitivas concurrentes, como la interacción social o la observación del entorno. Además, la necesidad de concentrarse en caminar se correlaciona con las caídas y el miedo a caerse, por lo que reducir la necesidad de concentrarse durante estas tareas puede servir tanto para mejorar la calidad de vida como para promover la seguridad en esta población.<sup>11</sup>

El entrenamiento con el método de doble tarea se basa en el desempeño simultáneo de una tarea postural o motora y una tarea cognitiva para reflejar cómo los procesos cognitivos, como la concentración o la función ejecutiva, interactúan con tareas posturales, como estar de pie y caminar. La interferencia de la doble tarea es causada por recursos cognitivos limitados (es decir, teoría de la capacidad) o de procesamiento (es decir, teoría del cuello de botella). La "teoría de la capacidad" plantea la hipótesis de que, en circunstancias en las que la ejecución simultánea de una o más tareas requiere un procesamiento cognitivo que excede la capacidad disponible, la calidad de ejecución de una o más tareas disminuye. A diferencia de ésta, la "teoría del cuello de botella" postula que la ejecución simultánea de múltiples tareas puede conducir a interferencias de procesamiento en el sistema neuronal, el cual prioriza una de las tareas y pospone temporalmente la acción en la otra, lo que lleva a una disminución del rendimiento en la tarea no priorizada. Ambas teorías afirman que cuando se requieren mayores recursos o procesos cognitivos para la ejecución de una tarea, los recursos restantes o el procesamiento de los canales disponibles para el desempeño de una tarea concurrente pueden ser insuficientes y resultar en una disminución del desempeño en una o ambas tareas.<sup>11</sup>

Por lo tanto, las personas que adicionan recursos cognitivos a las tareas posturales o motoras experimentarán una mayor interferencia de la tarea dual que aquellas para quienes las tareas posturales son relativamente automáticas.<sup>11</sup>

El conocimiento actual sobre los efectos de la doble tarea ha respaldado la hipótesis de que realizar una tarea secundaria mientras se camina es un factor de riesgo clave para los problemas de equilibrio y las caídas en pacientes con discapacidades. Por lo tanto, es importante abordar la caminata de doble tarea y aclarar su papel en el control postural, porque es una condición potencialmente insegura en una población como la de niños con parálisis cerebral, sobre la cual estudió Roostaei et al. (2020)<sup>12</sup>

Shimura et al. (2020) planteó que la alteración de la marcha en pacientes con enfermedad de Alzheimer es particularmente evidente en condiciones de doble tarea, por ejemplo, en tareas sencillas que se realizan mientras se camina, en contar hacia atrás o aún en tareas más complejas como la fluidez verbal. Las evaluaciones de la marcha de doble tarea se han utilizado para indicar que las deficiencias en la cognición conducen a déficits en el control de la marcha, las cuales son independientes de la disminución de la fuerza muscular y la función osteoarticular que acompaña al envejecimiento en esta población. Por lo tanto, las capacidades cognitivas deterioradas, especialmente la atención y la función ejecutiva, comprometen la estabilidad postural y de la marcha, por lo que el paradigma de la tarea dual se puede utilizar para estudiar la asignación de recursos de atención durante una tarea motora y para separar los componentes cognitivos y motores de la ejecución de un movimiento.<sup>13</sup>

Según Johansson et al. (2021) las deficiencias cognitivas y motoras también son comunes en la enfermedad de Parkinson (EP) y una de las características más destacadas es la disfunción de la función ejecutiva, lo que afecta la capacidad de inhibir las respuestas impulsivas, actualizar la memoria y realizar cambios mentales. La función ejecutiva también es fundamental cuando se realizan dos tareas simultáneamente, la doble tarea, y en esta área de la investigación de la EP ha ganado una atención considerable en las últimas décadas. La proporción en la que el desempeño de una tarea se ve afectado por el desempeño simultáneo de una segunda tarea se denomina efecto de tarea dual, donde un desempeño deficiente se observa como un costo y un desempeño mejorado como un beneficio. Un metaanálisis reciente mostró que agregar una segunda tarea al caminar tiene un efecto negativo de moderado a grande en la velocidad de la marcha, y dicho tamaño de efecto puede ayudar a identificar a los que están en mayor riesgo durante las actividades diarias. Sin embargo, las investigaciones

realizadas hasta la fecha son insuficientes para explicar la varianza de esta importante medida. <sup>14</sup>

En la revisión sistemática de Morelli et al. (2021) se plantea que las personas con esclerosis múltiple (PwMS) presentan un equilibrio y un rendimiento de la marcha deteriorados durante las condiciones de doble tarea, por lo que la doble tarea deteriorada está relacionada con un mayor riesgo de caídas y una menor calidad de vida en PwMS. <sup>15</sup>

En el estudio de Deblock-Bellamy et al. (2020) se plantea que los supervivientes de un accidente cerebrovascular también demuestran disminuciones significativas en el rendimiento locomotor solo o en el rendimiento locomotor y cognitivo, por lo que pueden tener un impacto perjudicial en la deambulación por la comunidad. Las funciones cognitivas, como la atención dividida, también son cruciales para caminar de forma independiente y segura en la comunidad ya que las personas con frecuencia caminan mientras realizan otra tarea, como hablar con alguien, enviar mensajes de texto o recordar una lista de compras, por lo que evaluar el comportamiento de este grupo poblacional con el método de doble tarea también fue de vital importancia <sup>16</sup>

Además de los grupos poblacionales mencionados, también este paradigma de doble tarea se ha estudiado en otros grupos poblacionales con patologías como fibromialgia, Martín-Martínez (2020) <sup>17</sup>, afección vestibular, Cortese et al. (2020) <sup>18</sup>, diabetes mellitus tipo I y tipo II, Omana (2021) <sup>19</sup>, entre otras, pero aún no se sabe cómo este paradigma de doble tarea afecta a la población que cuenta con una amputación mayor de miembro inferior en base a las características de la marcha en ellos, quienes ya de por sí cuentan con un déficit cognitivo y motriz propio del proceso de amputación.

#### **IV. OBJETIVOS**

Los objetivos son los siguientes:

##### **IV. a. GENERAL**

El objetivo general es analizar, a partir de una revisión bibliográfica, los efectos de los ejercicios de doble tarea comparados con los ejercicios estándar sobre la eficiencia de la marcha en pacientes con amputación mayor (sobre y bajo rodilla) de miembro inferior.

##### **IV. b. ESPECÍFICOS**

Los objetivos específicos son los siguientes:

- Exponer las características biomecánicas de la marcha en los pacientes con amputación mayor de miembro inferior.
- Analizar las limitaciones funcionales y factores que influyen en la eficiencia de la marcha de los pacientes con amputación de miembro inferior.
- Exponer los efectos fisiológicos que genera el ejercicio físico estándar comparado con los ejercicios de doble tarea en pacientes con amputación mayor de miembro inferior en relación a la eficiencia de la marcha.
- Comparar las pruebas actualmente existentes sobre los efectos de estas terapéuticas en pacientes con amputación mayor de miembro inferior.

## V. MÉTODOS

### V. a. Identificación y selección de estudios

Para el desarrollo del trabajo se realizó una revisión bibliográfica a través de la búsqueda de artículos científicos que contengan información basada en el tratamiento de simple o doble tarea sobre la eficiencia de la marcha en pacientes con amputación mayor de miembro inferior (sobre rodilla o bajo rodilla).

Se consultaron las bases de datos PubMed ([www.nlm.nih.gov](http://www.nlm.nih.gov)), el sistema SciELO, la Biblioteca de la Colaboración Cochrane, Portal Regional de BVS ([www.bireme.br](http://www.bireme.br)), Base de Datos de Fisioterapia Basada en la Evidencia (PEDro), y la Biblioteca Electrónica del MinCyT.

Se utilizaron términos DeCS, MeSH para realizar la búsqueda.

	PALABRA CLAVE	MeSH	DeCS
1	Amputados	Amputees	Amputados
2	<b>Terapia por Ejercicio</b>	<b>“Exercise Therapy”</b>	<b>1. “Ejercicio Terapéutico” 2. “Ejercicio de Rehabilitación”</b>
3	Doble Tarea Dual Task	-	-
4	Marcha	Gait	Marcha

Luego, se realizó la búsqueda utilizando cada uno de los términos y combinándolos junto a los conectores “OR” y “AND”, y así recabar la mayor cantidad de artículos.

	Término	Conector	Término	Conector	Término
5	2	OR	3		
6	1	AND	(5)		
7	1	AND	4		
8	7	AND	(5)		
9	7	AND	2		
10	7	AND	3		

### **V. b. Criterios de inclusión**

- Tipos de estudio: En la recolección de datos se incluyeron estudios tanto experimentales como observacionales que hayan investigado la eficacia de la rehabilitación estándar y la eficacia de la rehabilitación doble tarea sobre la eficiencia de la marcha en sujetos con amputaciones de miembros inferiores protetizados.

Se incluyeron estudios publicados tanto en inglés, español y portugués.

Se incluyeron artículos del año 2015 al 2020.

- Población: Pacientes mayores de 18 años con amputación mayor de miembro inferior sin importar etnia o país de origen, que cuenten con un equipamiento protésico. Se incluyeron todas las etiologías.

### **V. c. Criterios de exclusión**

Se excluirán aquellos estudios que presenten pacientes con otra condición clínica característica y también aquellos que se basen en evaluar la respuesta del componente protésico únicamente.

### **V. d. Intervenciones**

Las intervenciones a estudiar fueron el desempeño de los pacientes amputados de miembro inferior en relación a la tarea cotidiana de la marcha a través de dos terapéuticas. Una de las intervenciones se basa en la evaluación del individuo a través del método de tarea simple o “simple task” en donde el evaluado realiza una tarea motora o una tarea cognitiva de forma individual. La otra intervención consta de la realización en conjunto de una tarea motora, principalmente la marcha, en combinación con una tarea cognitiva, conocida esta intervención como doble tarea o “dual task.”

### **V. e. Comparación**

La comparación de interés se realizó entre los resultados obtenidos de la intervención simple y doble, presentes en los estudios.

## **V. f. Medidas de resultados**

Se presentaron los resultados sobre la eficiencia de la marcha en la actividades simple y doble tarea. Como variable principal a evaluar dentro de los parámetros que componen la eficiencia de la marcha, se optó por considerar velocidad de la marcha, entendida como la distancia recorrida en un intervalo de tiempo definido, y como variables secundarias se consideró cadencia, tiempo de paso y el tiempo empleado para cumplir determinadas pruebas que evaluaban la función de la marcha.

## **VI. RESULTADOS**

### **VI. a. Resultados de la búsqueda**

Luego de aplicar las combinaciones antes mencionadas, se adicionaron filtros predeterminados y se seleccionaron los estudios desde 2015 en adelante y que tuvieran texto completo disponible. Se obtuvo un resultado general de 238 artículos.

Fueron excluidos en base a que la condición clínica no aplicaba 124 artículos; debido a que se encontraban repetidos 20 artículos, quedando un total de 94 trabajos sobre los que se realizó una lectura más profunda, con especial atención en la muestra, objetivos y resultados. Posterior a esto, se descartaron 71 artículos por lectura de título, y 11 por lectura del abstract, el cual no condice con cuestiones a estudiar. 1 estudio fue excluido al no poder acceder por cobro económico para su lectura, quedando un total de 11 artículos que fueron seleccionados para esta revisión. (Gráfico 1)

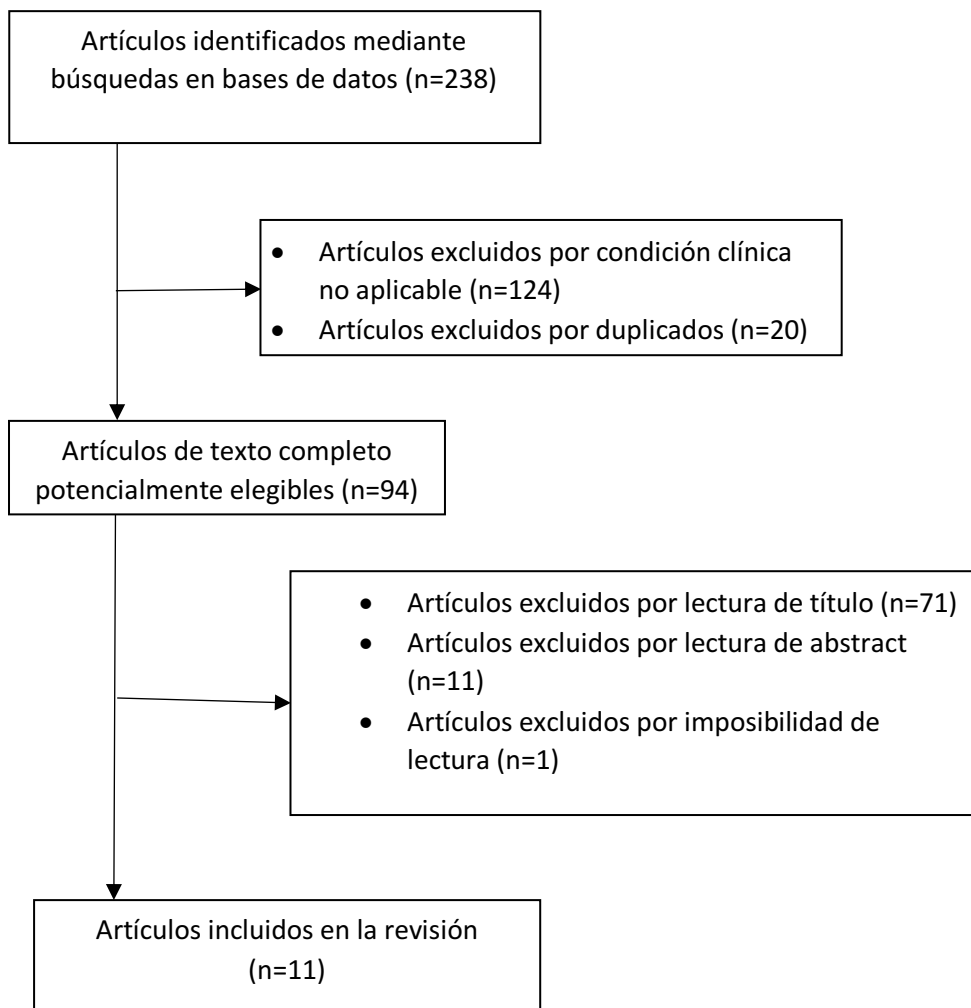


Gráfico 1: Diagrama de flujo de los artículos incluidos en la revisión.

## VI. b. Características de los estudios y muestras

Las principales características de los estudios incluidos en el análisis para la revisión se encuentran resumidos en la tabla 1.

## VI. c. Variables analizadas en relación a la eficiencia de la marcha

### VI. c. 1. Velocidad de la marcha

El estudio de Morgan et al. (2015) que evaluó individuos amputados versus controles encontró entre sus resultados que los participantes con ATF caminaron más despacio ( $p = 0.001$ ) que los participantes control en condiciones de una o dos tareas. A su vez, el estudio en 2017 de la misma autora, evaluó mismos grupos poblacionales, pero en una superficie de espuma, y también encontró en cuanto a la velocidad de la marcha,

que ésta fue más lenta en el grupo ATF. En 2018, dicha autora realizó una revisión sistemática donde evaluó amputados de miembro inferior versus controles y también amputados que utilizan rodilla controlada por microprocesador y aquellos que no. Se encontró en este estudio que la velocidad al caminar aumentó significativamente mientras se caminaba en condiciones de doble tarea utilizando la rodilla controlada por microprocesador en comparación con las rodillas no controladas por microprocesador. Frengopoulos et al. (2018) realizó un estudio donde evaluó amputados de etiología vascular, etiología no vascular y nuevos amputados protetizados, y encontró que la marcha fue significativamente más lenta en tareas dobles para todos los grupos ( $p < 0,001$ ). El estudio de Hunter et al. (2018) que evaluó amputados transtibiales después del alta, encontró que la prueba de doble tarea produjo un rendimiento más pobre en velocidad ( $p=0,008$ ). El mismo autor en 2019 evaluó amputados de miembro inferior después del alta y a los 4 meses, y encontró que la velocidad de la marcha mejoró a los 4 meses tanto para una sola tarea como para dos tareas (ambas  $p < 0,001$ ). Según el estudio de Ramstrand et al. (2020) quien optó por evaluar pacientes amputados antes de colocación de MPK y a los 6 meses, encontró que aumentó la velocidad de la marcha tanto en la tarea simple como doble, y que el tiempo para caminar 10 m fue menor en la condición de MPK comparado con la no MPK. En el estudio de Demirdel et al. (2020) donde se evaluaron amputados transfemorales entrenados en simple y doble tarea y evaluados a las 4 semanas, se encontró que solo en el grupo entrenado con doble tarea, mejoró velocidad de la marcha caminando 10 m, tanto en condiciones de simple y doble tarea. ( $p < 0,05$ ).

## **VI. c. 2. Cadencia de la marcha**

La cadencia se refiere a la cantidad de pasos realizados por minuto. Haciendo referencia a esta característica, el estudio de Morgan et al. (2015) encontró entre sus resultados que ambos grupos tuvieron menor cadencia en condiciones de doble tarea en comparación con la tarea simple ( $p=0,36$ ). El estudio de Hunter et al. (2018) encontró en doble tarea una cadencia disminuida en la marcha de los participantes ( $p=0,002$ ). El estudio de Möller et al. (2020) quien evaluó amputados de miembro inferior con MPK, sin MPK y controles, encontró una cadencia más reducida en el grupo sin MPK en comparación con los controles ( $p=.001$ ) y en comparación con el grupo MPK ( $p=.014$ ) en las pruebas simple y doble tarea, sin embargo, MPK también tenía cadencia reducida comparado con controles. El estudio de Ramstrand et al. (2020) quien evaluó amputados transfemorales con y sin MPK encontró que la cantidad de pasos por minuto

en 10 metros de caminata en ambos grupos fue similar tanto en simple como en doble tarea, no hubo grandes variaciones.

### **VI. c. 3. Tiempo de paso**

El tiempo de paso se refiere al tiempo transcurrido entre la colocación de un pie y la colocación del otro. Haciendo referencia a lo dicho, el estudio de Morgan et al. (2015) encontró entre sus resultados que ambos grupos evaluados tuvieron un tiempo de paso más corto tanto en condiciones de tarea simple como doble ( $p=0.043$ ). A su vez, el estudio en 2017 de la misma autora, evaluó mismos grupos poblacionales, pero en una superficie de espuma, y encontró en cuanto al tiempo de paso una mayor asimetría en la colocación de un pie y el otro durante la tarea dual en comparación con la tarea simple ( $p = 0.03$ ), mientras que los controles mantuvieron una marcha relativamente simétrica en ambas condiciones.

### **VI. c. 4. Tiempo/ metros realizados en diferentes test**

En el estudio de Frengopoulos et al. (2018) se utilizó para evaluar la marcha la prueba en L, y los resultados demostraron que el grupo de nuevos protetizados tardó más en completar ambas versiones de la prueba en L (en simple y doble tarea) en comparación con los otros 2 grupos. ( $p<0.001$ ). Haciendo referencia a la misma prueba, Hunter et al. (2019) encontró que la prueba L de una sola tarea ( $p=0.001$ ) y de tarea dual ( $p=0.004$ ) mejoró a los 4 meses. Sin embargo, la prueba en L en condiciones de doble tarea fue más lenta que en tarea simple ( $p<0.001$ ).

El estudio de Möller et al. (2020) encontró que los controles caminaron una distancia significativamente mayor en el test de marcha de 6 minutos en comparación con individuos amputados ( $p <.001$ ) y el grupo de MPK caminó una distancia más larga que el grupo no-MPK ( $p=.033$ ). El grupo no MPK también fue el que más tardó en completar la caminata por sendero modificada (TWT), donde se caminaba mientras rodeaban conos numerados en un orden predeterminado y no consecutivo. Sin embargo, el grupo MPK también tardó más que los controles en dicha prueba ( $p=.041$ ). En el estudio de Ramstrand et al. (2020) la caminata TWT tuvo tiempos mejores con la utilización de MPK en comparación con no MPK.

En el estudio de Demirdel et al. (2020) se encontró que en ambos grupos la duración de TUGT disminuyó en el caso de la doble tarea ( $p<0.05$ ) a las 4 semanas post entrenamiento. Ambos grupos (entrenados con tarea simple y doble) mejoraron la

duración de One Leg Stance Test, prueba utilizada para evaluar el equilibrio estático, tanto en condiciones de simple y doble tarea ( $p < 0.05$ ). Ambos grupos también mejoraron la duración de la prueba de cuatro pasos cuadrados (FSST), utilizada para medir el equilibrio dinámico, la cual disminuyó en tanto en tarea simple como tarea doble. ( $p < 0.05$ ).

En base a los objetivos específicos planteados en esta investigación se encontraron:

- De un total de 11 artículos analizados, 8 (73%) artículos mencionaron las características biomecánicas en los pacientes con amputación mayor de miembro inferior. (Tabla 1) (Gráfico 1).

<b>CARACTERÍSTICAS BIOMECÁNICAS</b>	<b>Nº DE ESTUDIOS</b>
Base de sustentación más ancha	3
Velocidad disminuida	4
Tiempo de paso menor	2
Longitud del paso menor	2
Estabilidad postural alterada	1
Cadencia disminuida	3
Mayor gasto energético	2
Pérdida de control motor	1
Insuficiencia propioceptiva	1

Tabla 1. Características biomecánicas.

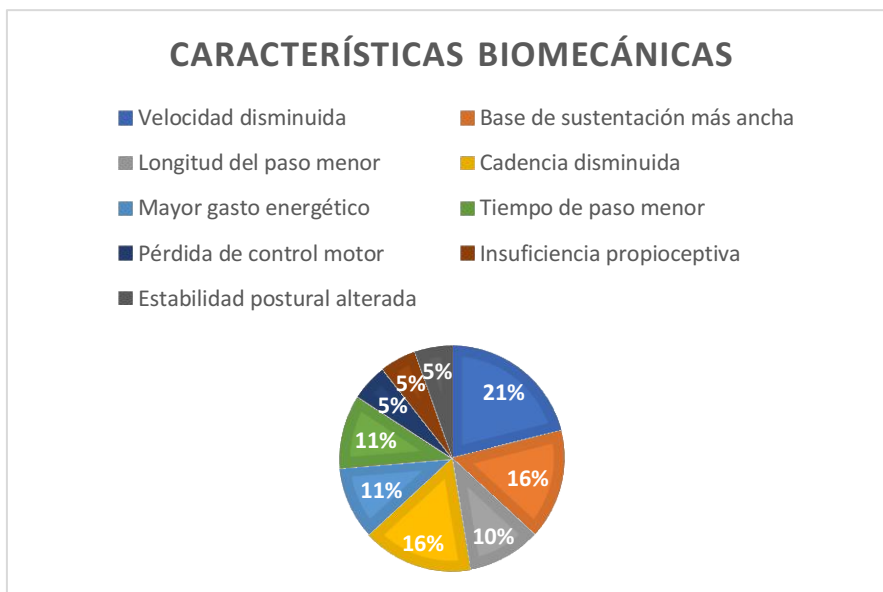


Gráfico 1. Características biomecánicas.

Respondiendo al objetivo específico previamente mencionado, de los 11 artículos analizados se registró en 4 estudios que los pacientes con amputación mayor de miembro inferior presentaban una velocidad disminuida (21%), seguido de una cadencia disminuida (16%) y una base de sustentación más ancha presente en 3 estudios (16%). La longitud del paso menor fue hallada en 2 estudios (10%), al igual que el mayor gasto energético (11%) y el tiempo de paso menor (11%). La estabilidad postural alterada (5%), pérdida de control motor (5%), e insuficiencia propioceptiva (5%) fueron encontradas en 1 solo estudio.

- De un total de 11 artículos analizados, todos (100%) mencionaron limitaciones y factores que influyen en la eficiencia de la marcha en pacientes con amputación de miembro inferior. (Tabla 2) (Gráfico 2).

LIMITACIONES	Nº DE ESTUDIOS
Carga cognitiva	9
Componente protésico	5
Características de la superficie donde se camina	1
Entorno	2

Edad	2
Tiempo transcurrido desde la amputación	1
Nivel de amputación	1
Comorbilidades	2

Tabla 2. Limitaciones y factores que influyen en la eficiencia de la marcha

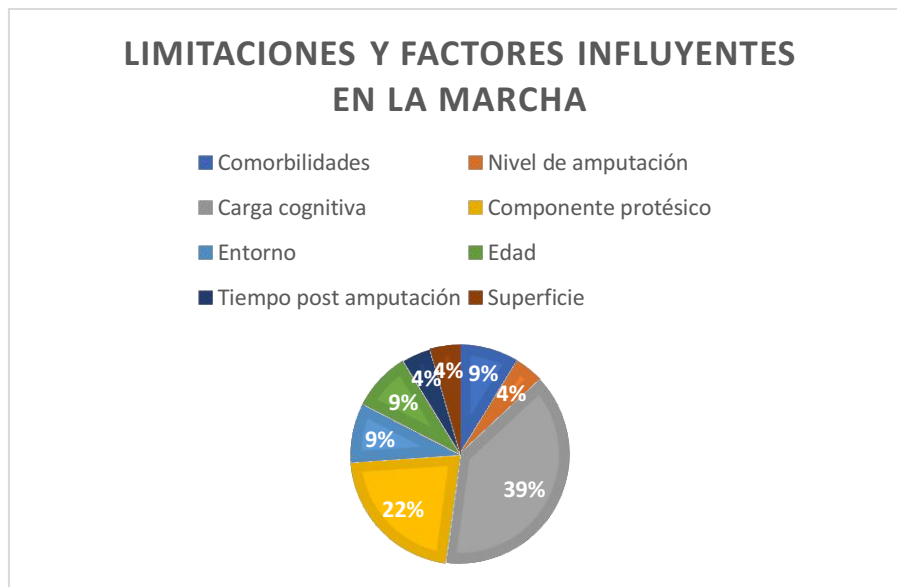


Gráfico 2. Limitaciones y factores que influyen en la eficiencia de la marcha.

Respondiendo al objetivo específico previamente mencionado, se registró como principal limitante de la eficiencia de la marcha la carga cognitiva (39%), identificada en 9 estudios, seguida del componente protésico en 5 estudios (22%), las características del entorno (9%), la edad (9%) y comorbilidades (9%), en 2 estudios y por último el nivel de amputación (4%), tiempo transcurrido después de la amputación (4%) y características de la superficie donde se camina (5%) solo estuvieron presentes en 1 estudio.

Autor	Año	Diseño de estudio	Muestra	Intervenciones/evaluaciones	Variables	Resultados
Morgan et al. (11)	2015	Observacional transversal	ATF (n=14) Controles (n=14)	Marcha de 8,8 m. en superficie plana y firme. Prueba de Stroop.	Velocidad al caminar (m/s), cadencia (pasos/s), longitud de zancada (m), ancho del paso (m), tiempo de paso (s), asimetría de tiempo de paso (s) y variabilidad del tiempo de paso (s). Latencia y precisión de respuestas cognitivas.	ATF caminaron más despacio ( $p = 0.001$ ), con pasos más anchos ( $p < 0.001$ ) y con más asimetría del tiempo de paso ( $p < 0.001$ ), que los controles en condiciones de una o dos tareas. Ambos grupos en condición doble tarea emplearon pasos más anchos. ATF caminaron con longitud de zancada más corta ( $p = 0.06$ ) que los controles tanto en simple como doble tarea, pero ambos grupos tuvieron un tiempo de paso más corto ( $p = 0.043$ ) en ambas condiciones. Los dos grupos tuvieron una mayor cadencia en condiciones de doble tarea en comparación con la tarea simple ( $p = 0.36$ ).
Morgan et al. (20)	2017	Observacional transversal	ATF (n=14) Controles (n=14)	Marcha de 8,8 m. en superficie de espuma. Prueba de Stroop.	Velocidad al caminar (m/s), el ancho del paso (m), asimetría de tiempo de paso (s) y variabilidad de tiempo de paso (s). Latencia y precisión de respuestas cognitivas.	ATF aumentaron la asimetría del tiempo de paso durante la tarea dual en comparación con la tarea única ( $p = 0.03$ ), mientras que los controles mantuvieron una marcha relativamente simétrica en ambas condiciones. ATF caminaban más lentamente y con pasos más anchos, con mayor asimetría y con más variabilidad que los controles en condiciones de una sola tarea y de dos tareas. (todo $p < 0,001$ ). Ancho del paso, con un aumento promedio de 12 mm para los participantes con ATF y 4 mm

						para el control en la condición de tarea dual en comparación con la condición de tarea única. (p = 0,003)
Morgan et al. (21)	2018	Revisión sistemática	12 artículos científicos	Marcha en condiciones de tarea simple y doble.	Bipedestación en doble tarea de AMI comparado con controles. marcha en doble tarea de AMI comparado controles. Marcha con MPK en AMI.	AMI mostraron mejoras significativas en el balanceo postural en la dirección sagital o coronal en la condición de doble tarea durante un período de rehabilitación. El control en bipedestación fue significativamente peor en las personas con AMI. Rendimiento de la marcha peor en las personas con AMI tanto en una sola tarea como de doble tarea. A su vez, hubo una disminución estadísticamente significativa similar en los controles. La velocidad al caminar aumentó significativamente mientras se caminaba en condiciones de doble tarea utilizando MPK en comparación con no MPK.
Frengopoulos et al. (4)	2018	Observacional, transversal	Etiología vascular (n=20) Etiología no vascular (n=24) Nuevos amputados protetizados (NewPA) (n=20)	Prueba en L en superficie plana. Sustracciones de 3 en 3.	Velocidad de la marcha, prueba en L, respuestas sobre las restas de 3 en 3.	Marcha más lenta en tareas dobles para los grupos TTA-vas, TTA-no vas y NewPA (todos p <0,001). Grupo NewPA tardó más en completar ambas versiones de la prueba en L en comparación con los otros 2 grupos. (p<.001). La tarea de la marcha se priorizó para la mayoría (56,2%) de los participantes
Hunter et al. (3)	2018	Observacional, transversal	Amputados transtibiales (n=24)	Marcha en pasarela plana de 6 m. 9 sustracciones de 3 en 3.	Velocidad de marcha (cm/seg), longitud de zancada (cm), cadencia (pasos/min), tiempo de	La prueba de doble tarea produjo un rendimiento más pobre en velocidad (p=0,008), cadencia (p=0,002) y tiempo de zancada (p=0,005). La longitud del

					zancada (ms), ancho de zancada (cm), variabilidad de longitud (espacio), tiempo de zancada (%), longitud del paso (cm), tiempo de apoyo (seg) de una sola y dos extremidades. Respuestas y el tiempo para completar 9 restas.	paso, el tiempo de apoyo y la simetría del tiempo de apoyo de una sola extremidad también se vieron afectados, de modo que se dedicó menos tiempo a la extremidad amputada durante la prueba de doble tarea.
Shaw et al. (22)	2019	Observacional, transversal	Amputados transfemorales (n=12) Amputados transtibiales (n=8)	Marcha en cinta de superficie plana durante 8 min. Identificación de formas y colores indicados.	Respuestas correctas y latencia de las mismas.	Ambos grupos tardaron más en responder correctamente a los estímulos objetivo durante la tarea cognitiva de alta demanda al caminar en relación con estar sentado ( $p = .013$ ). A su vez, TF tardó más que TT ( $p=.045$ ). Los individuos con amputación TT tuvieron mayor reclutamiento de los recursos cognitivos durante las condiciones tanto sentado como caminando, a diferencia de los individuos con amputación TF que no reclutaron recursos cognitivos de la misma forma.
Pruziner et al. (23)	2019	Observacional, transversal	Amputados transtibiales (n=12) Controles (n=12)	Marcha en cinta de superficie plana durante 8 min. Identificación de formas y colores indicados.	Respuestas correctas y latencia de las mismas. Ancho de base de sustentación, ancho de paso y tiempo de zancada.	Todos los participantes demostraron una base más ancha ( $p = 0,003$ ) y variabilidad disminuida en su ancho de paso ( $p = 0,016$ ) al completar la tarea de alta demanda en comparación con la tarea sin demanda (simple tarea).

Hunter et al. (24)	2019	Estudio de cohorte prospectivo	Amputados de miembro inferior (n=22)	Prueba en L. Restas de 3 en 3 hasta completar 18 sustracciones. Marcha de 6 m.	Velocidad de la marcha. tiempo empleado en la prueba en L. Respuestas y el tiempo para completar 18 sustracciones.	La prueba L de una sola tarea (p=.001) y de tarea dual (p=.004) mejoró a los 4 meses. La prueba en L en condiciones de doble tarea fue más lenta que en tarea simple (p<.001). La velocidad de la marcha mejoró a los 4 meses tanto para una sola tarea como para dos tareas (ambas p <0,001).
Möller et al. (25)	2020	Estudio transversal con medidas repetidas	AMI con MPK (n=15) AMI sin MPK (n=14) Controles (n=16)	Marcha en pasarela de 14 m en superficie plana. Prueba Key de clasificación de llaves. TWT: Caminata por sendero modificada mientras rodeaban conos numerados en un orden predeterminado y no consecutivo.	Número de pasos, tiempo necesario para caminar 10 m en la pasarela, tiempo para completar el TWT modificado. Prueba de caminata de seis minutos (6MWT)	Controles caminaron una distancia mayor en el 6MWT en comparación con individuos que usan prótesis (p <.001) y el grupo MPK caminó una distancia más larga que el grupo no-MPK (p=.033). Cadencia reducida en el grupo sin MPK en comparación con los controles (p=.001) y en comparación con el grupo MPK (p=.014) en las pruebas simple y doble tarea. El grupo no MPK también tardó más en completar la modificación TWT y caminó una distancia más corta en la 6MWT que el grupo control (p=.000) y el grupo con MPK (p=.001). El grupo MPK mostró una reducción significativa en la cadencia en tarea simple comparado con los controles y más tiempo para completar el TWT en comparación con los controles (p=.041)
Ramstrand et al.(26)	2020	Estudios de casos múltiples	Amputados transfemorales (n=6)	Marcha en pasarela de 15 m en superficie plana. Prueba Key de clasificación de llaves. TWT: Caminata por sendero	Número de pasos, tiempo necesario para caminar 10 m en la pasarela, tiempo	Tanto en la tarea simple como doble, el tiempo para caminar 10 m fue menor en la condición MPK comparado con la no MPK. En el caso de TWT modificada,

				modificada mientras rodeaban conos numerados en un orden predeterminado y no consecutivo.	para completar el TWT modificado.	los tiempos fueron mejores con la utilización de MPK en comparación con no MPK. Cantidad de pasos en ambas condiciones (MPK y no MPK) fue similar tanto en simple como en doble tarea.
Demirdel et al. (27)	2020	Ensayo clínico controlado randomizado	Amputados transfemorales (n=20).	Tarea simple con ejercicios tradicionales de marcha y equilibrio. Tarea doble con ejercicios cognitivos y motores mientras realizaba ejercicios de marcha y equilibrio.	Prueba Timed Up and Go, prueba de caminata de 10 metros, balance dinámico y estático, MoCA, índice de calidad del sueño de Pittsburgh	A las 4 semanas en ambos grupos, la duración de OLST aumento en condiciones de simple y doble tarea ( $p < 0.05$ ). En ambos grupos la duración de FSST disminuyo en tanto en tarea simple como tarea doble. ( $p < 0.05$ ). En ambos grupos la duración de TUGT disminuyó en el caso de la doble tarea ( $p < 0.05$ ). Solo en el grupo entrenado con doble tarea, mejoro la duración de la caminata de 10 m en condiciones de simple y doble tarea. ( $p < 0.05$ ). Solo en el grupo entrenado con doble tarea, el estado cognitivo y la calidad del sueño mejoraron significativamente ( $p < 0,05$ ). Movilidad funcional y la velocidad de la marcha mejoraron más en el grupo de entrenamiento de doble tarea ( $p < 0,05$ ). FSST y TUGT en condición de doble tarea cognitiva y doble tarea motora; prueba de caminata de 10 metros en condiciones de doble tarea cognitiva y doble tarea motora; y la puntuación MoCA mostraron mejoría significativamente mayor en el grupo de doble tarea que en el grupo de simple tarea ( $p < 0.05$ ).

Tabla 1. Características y resultados de los estudios analizados. Referencias: ATF: amputados transfemorales. AMI: amputados de miembro inferior. MPK: rodilla controlada por microprocesador. MoCA: escala de evaluación cognitiva de Montreal. OLST: One Leg Stance Test. FSST: equilibrio dinámico con la prueba de cuatro pasos cuadrados. TUGT: Timed Up and Go.

## VII. Discusión

El motivo que condujo a la realización de esta revisión bibliográfica fue indagar los efectos de los ejercicios de doble tarea comparados con los ejercicios estándar sobre la eficiencia de la marcha en pacientes con amputación mayor (sobre y bajo rodilla) de miembro inferior. El análisis de la información obtenida es complejo ya que los estudios seleccionados e incluidos en la revisión evalúan variables diferentes, dificultando así la realización de un meta-análisis.

Según el estudio de Hunter et al. 2018, los principales objetivos de rehabilitación para pacientes con amputación de miembro inferior son restaurar la función independiente y la movilidad, minimizando los efectos adversos de la amputación y mejorando así la calidad de vida. El proceso de rehabilitación es complejo, ya que se deben imponer demandas físicas, cognitivas y psicosociales a nuevos amputados. La movilidad exitosa es el factor que más contribuye a la calidad de vida de pacientes con amputación mayor de miembro inferior, sin embargo, se sabe que la deambulación con una prótesis es un proceso cognitivo exigente.

El entrenamiento con la utilización del método de doble tarea, además de ser utilizado en este grupo poblacional, puede ser extrapolado a individuos donde también se estudió este método y que cuentan con otras condiciones clínicas que presentan deterioro cognitivo y motor, como por ejemplo pacientes con enfermedad de Parkinson (Johansson et al. 2021), niños con parálisis cerebral (Roostaei et al. 2020), individuos con esclerosis múltiple (Morelli et al. 2021) o Alzheimer (Shimura et al. 2020), siempre que en la toma de decisiones se cuente con estudios de alta calidad metodológica. Haciendo referencia a la población de individuos amputados, según el estudio de Frengopoulos et al. 2018, la mitad de los pacientes con amputación evaluados dio por prioridad la tarea de la marcha durante la ejecución de la doble tarea, a pesar de que se haya observado un rendimiento más lento de la misma. Se ha demostrado en estudios previos (Bloem et al. 2001) que adultos jóvenes sanos también dan prioridad a la tarea motora mientras se realiza en conjunto con una cognitiva, incluso cuando no se dan instrucciones de priorización. Por ende, en ambos grupos poblacionales mencionados coincide esta inclinación hacia priorizar tarea motora sobre cognitiva. La falta de prioridad de la tarea motora puede indicar mayor riesgo de caídas, según Frengopoulos et al., lo cual puede ser un estímulo para el uso del entrenamiento de la marcha de doble tarea en personas con amputaciones de miembros inferiores. Los hallazgos del estudio de Hunter et al. 2019 también condicen con que se priorizó la tarea motora en individuos

con amputación de miembro inferior, aún en actividades complejas, como la prueba en L.

Los resultados obtenidos en esta revisión demuestran que la velocidad de marcha, la cadencia, el tiempo de paso y los metros o el tiempo empleados para cumplir diferentes test tuvieron una menor eficiencia en una primera instancia de evaluación comparada con la evaluación de las mismas realizada en semanas o meses post entrenamiento. Se pudo observar que a diferencia de los estudios que evaluaron las variables en una sola sesión y post alta, aquellos estudios que evaluaron a largo plazo (Demirdel et al. 2020; Hunter et al. 2019 y Ramstrand et al 2020), notaron una mejora en cada una de ellas, lo cual puede contribuir a reducir el riesgo de caídas y así automatizar el control del equilibrio necesario para actividades de la vida diaria. Si bien la doble tarea requiere mayor entrenamiento, mejora las habilidades de coordinación y el automatismo de la marcha, lo cual fue notado por aquellos estudios mencionados que emplearon dicha intervención a largo plazo.

Con respecto a las variables cadencia y tiempo de paso, se pudo observar que ambas se encontraron disminuidas en pacientes con amputación de miembro inferior, lo cual es lógico de pensar ya que cuando dichos individuos se encuentran con mayor demanda de recursos y condiciones más desafiantes del entorno, optan por adaptar su marcha y hacer de ésta una marcha más conservadora, asimétrica y con compensaciones, con el objetivo de evitar caídas, mantener la seguridad y la estabilidad. En el estudio de Morgan et al. 2015 y en el estudio previo de Lamoth et al. 2010 donde se estudiaron las variables antes mencionadas, las personas con amputación caminaron más lentamente, con pasos más amplios y con un tiempo de paso y cadencia menor, de acuerdo a este patrón conservador de marcha antes mencionado, pero los autores indican que se redujo la necesidad de un control cognitivo compensatorio para mantener la seguridad y estabilidad. Sin embargo, los resultados del estudio de Morgan et al. 2017 sugieren que las personas con amputación necesitan de un adecuado control cognitivo para poder reducir las desviaciones asimétricas de la marcha y mejorar la calidad de la misma aún más cuando las condiciones del entorno son desafiantes.

Estudios anteriores han demostrado una mejora en la duración de TUGT de doble tarea en pacientes con esclerosis múltiple y accidente cerebrovascular (Kim GY et al. 2014 y Monjezi et al. 2017), también otros han indicado que la velocidad de la marcha en doble tarea mejora en los grupos de adultos mayores y en individuos con accidente cerebrovascular (Silsupadol et al. 2009 y Yan-Ci Liu et al. 2017). En cuanto a amputados, el estudio de Lamoth et al. 2010 y Demirdel et al. 2020 informaron que la

doble tarea reduce la velocidad de la marcha en una primera etapa de evaluación, pero con el entrenamiento prolongado, la misma tuvo mejoras significativas. El análisis de los estudios incluidos en esta revisión pudo determinar que en individuos amputados mejoró la velocidad de la marcha y la realización de TUGT en aquellos que fueron intervenidos con el método doble tarea de forma persistente en el tiempo, además de mejoras en los patrones motores de la marcha y la función cognitiva.

Según Hunter et al. 2017 y Hart-Hughes et al. 2014, en amputados de miembros inferiores el TUGT, el equilibrio estático, el equilibrio dinámico y la velocidad de la marcha son determinantes claves del riesgo de caídas y, además, como estudios previos afirmaron que el automatismo está relacionado con la confianza en el equilibrio (Miller et al. 2001), las mejoras en las variables mencionadas en individuos amputados intervenidos con doble tarea, sugiere que ésta es más eficaz para reducir el riesgo de caídas y automatizar el control del equilibrio necesario para las actividades de la vida diaria.

## **VII. a. Limitaciones**

Existe una dicotomía clara en base a los estudios analizados, ya que, en personas amputadas, tanto la marcha como el rendimiento cognitivo se vio afectado negativamente en las primeras pruebas realizadas en condiciones de doble tarea. A pesar de que el rendimiento se deterioró uniformemente en todas las variables de la marcha, las pruebas de marcha en doble tarea tienen validez ecológica, ya que la mayoría las actividades de la vida diaria implican la ejecución simultánea de funciones cognitivas y motoras.

Como primera limitación a nombrar se manifiesta que los estudios han evaluado la marcha en ambientes de laboratorio y además en condición de trayectoria recta, lo cual se considera un desafío cognitivo bajo y, de hecho, puede no ser ecológicamente válido para aproximarse a la vida diaria, donde se necesita la adaptación de los patrones de marcha para sortear obstáculos, cambiar de dirección o planificar un camino. Sólo el estudio de Morgan et al. (2017) evaluó la marcha en pacientes amputados sobre una superficie de espuma, lo cual genera cambios en la retroalimentación sensorial periférica de los participantes de una manera similar a las superficies que se encuentran en la vida diaria (por ejemplo, arena y césped). El resto de los artículos sólo evaluaron la marcha con la utilización de una superficie plana como por ejemplo la cinta de correr o una pasarela delimitada en el piso.

Como segunda limitación a nombrar, contamos con que la mayor parte de los estudios analizados, demuestran resultados de efectos tempranos en el proceso de rehabilitación, lo cual no debe ser extrapolado a la rehabilitación a largo plazo ni a todas las personas con amputación.

Haciendo referencia a lo planteado anteriormente, se puede decir que los efectos demostrados a corto plazo por estas terapéuticas pueden verse modificados con el mantenimiento en el tiempo después del alta, como lo demostró el ensayo clínico de Demirdel et al. (2020) y se espera que la carga cognitiva disminuya con el aprendizaje motor exitoso. Se han demostrado mejoras en el equilibrio y en los parámetros de movilidad para aquellos individuos entrenados con el método de tarea doble. Sin embargo, los resultados no deben extrapolarse a los adultos jóvenes cuya amputación fue el resultado de una etiología traumática, diferente de aquellos con etiología vascular, que cuentan con comorbilidades asociadas propias de su patología, lo cual, además del factor edad, pueden tener un efecto diferencial en la rehabilitación.

Como tercera limitación, se ha encontrado los estudios analizados incluyen una muestra de población pequeña por lo tanto es difícil estimar el resultado a un mayor nivel poblacional, sumado al hecho de que los diseños de estudio incluidos son variados, lo cual conlleva a que los profesionales deberán estar mucho más atentos frente a la toma de decisiones. En cuanto a esto, solamente hay una revisión sistemática, Morgan et al. (2018), incluida en los artículos analizados y sólo un ensayo clínico controlado randomizado, Demirdel et al. (2020) con (puntaje 4/10 en escala PEDro), el resto de los artículos corresponden a un diseño observacional.

Todos los datos obtenidos fueron determinados mediante la medición cuantitativa de los mismos, desde parámetros biomecánicos de la marcha hasta latencia y respuestas correctas del área cognitiva. Sin embargo, no se especificó si los pacientes evaluados en los diferentes estudios contaron previamente con un tratamiento de rehabilitación, a excepción del estudio de Pruziner (2019), donde los pacientes amputados transtibiales sí habían recibido rehabilitación motora previa. Este hecho, podría afectar a la confiabilidad de los resultados. Además, para la realización de la tarea motora, algunos estudios sí permitían a los participantes evaluados contar con la utilización de ayudas para la marcha en el momento de realizar las pruebas y en otros estudios no se les permitía, lo cual indicaría que éstos poseen habilidades físicas más altas que aquellos pacientes amputados que sí las utilizan y también fueron evaluados. Referido a esto, lo mismo sucedió en los estudios que comparaban utilización de MPK y no utilización de la misma. Los individuos que no contaban con este tipo de rodilla, claramente se vieron

en desventaja motora comparado con los que sí empleaban MPK y controles, como manifiesta la revisión de Morgan et al (2018).

Sumado a lo anterior, otra limitación a tener en cuenta es el hecho de que el modo de evaluar las intervenciones fue variado, tanto en el ámbito motor y cognitivo, y referido a esto, algunos pacientes fueron evaluados únicamente con una sola sesión después de 1 año desde la cirugía como en los artículos de Morgan et al. (2015) y (2017) y Pruziner (2019); después del alta hospitalaria como en el artículo de Hunter (2018); otros post alta hospitalaria y a los 4 meses como Hunter (2019), otros post alta hospitalaria y a las 4 semanas siguientes Demirdel (2020); Ramstrand et al. (2020) que realizó la evaluación de los participantes antes del proceso de protetización y a los 6 meses siguientes de dicho proceso; y el resto no especifica cuándo, por lo que esta variabilidad también podría afectar a la confiabilidad en los resultados finales. Por ende, se recomienda que se preste especial atención en el grupo poblacional a la hora de implementar estas terapéuticas y así poder determinar si corresponde aplicarlas o no, a través del razonamiento clínico.

En cuanto a la población blanco, todos los estudios incluyeron similar grupo poblacional para el estudio, no hubo marcadas diferencias entre las características de los participantes, a excepción de aquellos estudios que comparaban ATF versus controles, donde se encontró que los participantes con ATF tenían puntuaciones más bajas en la Evaluación Cognitiva de Montreal (MoCA) y en el Balance Confidence (ABC), y también más caídas informadas por año, como indican los estudios de Morgan et al. 2015 y 2017. A mencionar también está el estudio de Frengopoulos et al. (2018) donde se encontró diferencia estadísticamente significativa en el índice de masa corporal (IMC) entre los grupos TTA-vas y TTA-novas, donde los primeros presentaban un mayor IMC comparado con los segundos.

## VIII. Conclusión

Según los resultados obtenidos a partir de los trabajos de investigación analizados se puede determinar que tanto el entrenamiento del ejercicio en tarea simple como en tarea doble ha demostrado cambios en la rehabilitación de los pacientes amputados de miembro inferior, ya que estas terapéuticas han logrado modificaciones tanto en el aspecto biomecánico de la marcha como en el aspecto cognitivo del paciente.

La mayor amenaza para la movilidad exitosa en este grupo poblacional, son las caídas y las consecuencias graves que estas conllevan, incluidas las lesiones físicas como fracturas, hemorragia, ruptura de componente protésico, y también los efectos negativos a nivel cognitivo y emocional que se obtienen como resultado, ya que el paciente puede adquirir miedo constante a caerse. Además, este miedo a las caídas conduce al uso autolimitado de prótesis, al aislamiento social y a una consecuente reducción de la calidad de vida.

Según lo planteado anteriormente se considera importante implementar en líneas de investigación futuras el estudio de la asociación entre la marcha de doble tarea y futuras caídas en pacientes con amputación mayor de miembro inferior. Factores como asimetrías en la marcha, componentes protésicos inadecuados para los pacientes, condición cognitiva deficiente y demás factores pueden considerarse marcadores de efectos adversos y afectar el rendimiento motor de la marcha. Incluir en los estudios evaluaciones de la marcha en diversas superficies y entornos podría ser considerada una línea a investigar también, ya que la mayor parte de los estudios analizados incluían superficies planas y se realizaban en un ambiente de laboratorio, lo cual no condice con la realidad en la vida cotidiana.

También, se considera importante incluir a futuro la evaluación y seguimiento de la marcha y de la cognición a largo plazo, para examinar mejor los cambios en la movilidad y el funcionamiento motor y cognitivo junto con el riesgo de eventos adversos como caídas, en condiciones tanto de tarea simple como de tarea doble. A su vez, se necesitan muestras más grandes en los estudios y mayor cantidad de estudios de alta calidad metodológica para poder determinar así decisiones en la práctica clínica.

Por lo tanto, teniendo en cuenta lo mencionado, se puede determinar en cuanto a la temática en cuestión que actualmente existe un pequeño número de estudios científicos disponibles, con bajas certezas, con diversos diseños de estudio, donde sólo en uno de los recolectados, el ensayo clínico de Demirdel et al. (2020), se pudo establecer causa y efecto en base a las terapéuticas planteadas. Sumado a esto, los variados métodos

de doble tarea que emplearon los estudios analizados y las limitaciones metodológicas que desafían la síntesis de los resultados, se logra determinar que la evidencia en este tema de investigación es escasa y se plantean por ende líneas de investigación a futuro. Finalmente, se puede concluir que actualmente en personas mayores de 18 años con amputación mayor de miembro inferior a pesar de que el entrenamiento en condiciones de doble tarea ha demostrado en una primera instancia ineficiencias en la marcha comparado con el entrenamiento en condiciones de tarea única o simple, prolongar en el tiempo el entrenamiento motriz combinado con el cognitivo permitirá lograr óptimos resultados en relación a la eficiencia de la marcha, ya que automatizarla permitirá que concentrarse en cada paso deje de ser una prioridad para el paciente que cuenta con amputación de miembro inferior, y pueda desarrollar otras capacidades como un mayor enfoque en el medio que lo rodea e interacción social.

## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Mendeleovich, A., Kramer, M., Maiarú, M., Módica, M., Ostolaza, M., & Peralta, F. Sujetos con amputaciones en la Ciudad de Buenos Aires. Estudio epidemiológico de cinco años. PubMed [base de datos en Internet]. Buenos Aires, Argentina: Instituto de Rehabilitación Psicofísica; 28 de Septiembre de 2015, [fecha de acceso 30 de Septiembre de 2020]. Disponible en <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26707661/>.
2. Zoe A Schafer, John L Perry, Natalie Vanicek. A personalised exercise programme for individuals with lower limb amputation reduces falls and improves gait biomechanics: A block randomised controlled trial. Bireme [base de datos en Internet]. Reino Unido: Facultad de Ciencias de la Vida, Universidad de Hull; 21 de Abril de 2018, [fecha de acceso 4 de Agosto de 2020]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2018.04.030>.
3. Hunter Susan W, Frengopoulos Courtney, Holmes Jeffrey, Viana Ricardo, Payne Michael W.C. Dual-task Related Gait Changes in Individuals with Trans-Tibial Lower Extremity Amputation. Gait and Posture. Bireme [base de datos en Internet]. Ontario, Londres, Canadá: Escuela de Fisioterapia, Universidad de Western Ontario; 12 de Febrero de 2018, [fecha de acceso 4 de Agosto de 2020]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2018.02.012>.
4. Courtney Frengopoulos, Michael W.C. Payne, Jeffrey D. Holmes, Ricardo Viana, Susan W. Hunter. Comparing the Effects of Dual-Task Gait Testing in New and Established Ambulators With Lower Extremity Amputations. Bireme [base de datos en Internet]. Academia Americana de Medicina Física y Rehabilitación; Octubre 2018, [fecha de acceso 4 de Agosto de 2020]. Disponible en <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29626613/>.
5. Bernard O'Keeffe, Shraddha Rout. Prosthetic Rehabilitation in the Lower Limb. PubMed [base de datos en Internet]. Mumbai, Maharashtra, India: Association of Plastic Surgeons of India; 29 de Abril de 2019, [fecha de acceso 5 de Abril de 2021]. Disponible en <https://doi.org/10.1055/s-0039-1687919>
6. M. Jason Highsmith, Casey R. Andrews, Claire Millman, Ashley Fuller, Jason T. Kahle, Tyler D. Klenow, Katherine L. Lewis, Rachel C. Bradley, and John J.

- Orriola. Gait training interventions for lower extremity amputees: a systematic literature review. PubMed [base de datos en Internet]. USA: National Academy of Inventors; 1 de Julio de 2016, [fecha de acceso 7 de Abril de 2021]. Disponible en <http://dx.doi.org/10.21300/18.2-3.2016.99>.
7. Benjamin J. Darter, Carolyn E. Hawley, Amy J. Armstrong, Lauren Avellone, Paul Wehman. Factors Influencing Functional Outcomes and Return-to-Work After Amputation: A Review of the Literature. PubMed [base de datos en Internet]. Journal of Occupational Rehabilitation; 3 de Febrero de 2018, [fecha de acceso 4 de Abril de 2021]. Disponible en <https://doi.org/10.1007/s10926-018-9757-y>
  8. Richard Baker, Alberto Esquenazi, Maria Grazia Benedetti, Kaat Desloovere. Gait analysis: clinical facts. PubMed [base de datos en Internet]. European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine; Agosto de 2016, [fecha de acceso 5 de Abril de 2021]. Disponible en <https://www.minervamedica.it/en/journals/europa-medicophysica/article.php?cod=R33Y2016N04A0560>
  9. Loeke van SchaikID, Jan H. B. Geertzen, Pieter U. Dijkstra, Rienk Dekker. Metabolic costs of activities of daily living in persons with a lower limb amputation: A systematic review and meta-analysis. PubMed [base de datos en Internet]. United States: PLoS ONE; 20 de Marzo de 2019, [fecha de acceso 4 de Abril de 2021]. Disponible en <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0213256>.
  10. Juan C. Arellano-González, Hugo I. Medellín-Castillo, J. Jesús Cervantes-Sánchez. Identificación y análisis de los parámetros biomecánicos utilizados para la evaluación de la marcha humana normal y patológica. Bireme [base de datos en Internet]. Mazatlán, México: SOMIM. Sociedad Mexicana de Ingeniería Mecánica. SOMIM; 2019. [fecha de acceso 21 de Marzo de 2021]. De Disponible en [http://somim.org.mx/memorias/memorias2019/articulos/A3\\_26.pdf](http://somim.org.mx/memorias/memorias2019/articulos/A3_26.pdf).
  11. Sara J Morgan, Brian J Hafner and Valerie E Kelly. The effects of a concurrent task on walking in persons with transfemoral amputation compared to persons without limb loss. PubMed [base de datos en Internet]. Seattle, WA, USA: Prosthetics and orthotics international; 7 de Junio de 2015, [fecha de acceso 4 de Agosto de 2020]. Disponible en <https://doi.org/10.1177/0309364615596066>

12. Meysam Roostaei, Parvin Raji, Giovanni Morone, Bahman Razi, Khosro KhademiKalantari. The effect of dual task conditions on gait and balance performance in children with cerebral palsy: a systematic review and meta-analysis of observational studies. Bireme [base de datos en Internet]. Journal of Bodywork & Movement Therapies; 7 de Diciembre de 2020, [fecha de acceso 22 de abril de 2021]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2020.12.011>.
13. Shimura, H., Saiko, A., Hayashi, A. et al. Rivastigmine improves dual-task gait velocity in patients with Alzheimer's disease. Bireme [base de datos en Internet]. BMC Neurology; 20 de Febrero de 2021, [fecha de acceso 22 de abril de 2021]. Disponible en <https://doi.org/10.1186/s12883-021-02098-8>
14. Johansson, H., Ekman, U., Rennie, L., Peterson, D. S., Leavy, B., & Franzén, E. Dual-Task Effects During a Motor-Cognitive Task in Parkinson's Disease: Patterns of Prioritization and the Influence of Cognitive Status. Bireme [base de datos en Internet]. Sweden: Neurorehabilitation and Neural Repair; 10 de Marzo de 2021, [fecha de acceso 3 de mayo de 2021]. Disponible en <https://doi.org/10.1177/1545968321999053>.
15. Nathan Morelli, Haley Morelli. Dual task training effects on gait and balance outcomes in multiple sclerosis: A systematic review. Bireme [base de datos en Internet]. Multiple Sclerosis and Related Disorders; 27 de Enero de 2021, [fecha de acceso 3 de mayo de 2021]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.msard.2021.102794>.
16. Anne Deblock-Bellamy, Anouk Lamontagne and Andréanne K. Blanchette. Cognitive-Locomotor Dual-Task Interference in Stroke Survivors and the Influence of the Tasks: A Systematic Review. Bireme [base de datos en Internet]. Canadá: Frontiers in Neurology; 18 de Agosto de 2020, [fecha de acceso 3 de mayo de 2021]. Disponible en <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fneur.2020.00882/full>.
17. Martín-Martínez, JP., Villafaina S., Collado D., Fuentes-García JP., Pérez-Gómez J., Gusia N. Impact of cognitive tasks on biomechanical and kinematic parameters of gait in women with fibromyalgia: A cross-sectional study. Bireme [base de datos en Internet]. Physiology & Behavior; 1 de diciembre de 2020,

- [fecha de acceso 3 de mayo de 2021]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2020.113171>.
18. Cortese E., López C. Reflexiones sobre rehabilitación vestibular a propósito de un caso con uso de paradigma de tareas dobles. Bireme [base de datos en Internet]. Chile: Revista de otorrinolaringología y cirugía de cabeza y cuello; 2020, [fecha de acceso 4 de mayo de 2021]. Disponible en [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S071848162020000300316](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S071848162020000300316).
  19. Humberto Omana, Edward Madou, Manuel Montero-Odasso, Michael Payne, Ricardo Viana, Susan Hunter. The Effect of Dual-Task Testing on Balance and Gait Performance in Adults with Type 1 or Type 2 Diabetes Mellitus: A Systematic Review. Bireme [base de datos en Internet]. Current Diabetes Reviews; 30 de Abril de 2021, [fecha de acceso 5 de mayo de 2021]. Disponible en <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/es/mdl-33023451>
  20. Sara J. Morgan, Brian J. Hafner, Valerie E. Kelly. Dual-task walking over a compliant foam surface: A comparison of people with transfemoral amputation and controls. PubMed [base de datos en Internet]. Washington, United States: Gait & Posture; 7 de Julio de 2017, [fecha de acceso 4 de Agosto de 2020]. Disponible en <https://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2017.07.033>.
  21. Sara J Morgan, Brian J Hafner, Deborah Kartin and Valerie E Kelly. Dual-task standing and walking in people with lower limb amputation: A structured review. PubMed [base de datos en Internet]. Seattle, WA, USA: Prosthetics and orthotics international; 24 de Mayo de 2018, [fecha de acceso 12 de Enero de 2021]. Disponible en <https://doi.org/10.1177/0309364618785728>
  22. Shaw E., Rietschel J., Hendershot B. et al. A Comparison of Mental Workload in Individuals with Transtibial and Transfemoral Lower Limb Loss during Dual-Task Walking under Varying Demand. PubMed [base de datos en Internet]. Journal of the International Neuropsychological Society; 17 de Mayo de 2019, [fecha de acceso 4 de Agosto de 2020]. Disponible en <https://doi.org/10.1017/S1355617719000602>

23. Pruziner, A. L., Shaw, E. P., Rietschel, J. C., Hendershot, B. D., Miller, M. W., Wolf, E. J., Hatfield, B. D., Dearth, C. L., & Gentili, R. J. Biomechanical and neurocognitive performance outcomes of walking with transtibial limb loss while challenged by a concurrent task. PubMed [base de datos en Internet]. *Experimental Brain Research*; 20 de Noviembre de 2018, [fecha de acceso 4 de Agosto de 2020]. Disponible en <https://doi.org/10.1007/s00221-018-5419-8>.
24. Hunter, S. W., Bobos, P., Frengopoulos, C., Macpherson, A., Viana, R., & Payne, M. W. Cognition Predicts Mobility Change in Lower Extremity Amputees Between Discharge From Rehabilitation and 4-Month Follow-up: A Prospective Cohort Study. PubMed [base de datos en Internet]. *Whitehorse, Canadá: Archives of physical medicine and rehabilitation*; Noviembre de 2019, [fecha de acceso 4 de Agosto de 2020]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2019.05.030>.
25. Möller, S., Ramstrand, N., Hagberg, K., & Rusaw, D. Cortical brain activity in transfemoral or knee-disarticulation prosthesis users performing single- and dual-task walking activities. PubMed [base de datos en Internet]. *Jönköping, Sweden: Journal of rehabilitation and assistive technologies engineering*; 2 de Septiembre de 2020, [fecha de acceso 4 de Agosto de 2020]. Disponible en <https://doi.org/10.1177/2055668320964109>.
26. Ramstrand, N., Rusaw, D. F., & Möller, S. F. Transitioning to a microprocessor-controlled prosthetic knee: Executive functioning during single and dual-task gait. PubMed [base de datos en Internet]. *Jönköping, Sweden: Prosthetics and orthotics international*; Febrero de 2020, [fecha de acceso 4 de Agosto de 2020]. Disponible en <https://doi.org/10.1177/0309364619892773>.
27. Demirdel, S., & Erbahçeci, F. Investigation of the Effects of Dual-Task Balance Training on Gait and Balance in Transfemoral Amputees: A Randomized Controlled Trial. PubMed [base de datos en Internet]. *Archives of physical medicine and rehabilitation*; Junio de 2020, [fecha de acceso 4 de Agosto de 2020]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2020.06.009>.

28. Kim, G. Y., Han, M. R., & Lee, H. G. Effect of Dual-task Rehabilitative Training on Cognitive and Motor Function of Stroke Patients. PubMed [base de datos en Internet]. Journal of physical therapy Science; 2014, [fecha de acceso 23 de mayo de 2021]. Disponible en <https://doi.org/10.1589/jpts.26.1>
29. Monjezi, S., Negahban, H., Tajali, S., Yadollahpour, N., & Majdinasab, N. Effects of dual-task balance training on postural performance in patients with Multiple Sclerosis: a double-blind, randomized controlled pilot trial. PubMed [base de datos en Internet]. Clinical rehabilitation; 2017, [fecha de acceso 23 de mayo de 2021]. Disponible en <https://doi.org/10.1177/0269215516639735>.
30. Silsupadol, P., Shumway-Cook, A., Lugade, V., van Donkelaar, P., Chou, L. S., Mayr, U., & Woollacott, M. H. Effects of single-task versus dual-task training on balance performance in older adults: a double-blind, randomized controlled trial. PubMed [base de datos en Internet]. Archives of physical medicine and rehabilitation; 2009, [fecha de acceso 23 de mayo de 2021]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2008.09.559>.
31. Liu, Y. C., Yang, Y. R., Tsai, Y. A., & Wang, R. Y. Cognitive and motor dual task gait training improve dual task gait performance after stroke - A randomized controlled pilot trial. PubMed [base de datos en Internet]. Scientific reports; 2017, [fecha de acceso 23 de mayo de 2021]. Disponible en <https://doi.org/10.1038/s41598-017-04165-y>
32. Miller WC, Deathe AB, Speechley M, Koval J. The influence of falling, fear of falling, and balance confidence on prosthetic mobility and social activity among individuals with a lower extremity amputation. PubMed [base de datos en Internet]. Archives of physical medicine and rehabilitation; 2001, [fecha de acceso 23 de mayo de 2021]. Disponible en <https://doi.org/10.1053/apmr.2001.25079>.
33. Lamoth, C. J., Ainsworth, E., Polomski, W., y Houdijk, H. Variability and stability analysis of walking of transfemoral amputees. PubMed [base de datos en Internet]. Medical engineering & physics; 2010, [fecha de acceso 18 de junio de 2021]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.medengphy.2010.07.001>.

34. Bloem, B. R., Valkenburg, V. V., Slabbekoorn, M., y Willemsen, M. D. The Multiple Tasks Test: development and normal strategies. PubMed [base de datos en Internet]. *Gait & posture*; 2001, [fecha de acceso 18 de junio de 2021]. Disponible en [https://doi.org/10.1016/s0966-6362\(01\)00141-2](https://doi.org/10.1016/s0966-6362(01)00141-2)
  
35. Hart-Hughes, Stephanie, Latlief, Gail Phillips, Sam Groer, Shirley, Highsmith, M. A Review of Clinical Outcome Assessment Instruments for Gait, Balance, and Fall Risk in Persons With Lower Extremity Amputation. PubMed [base de datos en Internet]. *Topics in Geriatric Rehabilitation*; 8 de diciembre de 2011. fecha de acceso 18 de junio de 2021]. Disponible en [https://www.researchgate.net/publication/232154526\\_A\\_Review\\_of\\_Clinical\\_Outcome\\_Assessment\\_Instruments\\_for\\_Gait\\_Balance\\_and\\_Fall\\_Risk\\_in\\_Persons\\_With\\_Lower\\_Extremity\\_Amputation](https://www.researchgate.net/publication/232154526_A_Review_of_Clinical_Outcome_Assessment_Instruments_for_Gait_Balance_and_Fall_Risk_in_Persons_With_Lower_Extremity_Amputation)
  
36. Hunter, S. W., Batchelor, F., Hill, K. D., Hill, A. M., Mackintosh, S., & Payne, M. Risk Factors for Falls in People With a Lower Limb Amputation: A Systematic Review. PubMed [base de datos en Internet]. *PM & R: the journal of injury, function, and rehabilitation*; 2017. [fecha de acceso 18 de junio de 2021]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2016.07.531>