

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LAS AMÉRICAS**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**

**ESCUELA DE MEDICINA Y CIRUGÍA**



**TÍTULO**

“Análisis de las modalidades de ejercicio enfocados en la mejora de la claudicación intermitente, sus aportes en la calidad de vida y funcionalidad de personas con enfermedad vascular periférica, para la propuesta de una guía técnica de diseño de programas de ejercicio para la rehabilitación de pacientes atendidos en instituciones de salud costarricenses, durante el tercer cuatrimestre del 2022”

**Nombre de los sustentantes:**

José Alfredo Calderón Salazar

Ernesto Alonso Madriz Obando

**Tutor:**

Dr. Cristiam Moraga Rojas

**Año 2022**

**Modalidad de tesis para optar por el grado de Licenciatura en Medicina y Cirugía.**

## **I. Resumen**

**Objetivo:** La enfermedad vascular periférica comprende una serie de síntomas que afectan la calidad de vida de las personas en donde lo más común que se presente es la claudicación intermitente, por esta razón, es muy importante tener un conocimiento adecuado de la enfermedad y el manejo, como lo es las modalidades de ejercicio que pueden ayudar a mejorar la condición del paciente.

**Metodología:** La EVP comprende una serie de síntomas que se abordan en esta revisión bibliográfica en donde la CI es la manifestación más frecuente por lo que se realizó un abordaje en su fisiopatología y los beneficios que el ejercicio puede tener en estos pacientes.

**Conclusión:** Mediante una revisión bibliográfica detallada realizada en la investigación presente, en donde por medio de las diferentes plataformas o motores de búsqueda confiables y reconocidas académicamente, se demuestra que hay un importante beneficio en comprender más fondo la EVP y la integración de modalidades de ejercicio para la mejora de la claudicación

## Summary

**Objective:** Peripheral vascular disease comprises a series of symptoms that affect the quality of life of people where the most common thing that occurs is intermittent claudication, for this reason, it is very important to have adequate knowledge of the disease and management, such as exercise modalities that can help improve the patient's condition.

**Methodology:** PVD comprises a series of symptoms that are addressed in this literature review where IC is the most frequent manifestation, so an approach was made in its pathophysiology and the benefits that exercise can have in these patients.

**Conclusión:** Through a detailed literature review carried out in the present research, where through the different platforms or reliable and academically recognized search engines, it is demonstrated that there is an important benefit in understanding more depth the EVP and the integration of exercise modalities for the improvement of claudication.

## **II. Agradecimientos**

José:

Quisiera agradecer a mi tutor el Dr. Cristian Moraga Rojas por guiarnos en este trabajo con su experiencia y valiosos aportes, además agradecer a la Universidad Internacional de las Américas por las herramientas brindadas.

También un agradecimiento a mi familia y amigos por haberme acompañado y brindado su apoyo durante este proceso, un agradecimiento especial a mi familia, sobre todo mis padres y hermanas y también a mi novia e hija por ser una motivación para seguir adelante.

Ernesto:

Agradezco a mi familia por haberme brindado su apoyo durante todo este tiempo por confiar en mí y siempre motivarme a seguir adelante, ya que sin ellos nada de esto habría sido posible, agradezco a nuestro tutor por toda la ayuda brindada, un especial agradecimiento a mi compañero José, por todo lo que vivimos en este largo proceso, agradezco a mi novia por su ayuda cuando más la necesitaba y esa gran motivación extra por la que sigo adelante, mi hijo.

### **III. Dedicatoria**

La presente tesis está dedicada con mucho orgullo a nuestras familias, las cuales han sido la base de nuestra educación, no solo profesional, sino como seres humanos de bien, su apoyo incondicional y motivación a superarnos día a día, hacen que hoy recojamos los frutos de tanto esfuerzo.

Para ellos con mucho amor.

<b>IV. Tabla de contenidos</b>	
<b>I. Resumen</b>	2
<b>II. Agradecimientos</b>	4
<b>III. Dedicatoria</b>	5
<b>IV. Tabla de contenidos</b>	6
<b>V. Lista de tablas</b>	8
<b>VI. Lista de abreviaturas</b>	9
<b>CAPÍTULO I - INTRODUCCIÓN</b>	12
<b>1.1 Introducción</b>	13
<b>1.2 Planteamiento del problema</b>	15
<b>1.3 Objetivos</b>	16
<b>1.3.1 Objetivo General</b>	16
<b>1.3.2 Objetivos Específicos</b>	16
<b>1.4 Justificación</b>	17
<b>1.5 Antecedentes</b>	19
<b>1.5.1 Antecedentes históricos</b>	19
<b>1.5.2 Antecedentes internacionales</b>	19
<b>1.5.3 Antecedentes nacionales</b>	22
<b>CAPÍTULO II – MARCO TEÓRICO</b>	23
<b>2.1 Salud</b>	24
<b>2.2 Capacidad funcional</b>	24
<b>2.3 Enfermedad vascular periférica</b>	24
<b>2.3.1 Recuento anatómico</b>	24
<b>2.3.1.1 Corazón</b>	24
<b>2.3.1.2 Arterias de los miembros inferiores</b>	34
<b>2.3.2 Definición</b>	36
<b>2.3.3 Fisiopatología</b>	39
<b>2.3.3.1 Aterosclerosis</b>	39
<b>2.3.4 Sintomatología</b>	44

2.3.5 Diagnóstico	48
2.3.5.1 Relación índice tobillo-brazo (ITB)	48
2.3.5.2 Estudios de imagen.	54
2.4 Ejercicio.	55
2.4.1 Fisiología del ejercicio	58
2.5 Ejercicio y la Enfermedad Vascolar Periférica.	75
<b>CAPÍTULO III – MARCO METODOLÓGICO</b>	84
3.1 Enfoque	85
3.2. Tipo de investigación	85
3.3. Fuentes de Información	85
3.4. Criterios de búsqueda de la información	85
3.5. Criterios de inclusión y de exclusión.	86
3.6. Clasificación de la información según nivel de evidencia	87
3.7. Variables de la Investigación (cuadro de operacionalización de variables).	88
3.8. Descripción del procedimiento de recolección y análisis de datos.	89
3.9. Descripción de instrumentos y técnicas.	89
<b>CAPÍTULO IV - ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS</b>	91
4.1 Fisiopatología de la enfermedad vascular periférica y sus efectos en la salud del paciente.	92
4.2 Adaptaciones fisiológicas que genera el ejercicio en pacientes con claudicación intermitente y la mejora en su condición de salud.	95
4.3 Aportes que tiene el ejercicio en la calidad de vida y funcionalidad de personas con enfermedad vascular periférica abordados en las instituciones de salud.	104
4.4 Importancia de la propuesta de una guía técnica para el diseño de programas de ejercicio para la rehabilitación de pacientes atendidos en instituciones de salud costarricenses.	111
<b>CAPÍTULO V – CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	126
5.1 Conclusiones.	127
5.2 Recomendaciones.	130
<b>CAPÍTULO VI – REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	132

## **V. Lista de tablas**

<b>Tabla 1. Clasificación de las fases clínicas de Fontaine</b>	<b>49</b>
<b>Tabla 2. Clasificación de las fases clínicas según Rutherford</b>	<b>49</b>
<b>Tabla 3. Puntos de examen físico para la enfermedad vascular periférica</b>	<b>50</b>
<b>Tabla 4. Criterios diagnósticos para la enfermedad vascular periférica de las extremidades inferiores en las pruebas de tobillo y dedo del pie-brazo</b>	<b>52</b>
<b>Tabla 5. Pasos para realizar un índice de presión tobillo-brazo</b>	<b>54</b>
<b>Tabla 6. Beneficios de la actividad física por sistemas</b>	<b>61</b>
<b>Tabla 7. Músculo como órgano endocrino (mioquinas)</b>	<b>63</b>
<b>Tabla 8. Clasificación del estado nutricional de un sujeto no atleta en base a porcentaje de grasa, utilizando un método bicompartimental</b>	<b>75</b>
<b>Tabla 9. Valores según la OMS que se asocian con la normalidad y anormalidad nutricional.</b>	<b>75</b>
<b>Tabla 10. Pautas de terapia con ejercicios para pacientes con EVP en las extremidades inferiores</b>	<b>82</b>
<b>Tabla 11. Prescripción de ejercicio para el entrenamiento supervisado en cinta rodante en pacientes con claudicación intermitente.</b>	<b>87</b>
<b>Tabla 12. Criterios de búsqueda</b>	<b>92</b>
<b>Tabla 13. Criterios de inclusión y de exclusión para la selección de artículos</b>	<b>94</b>
<b>Tabla 14. Clasificación de la información según evidencia</b>	<b>95</b>
<b>Tabla 15. Variable de investigación</b>	<b>95</b>

## **VI. Lista de abreviaturas**

**EVP: enfermedad vascular periférica**

**OMS: organización mundial de la salud**

**AI: aurícula izquierda**

**AD: aurícula derecha**

**VI: ventrículo izquierdo**

**VD: ventrículo derecho**

**PA: potencial de acción**

**GC: gasto cardiaco**

**VS: volumen sistólico**

**VED: volumen de sangre en diástole**

**VES: volumen de sangre en sístole**

**CI: claudicación intermitente**

**ITB: índice tobillo-brazo**

**ERC: enfermedad renal crónica**

**IDPB: índice dedo gordo del pie-brazo**

**DMC: distancia máxima caminando**

**ECA: ensayo controlado aleatorio**

**TES: terapia de ejercicio supervisada**

**PCR: proteína c reactiva**

**ICAM: moléculas de adhesión intracelular**

**VCAM: moléculas de adhesión vascular**

**IL-6: interleucina 6**

**TNF-a: factor de necrosis tumoral alfa**

**CHM: complejo de histocompatibilidad mayor**

**ATC: angiografía por tomografía computarizada**

**ARM: angiografía por resonancia magnética**

**ED: ecografía Doppler**

**ASD: angiografía por sustracción digital**

**IMC: índice de masa corporal**

**RM: repetición máxima**

**RFM: repetición hasta fatiga muscular**

**ATP: adenosín trifosfato**

**ADP: adenosín difosfato**

**TIC: tiempo inicio de la claudicación**

**DIC: distancia de inicio de la claudicación**

**TCM: tiempo de caminata máxima**

**PC-6M: prueba de caminata de 6 minutos**

**Th: células T helper**

**VEGF-A: factor de crecimiento endotelial vascular**

**NO: óxido nítrico**

**PC: prueba de caminata**

**VMF: vasodilatación mediada por flujo**

**CD: células cluster designation**

**CMCR: caminata medida en cinta rodante**

**TR: terapia de resistencia**

**PSNE: profesionales en salud no especialistas**

**NAV: nódulo atrioventricular**

## **CAPÍTULO I - INTRODUCCIÓN**

## **1.1 Introducción**

En la siguiente investigación, se realizará el abordaje sobre una enfermedad que afecta las arterias, sobre todo las arterias de miembros inferiores, conocida como la enfermedad vascular periférica (EVP), una patología cada vez más frecuente, en la que si no se toman las medidas pertinentes puede generar un gran deterioro en la calidad de vida de quienes la padecen, por lo tanto, es muy importante comprender la fisiopatología para brindar la mejor opción terapéutica, principalmente de la mano de una serie de ejercicios que se documentará y se explicarán de manera que se exponga por qué son parte fundamental del tratamiento de esta enfermedad, buscando otorgar la mejor calidad de vida posible para aquel que la padece.

Para entender cómo el paciente se beneficia al realizar actividad física, se explicará de manera detallada las adaptaciones que ocurren a nivel fisiológico, entendiendo así, en qué ámbitos y actividades de la vida diaria estos se van a ver favorecidos y cuales se pueden reforzar, siempre en pro del bienestar del tratando.

Por otra parte, se abordará el ejercicio de una manera detallada e integral en donde definirán conceptos básicos para entender de una mejor manera los beneficios que la actividad física conlleva, así como también, un detallado abordaje de los diferentes tipos de ejercicio que son empleados en personas con EVP y claudicación intermitente, teniendo en cuenta que se realizó una revisión bibliográfica y donde se discutirán los resultados de cuáles métodos son los más apropiados y mostrando las adaptaciones del ejercicio en la calidad de vida de personas que presentan esta enfermedad

Ante la ausencia de una guía técnica estipulada, se realizarán una serie de recomendaciones, las cuales podrán servir como punto de partida, tanto para los

profesionales, como para los pacientes a la hora de iniciar un manejo con actividad física temprano y apropiado, en la que los beneficios sean los máximos posibles.

## 1.2 Planteamiento del problema

La media de edad de la población a nivel mundial está incrementando, esto debido a una baja natalidad y que, gracias a los avances médicos, se está observando un aumento en la esperanza de vida, lo que conlleva a que con el pasar de los años ciertas condiciones se identifiquen con una mayor frecuencia, como los son la hipertensión, los desórdenes metabólicos, entre ellos diabetes y dislipidemias.

Estos factores, a su vez, son predisponentes para una serie de patologías, donde cabe mencionar la enfermedad arterial periférica, la cual se caracteriza por afectar la circulación sanguínea de los miembros inferiores principalmente, generando sintomatología que puede resultar incapacitante para aquellos que la padecen.

La claudicación intermitente es uno de los síntomas más importantes de la patología, se caracteriza como un dolor agudo en los músculos de las piernas al realizar ejercicio, debido a esto se considera de suma importancia abordar esta condición, para que el individuo pueda mantener una funcionalidad idónea y prolongar un estado de independencia.

Por tanto, se considera pertinente plantear la siguiente pregunta: **¿Cuáles modalidades de ejercicio brindan aporte beneficioso en la calidad de vida y funcionalidad de los pacientes que presentan claudicación intermitente debido a la enfermedad arterial periférica?**

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo General**

Analizar las modalidades de ejercicio enfocados en la mejora de la claudicación intermitente, sus aportes en la calidad de vida y funcionalidad de personas con enfermedad vascular periférica para la propuesta de una guía técnica de diseño de programas de ejercicio para la rehabilitación de pacientes atendidos en instituciones de salud costarricenses, durante el tercer cuatrimestre del 2022

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Señalar la fisiopatología de la enfermedad vascular periférica y sus efectos en la salud del paciente.
- Identificar las adaptaciones fisiológicas que genera el ejercicio en pacientes con claudicación intermitente y la mejora en su condición de salud.
- Determinar los aportes que tiene el ejercicio en la calidad de vida y funcionalidad de personas con enfermedad vascular periférica abordados en las instituciones de salud.
- Proponer una guía técnica para el diseño de programas de ejercicio para la rehabilitación de pacientes atendidos en instituciones de salud costarricenses.

## 1.4 Justificación

La siguiente revisión bibliográfica está basada en una enfermedad que afecta a una gran cantidad de personas, la cual quizás no tiene la importancia debida o no es muy conocida, no solo por individuos ajenos al ámbito de salud, sino que también, por los profesionales en salud, quienes no se han percatado sobre las repercusiones que puede tener la enfermedad vascular periférica (EVP). Este padecimiento está estrechamente relacionado con patologías crónicas y muy comunes y frecuentes en la población en general, sobre todo personas adultas mayores y que a su vez, puede generar complicaciones muy graves, como por ejemplo un infarto agudo al miocardio o enfermedad cerebral isquémica.

Harwood et al.<sup>1</sup> nos indican que la EVP afecta alrededor de 200 millones de personas a nivel mundial y que tiene una prevalencia en adultos mayores de 50 años de un 13%, también que la mayoría tienen factores de riesgo como lo son el tabaquismo, la diabetes y la dislipidemia. Además, menciona que el síntoma clásico es la claudicación intermitente.

Por otra parte, Jansen et al.<sup>2</sup> mencionan que aproximadamente 202 millones de personas alrededor del mundo presentan esta condición de EVP en las extremidades inferiores y que la incidencia aumenta con la edad, en donde se presenta particularmente después de los 40 años, afectando un 5.41% a hombres y un 5.28% a mujeres entre la edad de 45 a 49 años. También indican que la prevalencia aumenta considerablemente en la edad entre 85 a 89 con un 18.83% en hombres y un 18.38% en mujeres.

También Makowski et al.<sup>3</sup> indican que la incidencia a nivel mundial ha seguido aumentando y que solamente en Europa, la EVP afecta a más de 40.5 millones de personas y que específicamente en Alemania, la cantidad de personas con claudicación intermitente que se descubren es de 270, 000 pacientes por año que corresponde un 56% de casos con EVP anuales.

En los Estados Unidos, según McDermott<sup>4</sup> la EVP afecta aproximadamente a más de 8.5 millones de personas y también mencionan que afecta a más de 200 millones de

habitantes a nivel mundial y resaltan que si bien es cierto la mayoría de personas no van a desarrollar una isquemia crítica en las extremidades, los individuos que presenten EVP tienen un mayor deterioro funcional, y con una pérdida de movilidad más rápida que personas que no presenten este padecimiento y que además, va a representar un incremento de hospitalizaciones y la necesidad de cuidados de enfermería en casa.

En Costa Rica, según Quirós et al.<sup>5</sup> la EVP afecta al 8.3% de los habitantes que tengan una edad mayor de 60 años, en donde también resalta una mortalidad de 11 por cada 10 000 costarricenses y en donde estos números son muy similares con países que son considerados como desarrollados.

Como se ha mencionado anteriormente, la EVP representa un tema muy importante para la salud pública de cualquier país y Costa Rica no escapa de esta realidad ya que presenta un aumento en la morbilidad y mortalidad cardiovascular, en donde radica la importancia de su abordaje y de que los profesionales de salud puedan reconocer de la manera más adecuada su diagnóstico y así mejorar no solo la carga social que representa sino que también y sobre todo lo más importante, mejorar la calidad de vida de estos pacientes y reducir las complicaciones que la EVP genera.

## **1.5 Antecedentes**

### **1.5.1 Antecedentes históricos**

Tanto la enfermedad arterial periférica, como su principal síntoma, la claudicación intermitente, han sido foco de estudio a lo largo de los años, en el año 1953, se documentó un artículo escrito por Kinmonth J<sup>6</sup>, donde mencionó la terapia física como alternativa de tratamiento para mejorar la clínica del paciente con claudicación.

En 1969 Walder D<sup>7</sup>, propuso una hipótesis en la que la irrigación de los músculos de las piernas se ve disminuida, esto debido a una alteración en las presiones arteriales de los miembros inferiores, motivo por el cual no puede darse el aporte de oxígeno necesario para realizar actividad física.

Vaughan Ruckley C<sup>8</sup>, en su artículo de 1986 realizó una revisión bibliográfica, donde documentó que 18 de cada 20 pacientes reciben una mejora circunstancial en sus síntomas, logrando mantenerse durante una mayor cantidad de tiempo realizando la actividad física, incluso llegando a triplicar la distancia y rendimiento.

En 1998 Tisi P, et al.<sup>9</sup> realizaron una revisión bibliográfica en la cual se buscaba evidenciar si los cambios inflamatorios provocados por la actividad física predisponen la aterosclerosis, sin embargo, los hallazgos realizados por los autores demostraron que en realidad el ejercicio disminuye la respuesta inflamatoria, lo que da un aporte beneficioso a la salud y síntomas del paciente claudicante.

### **1.5.2 Antecedentes internacionales**

Harwood, et al.<sup>1</sup> realizaron un resumen mediante la revisión de guías relacionadas con los planes de ejercicio como método de tratamiento contra la claudicación intermitente, donde concluyeron que estos planes son una alternativa segura, de bajo costo y que favorecen de manera positiva el rendimiento físico de los pacientes, siendo a su vez, la marcha, el modo de ejercicio más importante, realizando mínimo 30 minutos, tres veces por semana, durante al menos tres meses.

En Alemania Rümenapf G, et al.<sup>10</sup> realizaron una revisión bibliográfica exhaustiva relacionada con las distintas intervenciones para tratar al paciente con EAP, principalmente si presentan claudicación intermitente, donde se evidenció que la revascularización, seguida de un buen plan de ejercicios controlados, es la técnica más eficaz en cuanto a la mejora de los síntomas se refiere.

Hageman, et al.<sup>11</sup> efectuaron una revisión de ensayos controlados aleatorios en los que se documentaba los efectos de los programas de terapia de ejercicio supervisada y los compararon con la terapia estructurada de ejercicios en el hogar y a quienes solo se les brindó consejos para realizar la marcha, donde según su estudio, el beneficio mayor se encontró cuando se emplea un programa de terapia de ejercicio supervisada, frente a las otras dos alternativas, mismas que no evidenciaron diferencia significativa una con la otra en los resultados.

Spannbauer A, et al.<sup>12</sup> realizaron un artículo de revisión en la cual exponen distintas técnicas de tratamiento contra la claudicación intermitente, además de la importancia de que el abordaje brindado a los pacientes sea individualizado según su condición, además multidisciplinario, con el fin de lograr así el mayor beneficio posible.

Mediante la revisión de ensayos aleatorios controlados, Lane R, et al.<sup>13</sup> exponen si el ejercicio es efectivo tanto para observar un alivio de los síntomas, mejorar el rendimiento

físico, así como determinar si influyen en la prevención del deterioro ocasionado por la claudicación intermitente, sin embargo, concluyen que ejercicio aporta beneficios a la calidad de vida, mas no, en las complicaciones consiguientes de la patología.

McDermott M<sup>14</sup>, realizó un resumen de los resultados del metaanálisis expuesto en Crawford Critical Issues Symposium, donde se demostró que los pacientes sometidos a planes de ejercicio controlado lograron un mayor rendimiento con respecto a los que no practican actividad física, en cuanto al ejercicio en el hogar también brinda un aporte beneficioso al paciente.

En la revisión hecha por Jansen S, et al.<sup>2</sup> evaluaron ejercicios alternativos a la marcha, como tratamiento para la claudicación intermitente, sus hallazgos no evidenciaron una diferencia marcada entre ambos, por lo que determinaron que pueden ser una opción cuando un plan de caminata controlada no puede llevarse a cabo.

Sierke M, et al.<sup>15</sup> realizaron un estudio cualitativo, donde evaluaron los resultados de 10 paciente que fueron sometidos a un programa de ejercicios, el cual utilizó distintas fuentes de motivación para el paciente, como lo fue el apoyo social, superar sus propios límites, el uso de podómetros para medir su actividad diaria, los resultados indicaron que a los pacientes les fue más sencillo cumplir con los ejercicios, a pesar de estos hallazgos favorables, al terminar el programa se evidenció dificultad para continuar con los planes.

Rodrigues E, et al.<sup>16</sup> realizaron una revisión, la cual se enfocó en la terapia de ejercicio supervisada para tratar la claudicación intermitente y su impacto a nivel fisiológico, de rendimiento y en la calidad de vida, lo resultados denotaron una mejora en la distancia recorrida posterior al tratamiento, lo que conlleva a una mejora de calidad de vida, además se destacó que a pesar de sus beneficios sigue siendo una herramienta muy poco utilizada.

### **1.5.3 Antecedentes nacionales**

En la búsqueda de antecedentes a nivel nacional, se encontraron dos estudios relacionados al tema en investigación, el primero de ellos se realizó en el año 2011, donde De la Paz et al.<sup>17</sup> realizaron una revisión bibliográfica relacionando el ejercicio físico y la claudicación intermitente, en la cual concluyeron que los programas de ejercicio en ambientes controlados, beneficiaron al paciente de manera positiva, mejorando la sintomatología y disminuyendo la necesidad de realizar algún otro tipo de intervención.

El segundo de ellos, realizado en 2016 por Quirós et al.<sup>18</sup>, quienes realizaron una revisión sistemática sobre la enfermedad arterial periférica, dando énfasis a los beneficios proporcionados al realizar actividad física, dando como resultado que la marcha es el ejercicio que más aporta beneficios a la calidad de vida, además de ser el más económico, ambos estudios coinciden en que la frecuencia mínima que se debe realizar es de, al menos, tres días a la semana con una duración mayor a los 30 minutos.

## **CAPÍTULO II – MARCO TEÓRICO**

## **2.1 Salud**

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS)<sup>19</sup>, la salud es un estado completo de bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades en donde representa un derecho fundamental de todo ser humano sin distinción de raza, religión, ideología política o condición económica o social. El derecho a la salud está estrechamente relacionado con otros derechos humanos, como lo son el derecho a la educación, alimentación, la vivienda, la no discriminación, entre otros.

## **2.2 Capacidad funcional**

La capacidad funcional es la relación que se produce entre el individuo y el entorno en el que vive, y cómo interactúan. Asimismo, se asocia a la salud y al valor de las actividades que nos permiten ser y hacer. Por otro lado, tenemos la definición de la capacidad intrínseca, es la combinación de todas las capacidades físicas y mentales que un individuo puede utilizar en un determinado momento. Se vincula directamente con el concepto de independencia<sup>19</sup>.

## **2.3 Enfermedad vascular periférica**

### **2.3.1 Recuento anatómico**

#### **2.3.1.1 Corazón**

Según Marín et al<sup>20</sup>, describe que el corazón es un órgano en movimiento permanente, con latidos periódicos de una frecuencia aproximada de 60-100 latidos por segundo, estos latidos corresponden a fases de llenado y expulsión de sangre de las cavidades cardiacas, llamadas respectivamente diástole y sístole. El comportamiento dinámico del corazón es estudiado por el registro de su actividad eléctrica, representada por la señal

electrocardiográfica, por la medición de parámetros mecánicos o por la observación de imágenes angiográficas.

En el hombre, como en todos los mamíferos, el corazón ocupa la parte media de la cavidad torácica, situado entre los dos pulmones; encima del diafragma, que lo aísla de las vísceras abdominales, delante de la columna vertebral (4a, 5a, 6a, 7a y 8 a vértebras dorsales), encontrándose separado de ésta por la presencia de la aorta y el esófago, ubicándose por detrás del esternón y posterior a los cartílagos costales, que lo protegen a manera de escudo. De esta manera forma una parte importante de este tabique, dispuesto en sentido sagital, que separa los dos pulmones y se denomina mediastino<sup>20</sup>.

Además, Jarvis S, Saman S<sup>21</sup>, mencionan que el corazón es el órgano clave del sistema cardiovascular, el sistema de transporte del cuerpo para la sangre. Un músculo que se contrae rítmica y autónomamente, trabaja en conjunto con una extensa red de vasos sanguíneos que recorren todo el cuerpo. Básicamente, el corazón es una bomba que asegura la circulación continua de la sangre en el cuerpo.

El corazón pesa alrededor de 350 g y es aproximadamente del tamaño del puño de un adulto. Está encerrado en la cavidad mediastínica del tórax entre los pulmones, y se extiende hacia abajo a la izquierda entre el segundo y quinto espacio intercostal. Si se dibuja una línea imaginaria desde el centro de la clavícula izquierda hasta debajo del pezón, aquí es donde se puede sentir la parte más fuerte del corazón, el latido del ápice. El corazón tiene una capa muscular media, el miocardio, formado por células musculares cardíacas, y un revestimiento interno llamado endocardio. El interior del corazón (cavidad cardíaca) se divide en cuatro cámaras, dos aurículas y dos ventrículos, separadas por válvulas cardíacas que regulan el paso de la sangre.

El corazón está encerrado en un saco, el pericardio, que lo protege y evita que se expanda demasiado, anclándolo dentro del tórax, está unido al diafragma y a la superficie interna del esternón, y está formado por:

- El pericardio fibroso, compuesto por una capa suelta pero densa de tejido conectivo.
- El pericardio seroso o epicardio, compuesto por las capas parietal y visceral.
- Una película de líquido seroso entre el pericardio fibroso y seroso que les permite deslizarse suavemente uno contra el otro<sup>21</sup>.

También Marín et al<sup>20</sup>, dice que el corazón se halla mantenido en esta posición por su continuidad con los grandes vasos que de él llegan: la aorta y sus ramas principales, que se dirigen hacia el cuello y los miembros superiores; el sistema de circulación pulmonar, que conecta al corazón con los pulmones y las venas cavas, encontrándose el corazón en una posición cercana al centro frénico por acción de la vena cava inferior. Asimismo, el pericardio también cumple un papel de fijador mediante sus inserciones diafragmáticas, vertebrales, esternales, y aponeuróticas, por una parte, y sus pliegues sobre los grandes vasos, por otra; constituyendo el elemento más importante de fijación cardíaca.

Sin embargo, el corazón es libre en el saco pericárdico, salvo a nivel de los puntos de inserción de la serosa, se desplaza, dentro de ciertos límites, con relativa facilidad inmerso en un líquido que lo lubrica. Se desplaza de arriba abajo por la influencia de los movimientos del diafragma, de izquierda a derecha o de atrás hacia adelante. Igualmente, el corazón puede desplazarse en masa con su aparato de suspensión, es decir, con el tabique mediastínico, por una causa patológica.

La orientación del corazón es la siguiente: su base está dirigida hacia arriba, a la derecha y hacia atrás; su vértice se encuentra dirigido hacia la izquierda, en dirección anterior e inferior, su eje mayor, constituido por la línea que se ubica desde la zona media del corazón

hasta su punta, ofrece una triple oblicuidad: está inclinado a la vez de arriba abajo, de derecha a izquierda y de atrás a adelante. La inclinación sobre el plano medio es muy acentuada y cabe decir con razón que el eje cardíaco se aproxima más a la horizontal que a la vertical; el ángulo que forma con el plano horizontal mide, por término medio, 40°. Conjuntamente, el corazón experimenta, sobre todo en su porción ventricular, una torsión sobre su eje, además el borde derecho del órgano es más anterior que el izquierdo, el ventrículo derecho, más superficial que el ventrículo izquierdo<sup>20</sup>.

El corazón es el agente principal en la circulación de la sangre, el cual consiste en un músculo hueco situado en el tórax que tiene función de bomba, que recibe y eyecta en un ciclo, en el cual introduce sangre a sus cavidades desde las venas y la eyecta por las arterias para garantizar la irrigación de todo el cuerpo. Está envuelto en un saco serofibroso llamado pericardio, las fibras musculares del corazón son estriadas de movimiento involuntario. Es así como el corazón se puede observar en dos mitades, las cuales se encuentran constituidas de forma similar pero no idéntica: mitad derecha, en la que circula la sangre venosa, y la mitad izquierda donde circula la sangre arterial. Cada una de estas mitades se subdivide a su vez en otras dos, situadas una encima de otra: la cavidad superior, llamada aurícula, la cual se caracteriza por la delgadez de sus paredes, y la cavidad inferior, de paredes más gruesas y resistentes que lleva el nombre de ventrículo. Cada aurícula se comunica con el ventrículo correspondiente por medio de una válvula auriculoventricular<sup>20</sup>.

La parte superior del corazón está conectada al resto del aparato circulatorio a través de vasos que conducen sangre hacia el corazón y conducen sangre del corazón al cuerpo. La aorta es la arteria principal que conduce la sangre oxigenada desde el ventrículo izquierdo a otras partes del cuerpo, el segundo vaso en importancia es la arteria pulmonar que conduce la sangre para su oxigenación desde el ventrículo derecho a los pulmones<sup>20</sup>.

El ventrículo izquierdo ocupa la mayor parte del lado izquierdo del corazón y es el encargado de bombear la sangre a todo el cuerpo a una presión ocho veces mayor que la

ejercida por el ventrículo derecho, el cual únicamente bombea sangre a los pulmones. Por esta razón, el ventrículo izquierdo es la cavidad que realiza un esfuerzo mayor y la evaluación de su funcionamiento es muy importante. Con relación al ventrículo derecho, el ventrículo izquierdo posee su eje longitudinal más largo, ocupa en la cara diafragmática una porción mayor y el espesor medio de sus paredes es tres veces mayor<sup>20</sup>.

Además, Jarvis S, Saman S<sup>21</sup> menciona que las aurículas reciben sangre que regresa al corazón, mientras que los ventrículos reciben sangre de las aurículas, a través de las válvulas auriculoventriculares, y la bombean a los pulmones y al resto del cuerpo. La aurícula izquierda (AI) y el ventrículo izquierdo (VI) están separados de las aurículas derecha (AD) y el ventrículo derecho (VD) por una banda de tejido llamada tabique. La AD recibe sangre desoxigenada de la cabeza y el cuello y del resto del cuerpo a través de la vena cava superior e inferior, respectivamente. El VD luego bombea sangre a los pulmones (a través del tronco pulmonar, que se divide en las arterias pulmonares derecha e izquierda), donde se oxigena. La sangre oxigenada regresa al LA a través de las venas pulmonares y pasa al VI a través de las válvulas cardíacas. Desde el VI, se administra a todo el cuerpo a través de la aorta. El VD no necesita una gran cantidad de fuerza para bombear sangre a los pulmones, en comparación con el VI, que tiene que bombear sangre al resto del cuerpo. El VI tiene una pared más gruesa y su cavidad es circular, mientras que la cavidad del VD tiene forma de medialuna con una pared más delgada.

Cuando funcionan correctamente, las válvulas cardíacas aseguran un sistema unidireccional de flujo sanguíneo. Tienen proyecciones (cúspides) sostenidas en su lugar por tendones fuertes (cuerdas tendinosas) unidas a las paredes internas del corazón por pequeños músculos papilares. La AD y la VD están separadas por la válvula tricúspide, que tiene tres valvas. La válvula tricúspide permite que la sangre desoxigenada pase de la AD al VD. Desde el VD, la sangre pasa a través de la válvula pulmonar (situada entre el VD y la arteria pulmonar), permitiendo que la sangre desoxigenada ingrese a los pulmones. En el lado izquierdo del corazón, la sangre oxigenada de los pulmones ingresa al AI desde la vena pulmonar. La AI está separada del VI por la válvula mitral (también llamada válvula

bicúspide, ya que tiene dos valvas y la sangre fluye a través de esta válvula hacia el VI). Luego pasa a través de la válvula aórtica hacia la aorta, que transporta sangre oxigenada por todo el cuerpo<sup>21</sup>.

El corazón en sí requiere un suministro de sangre ricamente oxigenada para apoyar su actividad. Esto se administra a través de las arterias coronarias derecha e izquierda, que se encuentran en el epicardio y penetran en el miocardio con ramas más profundas para suministrar esta capa altamente activa de músculo. Las arterias coronarias derecha e izquierda surgen de aberturas vasculares en la base de la aorta, llamadas ostios coronarios. La arteria coronaria izquierda corre hacia el lado izquierdo del corazón, dividiéndose en la arteria descendente anterior izquierda y la arteria circunfleja izquierda. La arteria coronaria derecha corre por el lado derecho del corazón dividiéndose en la arteria marginal (parte lateral del lado derecho del corazón) y la arteria descendente posterior (que irriga la parte posterior del corazón)<sup>21</sup>.

Las arterias coronarias proporcionan un suministro intermitente de sangre al corazón, predominantemente cuando el corazón está relajado (durante la diástole), ya que la entrada a las arterias coronarias está abierta en ese punto del ciclo cardíaco. El sistema de drenaje venoso del corazón utiliza las venas coronarias, que siguen un curso similar al de las arterias coronarias. El seno coronario es una colección de venas coronarias (venas pequeñas, medianas, grandes y oblicuas, vena marginal izquierda y ventricular posterior izquierda) que drenan en la cara posterior del corazón. Dos tercios de la sangre venosa cardíaca se devuelve al corazón a través del seno coronario, mientras que un tercio se devuelve directamente al corazón (con las venas cardíacas anteriores que se abren directamente en la AR y las venas coronarias más pequeñas en las cuatro cámaras)<sup>21</sup>.

Por otro lado, Marin et al<sup>20</sup>, describe que el movimiento cardíaco es producido por la activación de las fibras musculares, por la acción de una señal eléctrica, esta señal es propagada por el sistema de conducción, el cual está constituido por fibras de inervación

adaptadas a la fisiología del corazón. Los billones de células musculares que componen el músculo cardíaco son capaces de generar corrientes eléctricas y potenciales que están en función de diferencias de concentración iónicas a través de sus membranas. Estas células son capaces de generar un cambio brusco en la diferencia de potencial eléctrico entre sus membranas conocido como un potencial de acción (PA), además pueden propagar a las células vecinas la señal para generar un PA de tal manera de producir una onda de movimiento y pueden contraerse mecánicamente si se incrementan sus concentraciones del ion de calcio. De esta manera, el músculo cardíaco cíclicamente se expande y se contrae bombeando sangre a distintas partes del cuerpo.

Luego la estimulación eléctrica se produce primero en las aurículas, propagándose luego a los ventrículos; la fuerza y la velocidad de contracción de los músculos cardíacos son variables, y están afectados por características tales como la longitud de las fibras y la intensidad del estímulo eléctrico. Normalmente, las cavidades del corazón laten en secuencias, en la cual la contracción de las aurículas (sístole auricular), precede por milésimas de segundo la contracción en los ventrículos (sístole ventricular), y durante la diástole se produce el paso de sangre acumulada hacia los ventrículos. El ventrículo izquierdo presenta cinco tipos de movimientos durante la fase sistólica:

- 1) traslación
- 2) rotación
- 3) torsión
- 4) movimiento de acordeón
- 5) movimiento del endocardio hacia el interior de la cavidad ventricular.

Estos componentes no son uniformes sobre toda la cavidad ventricular izquierda<sup>20</sup>.

Durante la sístole se observa a su vez que el plano mitral se dirige hacia el ápex, recorriendo una distancia de 1-2 cm de manera fisiológica. Sin embargo, el ápex escasamente se mueve hacia la base del corazón. El movimiento predominante es el que realiza el endocardio hacia la zona más interna del ventrículo, dominando en ambos ventrículos, seguido del movimiento de acordeón, y el análisis del mismo permite a los clínicos interpretar el movimiento cardiaco como un todo. Los otros tres movimientos son de menor importancia si el músculo cardíaco es normal, los componentes principales del movimiento del LV pueden ser rutinariamente evaluados a nivel clínico, utilizando técnicas de estimación de contractilidad segmentaria sobre imágenes de angiografía por rayos X<sup>20</sup>.

Durante la contracción ventricular, otros tipos de movimientos pueden manifestarse debido generalmente a movimientos voluntarios del paciente, movimientos del diafragma debido a la respiración o por modificación del eje anatómico del corazón. Adicionalmente, la presencia de sangre residual en los ventrículos al final de la sístole ocasiona la rápida pérdida de tensión de las fibras miocárdicas durante el acortamiento, los cambios en la longitud de la fibra en las capas interna y externa del músculo y el gasto de energía requerido para evacuar completamente la cámara, lo cual evidentemente modifica la normalidad de la dinámica cardíaca<sup>20</sup>.

Según Jarvis S, Saman S<sup>21</sup>, las cámaras del corazón se contraen y relajan de manera coordinada. La fase de contracción se conoce como "sístole" y la fase de relajación, cuando el corazón se llena de nuevo, como "diástole". La AD y el AI se sincronizan durante la sístole auricular y la diástole, mientras que el VD y el VI se sincronizan durante la sístole y la diástole ventriculares. Un ciclo completo de estos eventos se conoce como el ciclo cardíaco. Durante el ciclo cardíaco, la presión en las cámaras cardíacas aumenta o disminuye, afectando la apertura o cierre de la válvula, regulando así el flujo sanguíneo entre las cámaras. Las presiones en el lado izquierdo del corazón son alrededor de cinco veces más altas que en el lado derecho, pero se bombea el mismo volumen de sangre por latido cardíaco. El ciclo cardíaco se puede dividir en una secuencia de eventos basada en el principio de que cualquier

flujo sanguíneo a través de las cámaras depende de los cambios de presión, ya que la sangre siempre fluirá de un área de alta presión a un área de baja presión.

El gasto cardíaco (GC) es la cantidad de sangre bombeada por el corazón en un minuto. El GC se puede calcular utilizando una ecuación simple: el volumen sistólico (VS), el volumen de sangre bombeado por los ventrículos con cada latido cardíaco, multiplicado por la frecuencia cardíaca. Primero, uno necesita calcular el SV – la diferencia entre el VSD (el volumen de sangre que queda en los ventrículos durante la diástole) y el VES (el volumen de sangre 120 ml y el VES es de 50 ml, el SV será:

- $120 \text{ ml (VSD)} - 50 \text{ ml (VES)} = 70 \text{ ml/latido (VS)}$  Una vez que se ha determinado el VS, se puede calcular el GC.

- Si el VS es de 70 ml y la frecuencia cardíaca es de 70 lpm, el GC será:  $70 \text{ ml (SV)} \times 70 \text{ lpm (frecuencia cardíaca)} = 4,900 \text{ ml / min (GC)}^{21}$ .

Jarvis S, Saman S<sup>21</sup> mencionan en su estudio que el GC puede variar; Por ejemplo, aumentará en respuesta a demandas metabólicas como el ejercicio o el embarazo. En estados patológicos como la insuficiencia cardíaca, el GC puede no ser suficiente para apoyar las actividades simples de la vida diaria o para aumentar en respuesta a demandas como el ejercicio leve a moderado.

El músculo cardíaco tiene la capacidad de sufrir despolarización (cambio en la excitación de una célula), lo que conduce a una contracción de las células musculares. En el corazón, los cambios eléctricos necesarios para generar un impulso cardíaco están regulados por su propio sistema de conducción, que comienza con una secuencia de excitación en un área especializada de células cardíacas, el nódulo sinoauricular (SAN), situado en la aurícula derecha. Este es el marcapasos natural del corazón. Cuando funciona correctamente, establece el ritmo cardíaco (ritmo sinusal) e inicia impulsos que actúan sobre el miocardio, estimulando la contracción cardíaca. El impulso cardíaco pasa del SAN a las aurículas, que

comienzan a contraerse, y el impulso se transmite a otra masa de células especializadas, el nódulo auriculoventricular (NAV)<sup>21</sup>.

La NAV está situada en el tabique interauricular, una banda de tejido entre la AD y la AI que proporciona una vía de conducción entre las aurículas y los ventrículos. Hay un ligero retraso (de 0,1 segundos) del impulso en el NAV porque las fibras del NAV son más pequeñas, lo que le da tiempo a las aurículas para contraerse y vaciarse en los ventrículos antes de que ocurra la contracción ventricular<sup>21</sup>.

El impulso luego viaja hacia abajo en un gran haz de tejido especializado, el haz de His, que lo conduce por los ventrículos. El haz suyo posteriormente se divide en los haces derecho e izquierdo en el tabique interventricular. Las fibras de Purkinje luego continúan hasta el aspecto inferior del corazón, antes de girar hacia arriba y viajar en los aspectos laterales del VD y el VI<sup>21</sup>.

Las cámaras del corazón se contraen y relajan de manera coordinada. La fase de contracción se conoce como "sístole" y la fase de relajación, cuando el corazón se llena de nuevo, como "diástole". La AD y el AI se sincronizan durante la sístole auricular y la diástole, mientras que el VD y el VI se sincronizan durante la sístole y la diástole ventriculares. Un ciclo completo de estos eventos se conoce como el ciclo cardíaco<sup>21</sup>.

Durante el ciclo cardíaco, la presión en las cámaras cardíacas aumenta o disminuye, afectando la apertura o cierre de la válvula, regulando así el flujo sanguíneo entre las cámaras. Las presiones en el lado izquierdo del corazón son alrededor de cinco veces más altas que en el lado derecho, pero se bombea el mismo volumen de sangre por latido cardíaco. El ciclo cardíaco se puede dividir en una secuencia de eventos basada en el principio de que cualquier flujo sanguíneo a través de las cámaras depende de los cambios de presión, ya que la sangre siempre fluirá de un área de alta presión a un área de baja presión<sup>21</sup>.

En esta parte del ciclo cardíaco, la presión en el corazón es baja y la sangre de la circulación llena pasivamente las aurículas en ambos lados. Esto culmina en la apertura de las válvulas auriculoventriculares y la sangre que se mueve hacia los ventrículos. Alrededor del 70% del llenado ventricular ocurre durante esta fase. Después de la despolarización de las aurículas (onda P en un electrocardiograma [ECG]), las aurículas se contraen comprimiendo la sangre en las cámaras auriculares y empujan la sangre residual hacia los ventrículos.

### **2.3.1.2 Arterias de los miembros inferiores**

Según menciona Kumar et al<sup>22</sup>, las extremidades inferiores son una parte integral del cuerpo humano con la función principal de proporcionar movilidad. El sistema arterial suministra sangre a los músculos y huesos de las extremidades inferiores. El conocimiento sobre la anatomía y las diversas modalidades de imagen disponibles es importante para identificar diversas afecciones de enfermedades y su manejo.

Las arterias de las extremidades inferiores comienzan desde los orígenes de la arteria ilíaca común a partir de la trifurcación de la aorta abdominal en las ilíacas comunes y la arteria sacra mediana, hacia la parte anterior e izquierda del cuarto cuerpo vertebral lumbar. Las arterias ilíacas comunes se bifurcan en arterias ilíacas internas y externas. La arteria ilíaca externa continúa en las extremidades inferiores como arteria femoral común. La arteria por encima del ligamento inguinal se conoce como arteria ilíaca externa y por debajo está la arteria femoral común. La arteria femoral común da pequeñas ramas, la arteria epigástrica superficial, la arteria pudenda externa y la arteria circunfleja superficial antes de su bifurcación. La arteria femoral común se bifurca en arteria femoral superficial y profunda. La femoral profunda da lugar a arterias femorales circunflejas mediales y laterales y ramas perforantes en el músculo del muslo<sup>22</sup>.

La arteria femoral superficial continúa a lo largo del lado medial del muslo a través del canal aductor también conocido como canal de Hunter. La arteria femoral superficial sale del canal aductor, cursos posteriores al extremo inferior del fémur donde se conoce como arteria poplítea después de que existe el hiato aductor en la región de la fosa poplítea. La arteria femoral superficial emite la rama genicular descendente antes de existir el hiato aductor que da suministro a la rodilla y también puede anastomosarse con otras ramas de la arteria poplítea<sup>22</sup>.

La arteria poplítea proporciona ricas garantías a la articulación de la rodilla en forma de arterias geniculadas superior e inferior a ambos lados de la articulación, aparte de la rama genicular media y las ramas musculares. Para fines intervencionistas, la arteria poplítea se divide en tres segmentos de la siguiente manera: segmento P1, desde la fosa intercondilar hasta el borde proximal de la rótula. Segmento P2, desde la parte proximal de la rótula hasta el centro de la articulación de la rodilla. Segmento P3 (arteria poplítea debajo de la rodilla), desde el centro del espacio articular de la rodilla hasta el origen de la arteria tibial anterior<sup>22</sup>.

La arteria poplítea se bifurca en la arteria tibial anterior y el tronco tibioperoneo aproximadamente a nivel de la articulación tibiofibular proximal. La arteria tibial anterior se extiende a lo largo del compartimiento lateral de la pierna después de perforar la membrana interósea cerca de la tibia y corre a lo largo de la superficie anterior de la membrana interósea. La arteria tibial anterior continúa en el pie como arteria dorsal del pie. A nivel del maléolo, la arteria se encuentra lateral al tendón del extensor largo que sirve como punto de referencia anatómico para la palpación clínica del pulso<sup>22</sup>.

El tronco tibioperoneo se divide además en arteria peronea y arteria tibial posterior que corre a lo largo de la cara posteromedial de la pierna. La arteria tibial posterior forma los arcos plantares medial y lateral. El arco plantar da lugar al metatarsiano y a las arterias digitales plantares. Hay ramas que se comunican entre los arcos a la arteria dorsal del pie que hipertrofian en estados enfermos y ayudan a mantener el suministro de sangre a los dedos de

los pies. La arteria peronea termina en ramas calcáneas mediales y laterales por encima de la articulación del tobillo. Estas ramas se comunican libremente con la arteria dorsal del pie y la arteria tibial posterior y ayudan a colateralizar el pie en caso de enfermedades<sup>22</sup>.

### **2.3.2 Definición**

La enfermedad vascular periférica (EVP) según Harwood et al<sup>1</sup>, es una enfermedad cardiovascular aterosclerótica en donde las arterias que llevan la sangre a las piernas y los pies se endurecen, se estrechan y/u obstruyen por la acumulación de ateroma. El síntoma clásico es la claudicación intermitente que se expresa como un dolor muscular isquémico que generalmente se presenta en las pantorrillas (pero puede incluir los muslos o los glúteos), en donde este dolor es precipitado por el esfuerzo y aliviado en reposo.

Se cree que este dolor se debe a un desajuste entre la demanda de oxígeno (del músculo que trabaja) y un suministro de sangre inadecuado (debido al estrechamiento de la vía arterial). Aunque la EVP es progresiva (en el sentido patológico), el curso clínico es relativamente estable. Sin embargo, los pacientes con EVP tienen una mayor carga de enfermedad cardiovascular y tienen un mayor riesgo de eventos cardiovasculares mayores. Otro problema importante para muchos pacientes es la grave disminución de capacidad funcional ( $\dot{V} O_2$  Peak) que son comparables a los pacientes con insuficiencia cardíaca y fracción de eyección reducida. La reducción de la capacidad funcional es comúnmente causada por una disminución en la capacidad de caminar, que puede ser de hasta menos del 50% de los controles sanos de la misma edad. Los factores que influyen en la distancia a pie o la velocidad a la que ocurren los síntomas son multifactoriales e incluyen el sitio y la gravedad de la enfermedad, ritmo de marcha, terreno, pendiente y calzado<sup>1</sup>.

Lane R, et al.<sup>13</sup> mencionan que la enfermedad arterial periférica es una causa importante de morbilidad y mortalidad para las personas en muchos países occidentales. Se

estima que la mayoría de los adultos tienen algún grado de aterosclerosis cuando llegan a la mediana edad, y aproximadamente el 4% desarrollará claudicación intermitente. A medida que la población envejece, la prevalencia de claudicación aumentará. Los factores de riesgo para el desarrollo de enfermedad arterial de las extremidades inferiores son similares a los de la enfermedad coronaria e incluyen tabaquismo, niveles elevados de colesterol, hipertensión y diabetes.

Estas limitaciones físicas a su vez tienen connotaciones negativas en la salud mental del paciente y existen fuertes asociaciones con la depresión, la mala calidad de vida (CdV) y una mayor evitación de la actividad física. Este ciclo de evitación de la actividad solo conduce a un empeoramiento de la capacidad funcional y hay algunas pruebas que sugieren que también conduce a un riesgo de mortalidad elevado independientemente de la gravedad de la enfermedad y la edad<sup>13</sup>.

Según Firnhaber et al<sup>23</sup>, la enfermedad oclusiva, comúnmente conocida como enfermedad vascular periférica, afecta del 12% al 20% de los estadounidenses de 60 años o más, aumentando a casi el 50% en los mayores de 85 años. La prevalencia aumenta dramáticamente con la edad, y la EVP afecta desproporcionadamente a las personas de raza negra. La carga mundial de morbilidad supera los 200 millones de personas en todo el mundo, y la prevalencia de la EVP aumentó en un 23,5% entre 2000 y 2010.

Así mismo, Hageman et al<sup>11</sup> en su estudio de metaanálisis definen que la enfermedad vascular periférica es una enfermedad oclusiva arterial crónica causada por aterosclerosis progresiva. Varios segmentos arteriales pueden verse afectados, como la aorta y las arterias ilíacas, femorales, poplíteas y de la parte inferior de la pierna. La incidencia de la EVP aumenta progresivamente con la edad, en particular después de los 40 años.

En otro estudio sistemático, Birket et al<sup>24</sup>, define que la EVP se caracteriza por lesiones ateroscleróticas de las arterias de las extremidades inferiores, lo que resulta en una reducción del flujo sanguíneo. A nivel mundial, se estima que 236 millones de personas viven con EVP. El síntoma clásico de la EVP es la claudicación intermitente, caracterizada por dolor muscular isquémico precipitado por el esfuerzo y aliviado por el reposo. La CI disminuye profundamente la capacidad para caminar, los niveles de actividad física, la capacidad funcional y conduce a una peor calidad de vida.

Para evaluar el cambio/mejoría en la capacidad funcional después de una intervención con ejercicios o un programa de rehabilitación, los médicos o los profesionales suelen medir la distancia máxima de caminata (CMD). De hecho, este es a menudo el resultado primario para evaluar la eficacia de los tratamientos en ensayos controlados aleatorios (ECA). La medición de CMD implica que un paciente camine durante el mayor tiempo posible hasta que esté limitado por sus síntomas isquémicos en la pierna<sup>24</sup>.

Chan et al<sup>25</sup>, identifican también la EVP como un trastorno crónicamente progresivo, que afecta al 3-7% de la población general y al 20% de los individuos mayores de 75 años. La EVP se caracteriza por la presencia de lesiones oclusivas en las arterias medianas y grandes que dan lugar a signos y síntomas secundarios a un flujo sanguíneo insuficiente a las extremidades. Es tanto una manifestación de aterosclerosis sistémica como un marcador de aumento de la morbilidad y mortalidad cardiovascular, pérdida potencial de extremidades y reducción de la calidad de vida.

Sin embargo, la enfermedad arterial periférica sigue siendo poco reconocida en el Reino Unido, a pesar de ser una medida en el Marco de Calidad y Resultados para los médicos de cabecera. Por lo tanto, es esencial que los médicos en práctica se familiaricen con el diagnóstico y la evaluación de la enfermedad arterial periférica para permitir una modificación y tratamiento adecuado y temprano del riesgo<sup>25</sup>.

La enfermedad arterial periférica es más comúnmente el resultado de la aterosclerosis. Sin embargo, hay varias otras etiologías, incluyendo variaciones anatómicas, enfermedad adventicia quística, endofibrosis y vasculitis, que generalmente se conocen como enfermedades arteriales periféricas no ateroscleróticas<sup>25</sup>.

### **2.3.3 Fisiopatología**

Chan et al<sup>25</sup>, describen que la fisiopatología de la enfermedad arterial periférica es una cascada compleja de eventos que ocurren en la aterosclerosis sistémica de larga data e involucra interacciones entre las células endoteliales vasculares, las células del músculo liso, los fibroblastos, las plaquetas y otras células en la pared arterial. Esto se puede resumir en tres procesos fisiopatológicos principales:

1. Formación de placa y estrechamiento luminal.
2. Disfunción endotelial.
3. Alteraciones resultantes en la hemodinámica del flujo sanguíneo y en el suministro de oxígeno.

La aterosclerosis induce un medio inflamatorio persistente que contribuye a la formación de placas con trombosis asociada. Esto reduce gradualmente el diámetro luminal arterial, lo que resulta en un flujo sanguíneo reducido a los músculos. Los síntomas pueden no ser evidentes inicialmente en reposo o con actividad de bajo nivel, que puede ser el resultado de mecanismos compensatorios de las arterias que implican vasodilatación dependiente del endotelio<sup>25</sup>.

#### **2.3.3.1 Aterosclerosis**

Wolf D, Ley K<sup>26</sup>, define la aterosclerosis como la patología subyacente más común de la enfermedad arterial coronaria (EAC), la enfermedad vascular periférica (EVP) y la enfermedad cerebrovascular. La acumulación crónica de placas que ocluyen vasos en la capa íntima subendotelial de arterias grandes y medianas eventualmente resulta en estenosis significativa que restringe el flujo sanguíneo y causa hipoxia tisular crítica.

Las complicaciones más comunes, infarto de miocardio (IM) y accidente cerebrovascular, son causadas por la oclusión espontánea de vasos trombóticos y representan la causa más común de muerte en todo el mundo. Las guías clínicas actuales se centran en el tratamiento de estas complicaciones. Las terapias utilizadas clínicamente que previenen o frenan eficazmente la progresión de la aterosclerosis se limitan a los medicamentos que reducen el colesterol de lipoproteínas de baja densidad (LDL).

Por otra parte, Chan et al<sup>25</sup>, describen que la aterosclerosis induce un medio inflamatorio persistente que contribuye a la formación de placas con trombosis asociada. Esto reduce gradualmente el diámetro luminal arterial, lo que resulta en un flujo sanguíneo reducido a los músculos. Los síntomas pueden no ser evidentes inicialmente en reposo o con actividad de bajo nivel, que puede ser el resultado de mecanismos compensatorios de las arterias que implican vasodilatación dependiente del endotelio. Sin embargo, la progresión simultánea del estrechamiento arterial junto con la disfunción endotelial inducida por aterosclerosis resulta más tarde en las manifestaciones clínicas típicas de la enfermedad arterial periférica. Se pueden activar mecanismos biológicos adicionales para mantener un flujo sanguíneo suficiente, lo que resulta en la formación de vasos colaterales a través de la región severamente estrechada.

De acuerdo con Wolf et al<sup>26</sup>, la aterosclerosis fue considerada como una enfermedad de almacenamiento de colesterol, causada por la retención de lipoproteínas, incluido el LDL, en el espacio íntimo de las arterias. El LDL retenido se modifica y se absorbe mediante fagocitosis mediada por el receptor eliminador. Este proceso da como resultado el

crecimiento continuo de infiltrados grasos ricos en leucocitos inflamatorios que aparecen macroscópicamente como placas. Los niveles de colesterol plasmático, colesterol LDL y apolipoproteínas, incluida la apolipoproteína B (ApoB), están altamente correlacionados con la aterosclerosis clínica.

Además, la aterosclerosis se acompaña de una respuesta inflamatoria crónica de bajo grado que atrae a las células de los sistemas inmune innato y adaptativo a la placa aterosclerótica, algunas de ellas reconocen ApoB, la proteína central de las partículas de LDL. Así, la aterosclerosis es una enfermedad inflamatoria crónica con un componente autoinmune. Esta respuesta autoinmune está clínicamente mejor documentada por anticuerpos contra LDL y otros antígenos de aterosclerosis, que se encuentran en todos los pacientes y modelos animales. En muchos estudios, se encontró que los anticuerpos "naturales" de baja afinidad contra los epítomos de oxidación en LDL se correlacionaban negativamente con la aterosclerosis, mientras que los anticuerpos de alta afinidad secretados por las células plasmáticas productoras de IgG se correlacionaban positivamente<sup>26</sup>.

El proceso aterogénico comienza con la acumulación de varias lipoproteínas plasmáticas en el espacio subendotelial en sitios de perturbación del flujo y disfunción endotelial. Esto está mejor documentado para el LDL, cuya acumulación se correlaciona con factores de riesgo clásicos, como el tabaquismo, la hipertensión y la desregulación metabólica en la obesidad y la diabetes. En la íntima, el LDL sufre modificaciones oxidativas por especies reactivas de oxígeno (ROS), que promueven la absorción de oxLDL en los macrófagos<sup>26</sup>.

Además, los fosfolípidos oxidados per se, desencadenan la inflamación de la pared arterial al unirse a los receptores tipo Toll (TLR), un grupo de receptores de reconocimiento de patrones (PRR) ampliamente expresados que causan señalización proinflamatoria. Clínicamente, oxLDL es un marcador de inflamación de la placa. El LDL nativo también puede ser absorbido por los macrófagos por micropinocitosis, o en su forma agregada como

complejos de colesterol o cristales por fagocitosis. La afluencia sostenida de colesterol eventualmente excede la capacidad metabólica de los fagocitos y se forman gotas de lípidos intracelulares. Microscópicamente, los macrófagos cargados de colesterol son "células espumosas". Se cree que la carga de colesterol causa una respuesta celular mieloide con secreción de citoquinas proinflamatorias, proliferación de macrófagos in situ y un mayor reclutamiento de células mieloides<sup>26</sup>.

Una consecuencia clínicamente importante de la carga de colesterol es la formación de microcristales intracelulares de colesterol que activan el inflamasoma, una maquinaria molecular que comprende moléculas del dominio de unión a nucleótidos citosólicos y de la familia de genes de repetición rica en leucina (NLRP3) que escinde el  $\beta$  pro-IL-1 en su forma biológicamente activa. IL-1 $\beta$  sirve como una muestra inflamatoria que potencia la expresión de muchas citoquinas proinflamatorias, así como de CRP. En particular, atenuar el almacenamiento de colesterol y mejorar las vías de flujo de colesterol puede favorecer la resolución de la inflamación de la placa e incluso promover la regresión de la placa. La respuesta mieloide se acompaña de la infiltración de células del sistema inmune adaptativo, células B y T. En particular, el creciente contenido de células mieloides y linfocitos de la placa se correlaciona con complicaciones clínicas y puede predisponer a futuros eventos tromboembólicos causados por infiltrados celulares grandes y una capa fibrosa delgada ("placa inestable")<sup>26</sup>.

Kobiyama et al<sup>27</sup>, también describe que inicialmente, la respuesta inmune innata regula la respuesta inmune adaptativa. Las células presentadoras de antígeno proporcionan moléculas del complejo mayor de histocompatibilidad (CHM), moléculas coestimuladoras y citoquinas en respuesta a moléculas derivadas de patógenos, microbios y, por lo tanto, determinan la polarización de la respuesta inmune adaptativa. Los macrófagos y las células dendríticas se encuentran en la adventicia arterial y la neoíntima y son activados por ligandos receptores tipo Toll y receptores eliminadores.

Las citoquinas inflamatorias exacerbaban y perpetúan la aterosclerosis y atraen más células inmunes. La citoquina inflamatoria IL-1 $\beta$  es una diana terapéutica probada para tratar la aterosclerosis. En la placa aterosclerótica madura, las células T específicas del antígeno de la aterosclerosis secretan citoquinas, perpetúan la inflamación y dan forma al infiltrado de células inmunes<sup>27</sup>.

La aterosclerosis siempre va acompañada de una respuesta autoinmune. Los anticuerpos contra oxidados son producidos por células plasmáticas derivadas de células B y son detectables en el suero de humanos o animales con aterosclerosis. También se encuentran células T contra antígenos de aterosclerosis<sup>27</sup>.

Las enfermedades autoinmunes se definen por autoanticuerpos, células autorreactivas, autoantígenos identificables y transmisión por inmunización. La aterosclerosis no es una enfermedad autoinmune clásica. En la aterosclerosis, se ha demostrado que los autoanticuerpos, las células T y las células B exacerbaban o mejoran la enfermedad. Del mismo modo, la enfermedad de Parkinson y el enfisema no se consideran enfermedades autoinmunes, pero los pacientes con Parkinson y enfisema albergan células T y B específicas del epítipo. Por lo tanto, proponemos que estas tres enfermedades forman una nueva clase de enfermedades inflamatorias crónicas con un componente autoinmune secundario<sup>27</sup>.

Wolf et al<sup>26</sup>, también indican que la presencia de células T y B en la placa provocó la hipótesis de que la aterosclerosis incluye una respuesta autoinmune. La inmunidad adaptativa en la infección y la autoinmunidad procede de un brazo humoral que comprende anticuerpos específicos contra el antígeno secretado por las células plasmáticas, y un brazo celular con células T que activan las células B durante la coestimulación o se diferencian en células T efectoras con producción de citoquinas pro o antiinflamatorias.

Las células T CD8+ y CD4+ solo inician respuestas inmunes a péptidos presentados, MHC-I en todas las células nucleadas o MHC-II en células presentadoras de antígeno, respectivamente. Tales respuestas están restringidas por CHM, es decir, solo ocurren en individuos que expresan un alelo CHM específico con la capacidad de unirse al epítipo peptídico relevante. La unión de un receptor específico de células T concomitante con eventos coestimuladores proporcionados por APC activa las células T y causa su proliferación clonal<sup>26</sup>.

### **2.3.4 Sintomatología**

Harwood et al<sup>1</sup>, describen que el síntoma más clásico de la EVP es la claudicación intermitente. Este es un dolor muscular isquémico que generalmente se presenta en las pantorrillas (pero puede incluir los muslos o las nalgas), se precipita por el esfuerzo y se alivia con reposo. Se cree que este dolor se debe a un desajuste entre la demanda de oxígeno (del músculo que trabaja) y un suministro de sangre inadecuado (debido a la vía arterial estrechada).

Asimismo, Lane R, et al.<sup>13</sup>, indican que la enfermedad arterial periférica abarca un espectro que va desde la enfermedad asintomática hasta la claudicación, la isquemia crítica de las extremidades y, finalmente, la pérdida de la extremidad. Dentro de este espectro, la mayoría de las personas tienen una enfermedad relativamente estable, denominada "claudicación". La claudicación intermitente ocurre secundaria a la aterosclerosis de las arterias de las extremidades inferiores, como resultado de un flujo sanguíneo alterado. Ya sea en reposo o al caminar lentamente, esta reducción puede pasar desapercibida, sin embargo, durante los períodos de ejercicio o caminar con cargas adicionales, por ejemplo, cargar mientras se está de compras, se produce un ciclo de dolor que requiere descansos cortos. Este endurecimiento muscular similar a un calambre de la pantorrilla, las nalgas o el pie al caminar se conoce como "claudicación".

Por otra parte, Hageman et al<sup>11</sup> explica que la presentación de la EVP comprende desde la enfermedad asintomática hasta la claudicación intermitente, la isquemia crítica y la pérdida de las extremidades. El síntoma más común es la CI, definida como un dolor de calambres en las piernas que ocurre al caminar y se alivia con un breve período de descanso.

Según Aboyans et al<sup>28</sup>, la EVP tiene diferentes presentaciones clínicas, organizadas según las clasificaciones de Fontaine o Rutherford (tabla 1 y 2). Incluso cuando la enfermedad tiene similar grado de progresión y extensión, los síntomas y su intensidad pueden variar de un paciente a otro. La mayoría de los pacientes están asintomáticos, y se detectan por un ITB bajo (< 0,90) o ausencia de pulso.

Entre ellos, hay un subgrupo de pacientes que puede tener enfermedad grave sin síntomas; esto puede deberse a que los pacientes no sean capaces de andar lo suficiente para ponerlos de manifiesto (por ejemplo, por insuficiencia cardíaca) o tengan disminuida la sensibilidad al dolor (por ejemplo, por neuropatía diabética). Se clasifica a este subgrupo como "EVP enmascarada". En un estudio realizado con 460 pacientes con EVP, 1/3 pacientes asintomáticos fue incapaz de caminar más de 6 manzanas, lo que se corresponde con esta definición<sup>28</sup>.

**Tabla 1. Clasificación de las fases clínicas de Fontaine**

<b>Clasificación de Fontaine</b>	
Fase	Síntomas
I	Asintomático
II a	Claudicación intermitente no incapacitante
II b	Claudicación intermitente incapacitante
III	Dolor isquémico en reposo
IV	Ulceración o gangrena

Fuente: Elaboración propia con base a referencia<sup>28</sup>.

**Tabla 2. Clasificación de las fases clínicas según Rutherford**

<b>Clasificación de Rutherford</b>	
Categoría	Síntomas
0	Asintomático
1	Claudicación leve
2	Claudicación moderada
3	Claudicación grave
4	Dolor isquémico en reposo
5	Pérdida tisular menor
6	Pérdida tisular mayor

Fuente: Elaboración propia con base a referencia<sup>28</sup>.

Chan et al<sup>25</sup>, las extremidades inferiores del paciente deben ser examinadas para detectar cianosis, traumatismo, pérdida o lesión de tejidos blandos, y se debe preguntar al paciente sobre la presencia de sensibilidad o dolor en regiones específicas. A continuación, se realiza una inspección detallada y sistemática de las extremidades inferiores, con énfasis en la búsqueda de patologías que puedan apuntar a la causa de los síntomas del paciente: cicatrices quirúrgicas previas, evidencia de eritema por infección en curso, pérdida de tejido por traumatismos repetitivos, edema unilateral o bilateral o ulceraciones. Las úlceras se definen como cualquier ruptura en la integridad de la piel y se clasifican en función de su profundidad en relación con las estructuras de tejido más profundas.

Se describe que al realizar un examen físico de las extremidades inferiores del paciente, se deben observar los procedimientos estándar junto a la cama: primero debe presentarse, explicar el propósito del examen y obtener el consentimiento del paciente. Luego se le debe pedir al paciente que se quite cualquier ropa o joya de sus extremidades inferiores. Los apósitos quirúrgicos de procedimientos anteriores deberán retirarse para permitir un examen exhaustivo de las extremidades. El examen consiste principalmente en inspección,

palpación, auscultación y varias maniobras especiales que se pueden realizar al lado de la cama (tabla 3)<sup>25</sup>.

**Tabla 3. Puntos de examen físico para la enfermedad vascular periférica**

Inspección	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Cicatrices previas por traumatismos o procedimientos quirúrgicos</li> <li>● Eritema y signos de inflamación</li> <li>● Edema unilateral o bilateral</li> <li>● Cianosis</li> <li>● Úlceras y pérdida de tejidos blandos</li> <li>● Estructura ósea y deformidades macroscópicas</li> </ul>
Palpación	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Pulsos: fuerza, calidad, regularidad</li> <li>● Sensibilidad en regiones o grupos musculares específicos</li> <li>● Temperatura de la piel</li> <li>● Pérdida o atrofia tisular</li> <li>● Parestesia o déficits sensoriales</li> <li>● Tiempo de llenado capilar</li> </ul>
Maniobras y ensayos especiales	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Prueba de Burger para la isquemia de las extremidades</li> <li>● Oximetría de pulso</li> <li>● Oximetría de pulso</li> <li>● Índice de presión tobillo-brazo</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia con base a referencia<sup>25</sup>.

## 2.3.5 Diagnóstico

### 2.3.5.1 Relación índice tobillo-brazo (ITB)

Aboyans et al<sup>28</sup> mencionan que el ITB es el primer paso diagnóstico tras el examen clínico. Un ITB  $\leq 0,90$  tiene una sensibilidad del 75% y una especificidad del 86% para diagnosticar la EVP. Su sensibilidad es inferior en pacientes diabéticos o con ERC terminal debido a la calcificación de la capa media.

Cuando haya sospecha clínica, un valor normal de ITB ( $> 0,90$ ) no descarta definitivamente el diagnóstico de EVP; en este caso, es necesario determinar el ITB tras el ejercicio o realizar una ED. Si el ITB es alto ( $> 1,40$ ) por calcificación de la capa media, pueden ser útiles otras pruebas alternativas, como la medida de presión en el dedo del pie, índice dedo gordo del pie-brazo (IDPB) o análisis Doppler de la onda de flujo del tobillo<sup>28</sup>.

Hageman et al<sup>11</sup>, describe que la prevalencia, definida como un índice tobillo-brazo (ITB; la relación entre la presión arterial en la parte inferior de las piernas y la presión arterial en los brazos)  $< 0,90$  en ambas piernas, es del 0,9% entre los 40 y 49 años, del 2,5% entre los 50 y 59 años, del 4,7% entre los 60 y 69 años, y del 14,5% en los mayores de 70 años.

Por otro lado, Firnhaber et al<sup>23</sup>, el índice tobillo-brazo (ITB) es un método económico y reproducible para evaluar la hemodinámica de las extremidades inferiores. El ITB es la relación entre la presión sistólica más alta en cada pierna, obtenida en el dorsal del pie y las arterias tibiales posteriores recurrentes utilizando una sonda Doppler, y la mayor de las presiones de la arteria brazo derecho o izquierdo. La interpretación de los resultados del ITB se describe en la tabla 4.

**Tabla 4. Criterios diagnósticos para la enfermedad vascular periférica de las extremidades inferiores en las pruebas de tobillo y dedo del pie-brazo**

<b>Índice tobillo-brazo</b>	
1.0 a 1.3	Normal
0.9 a 1.0	Límite
0.7 a 0.9	Leve
0.4 a 0.7	Moderado
< 0.4	Severo
<b>Índice dedo del pie-brazo (utilizado cuando el ITB no es compresible, &gt;1.3)</b>	
> 0.7	Normal
0.4 a 0.7	Anormal
< 0.4	Severo

Fuente: Elaboración propia con base a referencia<sup>23</sup>.

La isquemia (ICM) crítica o que amenaza las extremidades se manifiesta por dolor isquémico crónico (más de dos semanas) en reposo, heridas isquémicas o pérdida de tejido, o gangrena en una o ambas piernas. El dolor isquémico en reposo generalmente ocurre poco después de quedarse dormido; El paciente se despierta por dolor ardiente o entumecimiento en el antepié. Los síntomas a menudo se alivian colgando la extremidad sobre el costado de la cama, lo que desencadena un rubor dependiente del pie. Los pacientes con cualquiera de estos hallazgos requieren derivación urgente a un cirujano vascular<sup>23</sup>.

La incidencia reportada de EAP y CI varía dependiendo de la población estudiada. Hasta el 21% de los pacientes con claudicación intermitente pueden progresar a ICM. Un gran estudio de cohorte encontró que los factores de riesgo más significativos para el desarrollo de ICM eran diabetes, insuficiencia renal, insuficiencia cardíaca y accidente

cerebrovascular previo. Las tasas anuales de mortalidad de pacientes con ICM son de aproximadamente 25%<sup>23</sup>.

La isquemia aguda de las extremidades es una emergencia médica y describe la interrupción abrupta del flujo sanguíneo arterial a un extremo. La isquemia aguda de las extremidades se presenta como una extremidad fría, dolorosa y pálida con pulsos disminuidos o ausentes, debilidad motora y deterioro sensorial. A diferencia de la ICM, en la que el acondicionamiento isquémico gradual promueve el desarrollo de vasos colaterales que mantienen la percepción de las extremidades, la interrupción aguda del flujo arterial con isquemia aguda de las extremidades amenaza la integridad de las extremidades a menos que se lleve a cabo una revascularización rápida. La urgencia de la isquemia aguda de las extremidades es atribuible al período en que el músculo esquelético tolerará la isquemia: aproximadamente de cuatro a seis horas. Los pacientes con isquemia aguda de las extremidades deben ser evaluados por un subespecialista vascular en caso de emergencia<sup>23</sup>.

Chang et al<sup>25</sup>, indican que el índice de presión tobillo-brazo es la relación entre la presión arterial sistólica medida en el tobillo y la medida en la arteria braquial. Desde su introducción por Winsor en 1950, ha sido validado como una prueba simple, reproducible y confiable para confirmar el diagnóstico de enfermedad arterial periférica. También se ha validado que tiene significación pronóstica, pudiendo identificar pacientes con mayor riesgo de mortalidad cardiovascular. El procedimiento en sí es simple y se puede realizar con facilidad después de varias sesiones de entrenamiento supervisadas (tabla 5).

**Tabla 5. Pasos para realizar un índice de presión tobillo-brazo**

Condiciones de procedimiento	● El paciente debe colocarse en posición supina con las extremidades superiores e inferiores expuestas; la prueba debe explicarse al paciente.
------------------------------	--

	<ul style="list-style-type: none"> <li>● La habitación debe ajustarse a una temperatura ambiente confortable de aproximadamente 19–22 °C.</li> <li>● El equipo necesario para medir el índice de presión tobillo-brazo incluye un manguito de presión arterial estandarizado de tamaño apropiado y una sonda Doppler portátil de 8–10 mHz con gel.</li> </ul>
Paso 1	<p>La arteria braquial se palpa con la sonda Doppler aplicada en un ángulo de 45-60° con respecto a la superficie de la piel.</p> <p>El Doppler se enciende con la señal más fuerte aislada</p>
Paso 2	<p>El manguito de presión arterial se infla hasta que se escucha la última señal Doppler y se infla otros 20 mmHg.</p> <p>Desde este nivel, desinfla lentamente y registra el tiempo cuando regresa la señal. Esta es la presión arterial sistólica derivada del Doppler.</p>
Paso 3	<p>Repita los pasos 1 y 2 en el dorsal del pie y los pulsos tibiales posteriores de ambos pies y el pulso braquial contralateral. La secuencia recomendada es: braquial derecho, tibial posterior derecho, dorsal pedis derecho, tibial posterior izquierdo, dorsal izquierdo pedis, braquial izquierdo.</p>
Paso 4	<p>La presión arterial sistólica braquial derecha se vuelve a tomar y se compara con la lectura inicial. Si la diferencia entre la presión arterial sistólica inicial y la segunda es de &gt;10 mmHg, se descarta la primera lectura y se considera la segunda lectura. Si la</p>

	diferencia es < 10mmHg, los dos valores se promedian y se utilizan.
Paso 5	<p>Una vez que se han registrado todas las presiones arteriales sistólicas, los índices de presión tobillo-brazo se calculan como se muestra en las fórmulas a continuación:</p> <p>Presión del índice de presión tobillo-brazo específica de la pierna.</p> <p>El índice de presión tobillo-brazo de cada pierna se calcula tomando la medición más alta de la presión arterial sistólica del tobillo (ya sea la tibia posterior o el dorsal de la pierna específica) dividida por la presión arterial sistólica braquial más alta de los dos brazos. Para el índice general de presión tobillo-brazo, se utiliza la presión arterial sistólica de tobillo más baja entre todos los pulsos y se divide por la presión arterial sistólica braquial más alta de los dos brazos.</p> <p>La enfermedad arterial periférica se diagnostica con un índice de presión tobillo-brazo &lt;0.9.</p>

Fuente: Elaboración propia con base a referencia<sup>25</sup>.

Además, Chan et al<sup>25</sup>, mencionan que la claudicación se ha descrito típicamente como un calambre o dolor agudo en un grupo muscular particular, causando alteración en la marcha que ocurre a un nivel fijo y reproducible de actividad. Los niveles de actividad que involucran grupos musculares específicos son útiles para localizar el nivel de obstrucción, que se observa que es un nivel articular por encima del grupo involucrado. Otra información que es útil obtener incluye:

- El nivel específico de actividad en el que se experimentan los síntomas, que son la base de varios sistemas de clasificación.
- Exacerbación del dolor durante la noche ("calambres nocturnos") o con elevación, y cambios prolongados y subconscientes en las rutinas diarias, como la autolimitación de la actividad o caminar a velocidades más lentas.
- Evitar subir escaleras y otras acciones que impliquen un esfuerzo importante de grupos musculares.

La aterosclerosis induce un medio inflamatorio persistente que contribuye a la formación de placas con trombosis asociada. Esto reduce gradualmente el diámetro luminal arterial, lo que resulta en un flujo sanguíneo reducido a los músculos. Los síntomas pueden no ser evidentes inicialmente en reposo o con actividad de bajo nivel, que puede ser el resultado de mecanismos compensatorios de las arterias que implican vasodilatación dependiente del endotelio<sup>25</sup>.

Sin embargo, la progresión simultánea del estrechamiento arterial junto con la disfunción endotelial inducida por aterosclerosis resulta más tarde en las manifestaciones clínicas típicas de la enfermedad arterial periférica. Se pueden activar mecanismos biológicos adicionales para mantener un flujo sanguíneo suficiente, lo que resulta en la formación de vasos colaterales a través de la región severamente estrechada<sup>25</sup>.

Los pacientes comúnmente describen síntomas inespecíficos de malestar como fatiga, dolor y debilidad, muchas veces con dos o más sensaciones diferentes experimentadas durante un largo período de tiempo. Esto puede confundirse por la larga lista de posibles diferenciales, como patologías neurológicas, ortopédicas y reumatológicas. También puede haber casos en que los pacientes son asintomáticos debido a la neuropatía coexistente de la diabetes de larga data, y en su lugar presentan úlceras de pie poco cicatrizantes o altamente crónicas<sup>25</sup>.

Aboyans et al.<sup>28</sup> la prueba de esfuerzo en tapiz rodante (normalmente se usa el protocolo de Strandness a una velocidad de 3 km/h y una inclinación del 10%) es un medio excelente para una evaluación funcional objetiva, desenmascarar una estenosis moderada y dar seguimiento a la rehabilitación física. También puede ser útil cuando no se ha identificado el origen isquémico del dolor en la extremidad. La prueba debe detenerse cuando el paciente sea incapaz de caminar más por el dolor, lo que define el valor de la distancia máxima de deambulaci3n (DMD). La aparici3n de una disminuci3n de la presi3n sist3lica en el tobillo de m3s de 30 mmHg o una disminuci3n del ITB > 20% despu3s de la prueba de esfuerzo es un criterio diagn3stico de EAP.

#### **2.3.5.2 Estudios de imagen.**

- **Ultrasonido.**

La ecograf3a d3plex (ED) proporciona amplia informaci3n sobre la anatom3a y el estado hemodin3mico de las arterias. Se tiene que combinar con la determinaci3n del ITB. Tiene una sensibilidad del 85-90% y una especificidad > 95% para detectar estenosis > 50%. Una ED normal en reposo tiene que completarse con una prueba despu3s del ejercicio si se sospecha estenosis il3aca, porque en ese caso la sensibilidad es menor<sup>28</sup>.

- **Angiograf3a por tomograf3a computarizada (ATC).**

Un metaan3lisis ha descrito que la ATC tiene una sensibilidad del 96% y una especificidad del 98% para detectar estenosis aortoiliacas > 50%, con sensibilidad y especificidad similares (el 97 y el 94% respectivamente) para la regi3n femoropopl3tea. La principal ventaja es la visualizaci3n de calcificaciones, clips, stents, bypass y aneurismas concomitantes. M3s all3 de las limitaciones generales (radiaci3n, nefrotoxicidad y alergias),

el principal problema de la ATC son las calcificaciones graves, que impiden la apreciación de estenosis, sobre todo en las arterias distales<sup>28</sup>.

- **Angiografía por resonancia magnética (ARM).**

La sensibilidad y la especificidad de la ARM son del 95%, aproximadamente, para el diagnóstico de estenosis segmentarias y oclusión. No obstante, la ARM tiende a sobrestimar el grado de estenosis. No permite visualizar las calcificaciones arteriales, útiles para la estimación de la gravedad de las estenosis en lesiones muy calcificadas. Esto es una limitación a la hora de seleccionar el lugar anastomótico en la cirugía de bypass. La visualización de los stents metálicos es pobre. En centros experimentados, la ARM tiene mayor precisión diagnóstica que la ED y la ATC en las arterias tibiales<sup>28</sup>.

- **Angiografía por sustracción digital (ASD).**

La ASD suele ser necesaria para guiar los procedimientos percutáneos de intervención periférica o identificar las arterias permeables en caso de bypass distal. También es necesaria para visualizar las arterias que están por debajo de la rodilla, sobre todo en pacientes con EVP, debido a la escasa capacidad de detección de todas las demás técnicas de imagen de los segmentos del tobillo/pies aptos para bypass distal<sup>28</sup>.

## **2.4 Ejercicio.**

Ardavani et al<sup>29</sup>, describen que se ha reconocido que la actividad física en humanos confiere un efecto beneficioso sobre la salud desde la época de Hipócrates y Galeno. La OMS define la actividad física como "cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos que requiere gasto de energía". Se ha demostrado que la actividad física no solo es cardioprotector, sino que los datos prospectivos han demostrado una correlación inversa entre el aumento de la actividad física y la mortalidad por todas las causas. A lo largo de los

años, la actividad física regular ha sido implicada en la prevención o manejo de un número de enfermedades crónicas, incluido el cáncer.

Además, Gardner et al<sup>30</sup>, mencionan que la actividad física reduce el estrés oxidativo y aumenta la capacidad de responder a los desafíos oxidativos en adultos mayores, lo que sugiere que el precondicionamiento isquémico puede ocurrir con episodios repetidos de ejercicio. Anteriormente encontramos que los niveles más altos de actividad ambulatoria diaria basada en la comunidad se asocian con niveles más altos de capacidad antioxidante circulante, niveles más bajos de inflamación determinados por la proteína C reactiva de alta sensibilidad, y sin aumento de los marcadores de estrés oxidativo en pacientes sintomáticos con EVP.

Estos datos sugieren que el ejercicio crónico puede mejorar la capacidad antioxidante y la inflamación sin influir negativamente en el estrés oxidativo en pacientes sintomáticos con EVP. Estudios previos de entrenamiento con ejercicio informan que el ejercicio supervisado reduce los biomarcadores vasculares e inflamatorios circulantes como la E-selectina, la molécula de adhesión intercelular (ICAM-1), y la interleucina-6 (IL-6), y puede o no reducir la PCR<sup>30</sup>.

Villemur et al<sup>31</sup>, indican que desde la década de 1970, la terapia de ejercicios en cinta rodante se ha convertido en una parte importante de los programas de rehabilitación para personas con CI, aunque otras modalidades de entrenamiento también pueden ser eficientes. Los beneficios son multifactoriales, atribuidos a las adaptaciones metabólicas y microcirculatorias de los músculos y a las mejoras en la aptitud cardiorrespiratoria. Sin embargo, se debate la duración y frecuencia de las sesiones (número de horas por día y días por semana), al igual que la duración total de los programas de rehabilitación. Los programas pueden durar de 6 semanas a 6 meses, la frecuencia de las sesiones es inversamente proporcional a la duración total.

Según Perea-Caballero et al<sup>32</sup>, los beneficios de la actividad física por sistemas van desde los neurológicos y su impacto hasta en patologías como la ansiedad y la depresión,

reducir el riesgo de demencia, promover la función cognitiva y disminuir el riesgo de accidente cerebrovascular. En cuanto a la salud cardiovascular se destaca la reducción en el riesgo de mortalidad, enfermedad coronaria, mejores cifras de tensión arterial y promueve la rehabilitación cardiovascular una vez ocurrido un evento de este tipo. Podemos observar también beneficios endocrinos, musculoesqueléticos y un impacto hasta en la disminución de riesgo de los tipos de cáncer más incidentes en la población actual (tabla 6).

**Tabla 6. Beneficios de la actividad física por sistemas**

Neurológicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ↓ Ansiedad/depresión</li> <li>● ↓ Demencia</li> <li>● ↑ Función cognitiva</li> <li>● ↓ Riesgo de accidente cerebrovascular</li> </ul>
Cardiovascular	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ↓ Mortalidad</li> <li>● ↓ Enfermedad Coronaria</li> <li>● ↓ Tensión arterial</li> <li>● ↓ Rehabilitación cardiovascular</li> </ul>
Endocrinos	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ↓ Peso</li> <li>● ↓ Diabetes</li> <li>● ↓ LDL</li> <li>● ↑ HDL</li> </ul>
Musculoesqueléticos	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ↓ Osteoporosis</li> <li>● ↓ Riesgo de caídas</li> <li>● ↓ Fractura de cadera</li> <li>● ↓ Discapacidad</li> </ul>
Oncológicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ↓ Cáncer de próstata</li> <li>● ↓ Cáncer de mama</li> <li>● ↓ Cáncer de colon</li> <li>● ↓ Cáncer de pulmón</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia con base a referencia<sup>32</sup>.

### 2.4.1 Fisiología del ejercicio

El músculo esquelético es el tejido que sirve para el mantenimiento de la postura, la locomoción, la producción y consumo de energía que afecta directamente la función del metabolismo. No obstante, se ha definido al músculo como un tejido endocrino que tiene acciones locales y en diferentes órganos a partir de la secreción de diferentes citocinas.

A partir de lo anterior se clasificó a las mioquinas como las citocinas y otros péptidos producidos, expresados y liberados por las fibras musculares que tienen acciones autocrinas, paracrinas y endocrinas que tienen comunicación con otros órganos como el tejido adiposo, el hígado, páncreas, y más, definiéndolas como las mediadoras de los efectos protectores de la Actividad Física<sup>32</sup> (tabla 7).

**Tabla 7. Músculo como órgano endocrino (mioquinas)**

<b>Mioquina</b>	<b>Generalidades</b>	<b>Función</b>
IL-6	Secreción aguda Vía AMPK	Producción hepática de glucosa Lipólisis Secreción de insulina y salud célula beta
IL-15	Vía AMPK Presentado después de sesiones de ejercicio de resistencia	Protección en piel →función mitocondrial Efectos anabólicos Menor depósito de lípidos en pre-adipocito →obesidad abdominal
BDNF	Familia de neurotrofinas Vía AMPK	Promueve B oxidación Mantenimiento, función y regeneración de fibras musculares
Follistatina	Músculo y cardiomiocitos	>1h → > 22% de producción

		Cardio protección post-eventos cardiovasculares Salud endotelial
Irisina	Inducción PPAR- $\gamma$ Activación PGA-1 <sup>a</sup> UCP-1	Aumenta termogénesis Efectos dopaminérgicos → gusto y recompensa
Miostatina	Regulador negativo de diferenciación y proliferación de células musculares → inhibe activación Akt/mTOR	Inhibición de hipertrofia → sedentarismo → sarcopenia

Fuente: Elaboración propia con base a referencia<sup>32</sup>.

La mayoría de los estudios reportan que con ejercicio cardiovascular, aproximadamente entre 30 a 60 min por 5 días a la semana y a un promedio de 70% de la frecuencia cardiaca máxima se aumentan las concentraciones de diferentes interleucinas mencionadas. El ejercicio de resistencia también promueve la secreción de citocinas, principalmente con rutinas que incluyen un total de 4 series de 6-10 repeticiones incluyendo intervalos de descanso con una frecuencia de por lo menos 3 días a la semana. Un dato importante encontrado es que estos beneficios comienzan a reportarse con una cronicidad de aproximadamente 3 a 10 semanas, resaltando la importancia de promover el apego a una prescripción de actividad física y generar así su adopción como hábito saludable con el tiempo para asegurarnos que sea constante<sup>32</sup>.

Contreras et al<sup>33</sup>, están de acuerdo que la condición física se define como el estado del rendimiento psicofísico de una persona en un momento dado, e involucra los siguientes componentes: fuerza muscular, resistencia física, flexibilidad, coordinación y velocidad. Para lograr un buen rendimiento físico y nivel de salud, es necesario desarrollar y entrenar cada uno de estos componentes, idealmente de manera conjunta, mediante ejercicios o desafíos asociados a actos motores funcionales. A continuación, se presenta la definición conceptual de estos componentes.

- **Fuerza muscular:**

El concepto de fuerza se define como la “capacidad neuromuscular de soportar o vencer una sobrecarga”, o como “el conjunto de contracciones musculares que tienen como fin vencer, mantener o al menos generar la fuerza suficiente para superar una resistencia dada”. La fuerza muscular se puede evaluar y/o medir a través del concepto de resistencia máxima<sup>33</sup>.

- **Resistencia física:**

El concepto de resistencia física involucra la capacidad biológica para mantener la realización de una actividad física por un estímulo que realizan las células musculares mediante la actividad mitocondrial, es decir, reacciones químicas en presencia de oxígeno; por esta razón, se cataloga la resistencia física como esfuerzos de carácter aeróbico<sup>33</sup>.

- **Flexibilidad:**

La flexibilidad es la capacidad conjunta del tejido muscular y las articulaciones para llegar a elongarse de manera suave y sencilla, sin restricciones ni dolor. Esta magnitud viene dada no solo por el rango máximo de movimiento de todos los músculos que participan en un movimiento (flexibilidad muscular), sino también por la integridad anatómica de la articulación y la extensibilidad de los tejidos blandos periarticulares (flexibilidad articular). La flexibilidad depende, en gran parte, de la elasticidad muscular, definida como la capacidad de alargamiento y recuperación de la forma y posición muscular inicial; y de la movilidad articular, definida como el rango de movimiento máximo de una articulación<sup>33</sup>.

- **Coordinación:**

La coordinación muscular es la capacidad que tienen los músculos esqueléticos para realizar una acción compleja de la manera más sincronizada, es decir, simultánea y sinérgica. Los movimientos ocurren por contracción coordinada de la musculatura necesaria y se

relaciona con la integración del sistema somatosensorial, sistema nervioso (a nivel cerebral y espinal) y sistema muscular esquelético. Para que un movimiento o un gesto deportivo, como un lanzamiento o un salto, sea realizado con una gran coordinación, se requiere que este sea hecho a una velocidad e intensidad correcta para dicha acción en cada instante. Para ello, se necesita previamente un aprendizaje y una automatización del acto motor<sup>33</sup>.

### ● **Velocidad:**

La velocidad se define como la capacidad de realizar un ejercicio o acto motor en el menor tiempo posible. Involucra, inevitablemente, la correcta interdependencia de los otros componentes de la condición física, ya que necesita una fuerza adecuada, resistencia física, flexibilidad motora y coordinación neuromuscular, dado principalmente por el aprendizaje en la realización del acto físico. También se ven involucrados aspectos genéticos, especialmente respecto a la proporción de los diferentes tipos de fibras motoras de cada sujeto<sup>33</sup>.

Contreras et al<sup>33</sup>, además indican que un aspecto relevante que hay que considerar para determinar el estado físico de una es conocer su composición corporal y el porcentaje de masa magra y grasa susceptible de cambiar con el entrenamiento. También mencionan que la antropometría es la ciencia que estudia las medidas del cuerpo humano con el fin de establecer y evaluar posibles diferencias entre individuos o en un mismo sujeto a lo largo del tiempo.

Como la evaluación antropométrica o cineantropométrica es realizada mediante el uso de diversos instrumentos, los que precisan una alta capacidad en su manejo y aplicación, es extremadamente necesario estandarizar las técnicas de evaluación, disminuyendo con ello, el error técnico al momento de las mediciones. Para hacer frente a esta necesidad, la Sociedad Internacional para Avances de la Cineantropometría, propone una normativa de los procesos de evaluación, cuyos lineamientos generales se exponen a continuación<sup>33</sup>:

### ● **Consentimiento informado:**

Es considerado un principio obligatorio en la evaluación antropométrica, y corresponde a una carta informativa donde se expresan las características de la evaluación a realizar, tales como: vestimenta, procedimientos, variables antropométricas a evaluar, tratamiento de los datos y objetivos de la evaluación. Este documento debe ser leído y firmado por el sujeto, y en el caso de ser menor de 18 años, deberá ser firmado por el tutor o apoderado del evaluado<sup>33</sup>.

- **Características del espacio físico:**

El lugar en donde se lleve a cabo la evaluación cineantropométrica tiene que ser amplio, privado, con ventilación y adecuada iluminación, de tal forma que se den todas las condiciones de comodidad y correcto manejo del antropometrista y del evaluado<sup>33</sup>.

- **Posición de la evaluación:**

El evaluado debe adquirir una posición bípeda erguida y relajada, su cabeza tiene que estar en el plano de Frankfort con los brazos a los costados del cuerpo, sus talones juntos y los pies levemente separados<sup>33</sup>.

- **Condiciones iniciales del evaluado:**

Aquel sujeto que será evaluado debe cumplir ciertos requerimientos, destacando: i) evaluación a primera hora de la mañana posterior a la evacuación, ii) no haber entrenado, iii) no haber ingerido alimentos de manera abundante, y iv) no presentar condiciones que limiten la evaluación (lesiones, edemas, hipersensibilidad, alergias, etc.)<sup>33</sup>.

Para llevar a cabo la evaluación morfológica de un sujeto, es necesario contar con una serie de materiales que permitirán medir las diferentes variables antropométricas. El

conjunto de material antropométrico es conocido como “kit antropométrico”, el que considera básicamente los siguientes elementos<sup>33</sup>:

- **Balanza:**

Para la medición de la masa corporal total, con una precisión cercana a los 100 gramos<sup>33</sup>.

- **Estadiómetro con una escuadra de base plana:**

Utilizado para medir la talla en posición bípeda y sentada, con una precisión de 0.1 cm<sup>33</sup>.

- **Cinta antropométrica:**

Permite evaluar los perímetros corporales, con una precisión de 0.1 cm<sup>33</sup>.

- **Calibres de pliegues cutáneos:**

Es utilizado para la evaluación de los pliegues adiposos subcutáneos, con una precisión de entre 0.1 y 0.5 mm<sup>33</sup>.

- **Antropómetros y calibres deslizantes:**

Son utilizados para la evaluación de las longitudes y los diámetros corporales. Tiene una precisión de 0.1 cm<sup>33</sup>.

- **Caja antropométrica:**

Corresponde a una banca con dimensiones de 50 cm de alto, 40 cm de ancho y 30 cm de profundidad<sup>33</sup>.

Por otra parte, Contreras et al<sup>33</sup>, mencionan que con la finalidad de lograr una mayor objetividad en la medición de las variables que se deseen estudiar, se considera previamente un proceso de marcaje del cuerpo, con la intención de identificar el sitio preciso en donde se dispondrá el material antropométrico. Estas marcas, con una longitud aproximada de 1 cm y un ancho máximo de 2 mm, se realizan mediante el uso de un lápiz dérmico (el que permite ser borrado fácilmente con el uso de crema y algodón). A continuación, se señalan aquellos puntos anatómicos de máxima referencia, necesarios para la estimación de los parámetros morfológicos comúnmente utilizados en salud:

- **Cabeza:**

- Vertex: punto más superior del cráneo cuando este se localiza en el plano de Frankfort.
- Tragon: punto más alto del conducto auditivo externo.
- Orbitale: corresponde al margen inferior de la órbita ocular<sup>33</sup>.

- **Miembro superior:**

- Punto acromial: corresponde al punto más lateral y superior del proceso acromial.
- Punto radiale: punto más proximal y lateral de la cabeza del radio.
- Punto medio acromio-radial: punto medio entre los puntos acromial y radiale.
- Sitio para el pliegue tricipital: posterior al marcaje del punto medio acromio-radial se realiza una proyección horizontal hacia la parte posterior del brazo, marcando una línea de aproximadamente 1 cm. Luego, se completa la cruz del sitio de marcaje, mediante la proyección vertical del olécranon, lo que permite que este pliegue se localice en la zona más posterior del brazo.
  - Sitio para el pliegue bicipital®: posterior al marcaje del punto medio acromio-radial se realiza una proyección horizontal hacia la parte anterior del brazo, marcando una línea de aproximadamente 1 cm. Luego, se completa la cruz del sitio de marcaje a través de

la proyección vertical del tendón del músculo bíceps; de esta manera se asegura que la zona de evaluación esté en la parte más anterior del brazo<sup>33</sup>.

● **Tronco:**

- Punto subescapular: punto más inferior del ángulo inferior de la escápula (solo se debe marcar un punto, y no una línea, como en el resto de los puntos anatómicos)<sup>33</sup>.

- Punto mesoesternal: punto localizado en la zona media del esternón, a la altura de la cuarta costilla.

- Punto iliocristale: corresponde al punto más alto de la cresta ilíaca, la que debe ser coincidente con la línea media axilar.

- Punto iliospinale: corresponde al punto donde se localiza la espina iliaca anterosuperior.

- Sitio para el pliegue subescapular: desde el punto subescapular se traza una línea oblicua con una orientación de 45° hacia abajo y afuera del cuerpo del evaluado. Posteriormente, y siguiendo la línea oblicua realizada, se completa la cruz marcando una perpendicular a los 2 cm del punto subescapular.

- Sitio para el pliegue de la cresta ilíaca: está localizado por arriba del punto iliocristale. Se debe poner el pulgar sobre el punto iliocristal y realizar una apertura con el dedo índice de aproximadamente 6 cm, para luego tomar un pliegue, el que naturalmente se manifiesta en forma oblicua. Una vez tomado el pliegue, se debe trazar una línea oblicua que lo divida en partes iguales. La cruz se completa al proyectar la línea media axilar sobre la línea marcada anteriormente.

- Sitio para el pliegue supraspinal: corresponde a la cruz que se forma entre la proyección horizontal anterior del punto iliocristale con la diagonal que se forma entre el pliegue axilar con el punto iliospinal.

- Punto omphalion: corresponde al punto donde se localiza el ombligo.

- Sitio para el pliegue abdominal: se debe trazar una línea horizontal hacia el hemicuerpo derecho del sujeto, teniendo como referencia el punto anatómico omphalion, para posteriormente marcar una vertical que se localice 5 cm (para un sujeto adulto) del mismo punto<sup>33</sup>.

- **Miembro inferior:**

- Punto inguinal: corresponde a la zona media del pliegue que se forma entre el muslo y la pelvis cuando un sujeto realiza una flexión de la articulación coxofemoral.

- Punto patelare: punto localizado en la parte más superior de la patela, cuando el sujeto está con una flexión de la articulación de la rodilla de 90°.

- Sitio para el pliegue del muslo frontal: se debe marcar una horizontal en la zona media y anterior del muslo, a la altura de la distancia media entre los puntos inguinal y patelar. La vertical corresponde a la zona más anterior del muslo.

- Sitio para el pliegue de la pantorrilla medial: con el uso de la cinta antropométrica, se debe localizar el mayor perímetro de la pantorrilla, para posteriormente marcar una línea horizontal en la zona medial o interna de la pantorrilla. La línea vertical debe corresponder a la zona más medial del mismo segmento corporal<sup>33</sup>.

Contreras et al<sup>33</sup>, con la clara intención de disminuir el error técnico de medición de un antropometrista, establecen protocolos de evaluación de las variables antropométricas, las que se detallan a continuación mediante la descripción general del proceso:

- **Masa corporal:**

El sujeto deberá estar con el mínimo de ropa posible. Los valores más estables para el control de esta variable se obtienen en la mañana, posterior a la evacuación. El sujeto se posiciona en la zona central de la parte superior de la balanza, con los pies juntos, sin generar movimiento para evitar posibles oscilaciones en la escala de medida y errores en la lectura. La unidad de medida utilizada en esta variable es el kilogramo<sup>33</sup>.

- **Estatura o talla en posición bípeda:**

Corresponde a la distancia entre el punto vértex y la superficie de apoyo, estando el sujeto en posición bípeda erguida, con los talones juntos. El método que se propone precisa la realización de una tracción del cráneo (tracción de las mastoides). Para llevar a cabo la evaluación es necesario contar con dos evaluadores, mientras uno realiza la tracción de las mastoides, el otro antropometrista dispone sobre el cráneo del evaluado la escuadra con base plana. Una vez que se adquiere la posición descrita, se le indica al evaluado que realice una inspiración máxima y se marca la zona inferior de la escuadra con base plana<sup>33</sup>.

- **Pliegues cutáneos:**

Los pliegues cutáneos consideran la medición de tejido adiposo subcutáneo, comprendiendo una capa doble, tanto de piel como de tejido adiposo subyacente. La evaluación de esta variable antropométrica suele ser compleja, y la variación del resultado obtenido en cada medida es común. Los pliegues habitualmente evaluados son: bicipital, tricipital, subescapular, de la cresta ilíaca, supraespinal, abdominal, del muslo frontal, y de pantorrilla medial<sup>33</sup>.

- **Perímetros corporales:**

Los perímetros corporales son evaluados mediante la cinta antropométrica, la que debe ser dispuesta sobre la piel con referencia a los puntos anatómicos de máxima referencia que corresponda. Se debe procurar no generar presión que provoque la formación de un pliegue. Por disposición general, al evaluar los perímetros corporales, la cinta debe estar paralela al suelo, excepto en el perímetro de la cabeza. La técnica para evaluar los perímetros utilizados habitualmente en salud se describe a continuación:

- **Perímetro de cabeza:** es el máximo perímetro de la cabeza cuando la cinta se sitúa por encima de la glabella (punto medio entre las cejas) y perpendicular al eje de la cabeza, estando está en el plano de Frankfort. Para este perímetro es necesario que el evaluador se disponga al costado del sujeto a evaluar.

- **Perímetro de tórax:** medida de la circunferencia que rodea al tórax a nivel del punto mesoesternal, perpendicular al eje longitudinal del tórax. Se debe evitar que la cinta no esté dispuesta sobre la piel en la zona posterior del tronco.

- **Perímetro de cintura:** corresponde a la circunferencia de la cintura localizado en el punto más estrecho que hay entre la última costilla y la cresta iliaca, siendo perpendicular al eje del cuerpo. Dadas las características de la evaluación, es necesario que el evaluador se disponga detrás o delante del evaluado.

- **Perímetro de glúteo:** es el perímetro que se localiza a nivel de la máxima prominencia glútea, por lo que precisa que el evaluador se disponga al costado del evaluado y determine el sitio donde se aprecie la mayor prominencia de los glúteos con el sujeto en posición bípeda y con los talones juntos<sup>33</sup>.

- **Composición corporal:**

La composición corporal corresponde a una de las áreas de desarrollo de la cineantropometría, la que se relaciona con el fraccionamiento de la masa total de un sujeto en diversas masas parciales, la que puede ser en dos (bicompartimental), tres (tricompartimental), cuatro (tetracompartimental) y cinco componentes (pentacompartimental)<sup>33</sup>.

- **Método bicompartimental:**

Para poder aplicar este método es necesario incorporar los valores obtenidos de los pliegues cutáneos en ecuaciones que estiman la densidad corporal total del sujeto, para posteriormente esta nueva variable ser introducida en una ecuación que estima la grasa corporal total. La calificación de normalidad o anormalidad en la cantidad (porcentaje) de contenido graso, se establece de acuerdo con la tabla 8:

**Tabla 8. Clasificación del estado nutricional de un sujeto no atleta en base a porcentaje de grasa, utilizando un método bicompartimental**

	Hombres	Mujeres
Bajo peso	Bajo 8	Bajo 15
Óptimo	8-15	16-20
Sobrepeso I	16-20	21-25
Sobrepeso II	21-24	26-32
Obeso	≥ 25	≥ 33

Fuente: Elaboración propia con base a referencia<sup>32</sup>.

● **Índice de masa corporal:**

Es una herramienta general muy utilizada para la estimación del estado nutricional de las personas, la que consiste en la división del peso corporal total (expresado en kilogramos) por la talla (expresado en metros) al cuadrado en posición bípeda (tabla 9).

$$\text{IMC} = \text{Peso (kg)} / (\text{Talla (m)})^2$$

**Tabla 9. Valores según la OMS que se asocian con la normalidad y anormalidad nutricional**

< 18.4	Desnutrición o bajo peso
18.5-24.9	Normo peso
24.9-29.9	Sobrepeso
>30	Obeso

Fuente: Elaboración propia con base a referencia<sup>32</sup>.

Contreras et al<sup>33</sup> además indican que la fuerza muscular es una de las cinco variables de las que depende la condición física de un individuo. Se define como el conjunto de contracciones musculares que tienen como finalidad vencer, mantener o al menos generar la

fuerza suficiente para intentar superar una resistencia. También se puede definir como la capacidad neuromuscular de soportar o vencer una sobrecarga. Ya que el concepto de fuerza muscular se relaciona con el fenómeno de contracción muscular, es conveniente mencionar los diferentes tipos de contracción muscular que se pueden realizar:

- **Contracción concéntrica:**

Ocurre cuando un músculo desarrolla una tensión suficiente para superar una resistencia, de forma tal que este disminuye su longitud (acorta), es decir, los puntos de origen e inserción del grupo muscular se acercan. Un ejemplo de este tipo de contracción es cuando se lleva un vaso de agua a la boca y el músculo bíceps braquial realizaría un acortamiento al causar la flexión de codo<sup>33</sup>.

- **Contracción excéntrica:**

Se da cuando la forma de un grupo muscular se alarga pese a la contracción, es decir, cuando aumenta la distancia entre los puntos de origen e inserción muscular, aumentando su longitud. Por lo general, ocurre cuando la resistencia a vencer es mayor que la tensión ejercida por el grupo muscular determinado o cuando se frena un movimiento ejercido previamente. Un ejemplo de este tipo de contracción muscular es realizar ejercicio de bíceps braquial en la máquina de poleas cuando el codo vuelve controladamente a la posición de extensión, desde la flexión de codo<sup>33</sup>.

- **Contracción pliométrica:**

A diferencia de las contracciones concéntricas y excéntricas, este tipo de contracciones tienen dos ciclos: uno de estiramiento (excéntrica), donde los componentes elásticos del músculo desarrollan tensión, y otro de acortamiento (concéntrica), donde se le

suma a la fuerza elástica del ciclo anterior el carácter contráctil de acortamiento. Un ejemplo de este tipo de contracción muscular es el saltar avanzando de manera repetida<sup>33</sup>.

- **Contracción isométrica:**

En este tipo de contracción muscular, el músculo permanece estático sin acortarse ni alargarse, es decir, la distancia entre los puntos de origen e inserción no se modifica mayormente. Sin embargo, aunque permanece estático, sí se genera tensión muscular.

Los tres primeros tipos de contracción muscular se enmarcan en el concepto de contracción dinámica o anisométrica, ya que la longitud del grupo muscular no permanece constante durante la contracción, sino que se modifica constantemente, a diferencia de lo que ocurre con el último tipo de contracción muscular denominada isométrica, ya que aquí la longitud del grupo muscular permanece constante o estacionaria<sup>33</sup>.

- **Fuerza dinámica:**

El ejercicio físico que involucra mayormente contracciones musculares de carácter dinámico, o también llamado anisométrico, es denominado en cierta literatura como “isotónico”, término que nos parece adecuado no homologar, ya que debe constreñirse a aquellas contracciones en la que la tensión se mantiene constante durante todo el movimiento. Este tipo de acciones solo se produce con la ayuda de máquinas especialmente diseñadas, pero en la vida real, cuando se realiza cualquier tipo de acción muscular y se engloba el concepto de fuerza, en ningún momento el tono muscular mantiene un valor fijo o estacionario, ya que se modifica por la propia variación de los ángulos de inserción o la longitud de los brazos de palanca. Por tal motivo, en este manual solo se utilizarán los términos de fuerza dinámica o anisométrica y fuerza estática o isométrica<sup>33</sup>.

Una de las maneras más usadas para evaluar la fuerza dinámica de un grupo muscular es considerando el concepto de “una repetición máxima (1 RM)” para un

movimiento específico; por ejemplo, el ejercicio de press de banca (prensa de pecho). El concepto de 1 RM guarda relación con el máximo peso que un sujeto puede levantar solamente una vez. Este valor puede ser medido directamente a partir de un esfuerzo máximo, o puede ser indirectamente estimado a partir de un esfuerzo submáximo<sup>33</sup>.

- **Medición directa de 1 RM:** Para su correcta medición, el evaluador selecciona un peso determinado y le solicita al sujeto que lo levante adecuadamente. Si el sujeto no puede levantar apropiadamente el peso determinado, se procede a disminuir el valor del peso o resistencia; luego de un intervalo de tiempo de reposo, se intenta por una segunda vez, y si el sujeto es capaz de levantar adecuadamente el peso dos veces, se detiene la prueba y se da nuevamente el intervalo de reposo. Posteriormente, se procede a un incremento leve del peso y se intenta nuevamente. Este proceso se repite hasta que el sujeto pueda levantar adecuadamente solo una vez el peso determinado.

- **Medición indirecta de 1 RM:** Si por alguna razón no es posible la medición de 1 RM de manera directa, su valor puede estimarse indirectamente conociendo el número de repeticiones submáximas hasta que se alcance la fatiga muscular (RFM). El valor de 1 RM puede evaluarse a partir de ecuaciones basadas en relaciones lineales o exponenciales entre el número de repeticiones hasta la fatiga (RFM) y el porcentaje de 1 RM (% 1 RM). El valor de 1 RM se puede estimar mediante mediciones del número RFM a intensidades entre el 75% y el 95% de 1 RM, y de manera extraordinaria se puede extender a intensidades inferiores; por ejemplo, 60% de 1 RM. Es conveniente mencionar que se recomienda usar cargas de peso libre que resulten en no más de 10 RFM (+ 75% de 1 RM)<sup>33</sup>.

- **Fuerza estática:**

La forma más usada para evaluar la fuerza muscular isométrica o estática es mediante el uso de la dinamometría de manos en la función de agarre, prensión o grip. En este tipo de contracción muscular, si bien no se modifica la longitud del grupo muscular involucrado, sí ocurre un cambio en el tejido conectivo y componente elástico de este.

La importancia relativa de evaluar la fuerza muscular mediante la dinamometría de manos, específicamente la prensa o presión de manos, es debido a la importante relación que existe entre esta y el componente de masa muscular del sujeto evaluado. La fuerza en la prensa de manos se debe principalmente a la acción del grupo muscular flexo extensor de muñeca. Se estima que los sujetos alcanzan el pico o pico de fuerza de presión de manos en un margen de 0.3 s a 2.7 s. Los hombres alcanzan el pico de fuerza en un tiempo menor que las mujeres, posiblemente debido a la mayor cantidad de tejido conectivo elástico que poseen y, por tanto, requieren mayor tiempo en alcanzar el punto final de elongación. En promedio, el tiempo en que los sujetos son capaces de mantener el pico de fuerza muscular de prensa de manos es de solo 1 s, debido principalmente a que la vía metabólica de entrega energética es la vía del fosfágeno.

### **Adenosín trifosfato (ATP) → ADP + (fosfato) Pi + Energía (Eº)**

En este tipo de vía metabólica, la necesidad de entregar ATP es urgente; sin embargo, las reservas de este y su principal mecanismo de fuente de producción, la fosfocreatina, a nivel muscular se encuentran muy limitadas. Como las fuentes energéticas no pueden entregarse adecuadamente mediante la vía glicolítica y oxidativa, los filamentos de actina y miosina dejan de interactuar y, por tanto, el fenómeno de contracción-relajación muscular consecuentemente decae<sup>33</sup>.

#### ● **Potencia:**

En términos físicos, la potencia es el trabajo desarrollado por unidad de tiempo (Potencia = Trabajo / Tiempo). Dado que el trabajo es el producto de fuerza por desplazamiento (Trabajo = Fuerza x Distancia) y el desplazamiento dividido por el tiempo es una velocidad (Velocidad = Distancia / Tiempo), en fisiología del ejercicio la potencia

resulta del producto de la fuerza de contracción muscular por la velocidad del movimiento (Potencia = Fuerza x Velocidad)<sup>33</sup>.

Esto supone que la misma potencia generada se puede alcanzar a través de procesos distintos; en un caso extremo, la musculatura se contrae a gran velocidad, pero con una carga baja, es decir, generando poca fuerza, como el movimiento de la batuta de un director de orquesta, mientras que, en el otro extremo, se contrae a menor velocidad, pero ejerciendo más fuerza, como cuando cargamos un pesado bulto en el maletero de un vehículo. Interesante es recordar que la velocidad es una cualidad de la condición física muy “innata”, y que se modifica poco con el entrenamiento (recordar la frase “un maratonista se hace, mientras que un velocista nace”), por tanto, un aumento en la potencia se consigue a expensas casi exclusivamente de incrementos en la fuerza muscular<sup>33</sup>.

### **Potencia = (Fuerza x Distancia) / Tiempo.**

La potencia, además, puede ser medida en acciones musculares aisladas, lo que se denomina “potencia instantánea”, con una duración inferior a un segundo (décimas o centésimas de segundo). En este tipo de trabajo, la potencia máxima se puede alcanzar por una serie de factores, tales como: patrón de movimiento analizado, resistencia frente a la que se contrae el músculo (fuerza ejercida), velocidad de acortamiento de las fibras musculares, tiempo requerido para activar el proceso contráctil, eficiencia dada por el metabolismo energético, etc<sup>33</sup>.

También se puede medir el curso de un patrón de movimiento cíclico, como el pedaleo, la carrera a pie, el remo, entre otras, lo que se denomina “potencia media”, en donde el tiempo integrado sería varias décimas de segundo o varios segundos. En este caso, la potencia depende, además de las variables de potencia instantánea ya mencionadas, del tiempo necesario para relajar el músculo y estirarlo nuevamente hasta la posición en la que

se iniciará la nueva contracción muscular, que podría generar la acumulación de energía potencial elástica en las fases de contracción excéntrica<sup>33</sup>.

Las actividades anaeróbicas dependen primariamente de las fuentes de energía que se encuentran dentro de la fibra muscular, tales como adenosín trifosfato (ATP) y fosfocreatina, las cuales permiten reponer rápidamente la energía del músculo. Estas actividades se abastecen de dos sistemas anaeróbicos dependiendo de la duración, intensidad y cantidad de sustrato energético disponible: sistema de los fosfágenos, o metabolismo anaeróbico aláctico, y sistema glucolítico, o metabolismo anaeróbico láctico.

- **El sistema de los fosfágenos** es la fuente de ATP más rápida, y en conjunto con la fosfocreatina, son propias del músculo, por lo que no dependen del transporte de oxígeno en la sangre. Ejercicios que se realizan por un tiempo entre 5 y 15 segundos, utilizarían este metabolismo.

- **El sistema glucolítico** permite la entrega de energía a través de la glucosa sin un transporte de oxígeno eficiente, que permitirá un esfuerzo submaximal por corto tiempo. Esfuerzos por un tiempo mayor al anterior, entre 15 y 30 segundos y como máximo 60 segundos, se abastecen del sistema glucolítico anaeróbico<sup>33</sup>.

## **2.5 Ejercicio y la Enfermedad Vascular Periférica.**

Treat-Jacobson et al<sup>34</sup>, mencionan que las pautas publicadas más recientemente por la American Heart Association/American College of Cardiology (AHA/ACC) sobre el manejo de pacientes con EVP en las extremidades inferiores incluyen 4 recomendaciones que apoyan la terapia con ejercicios para pacientes con EVP. Las guías de la AHA/ACC dieron al entrenamiento supervisado en cinta rodante una recomendación de Clase I respaldada por un Nivel de Evidencia A sobre la base de múltiples ensayos clínicos aleatorizados que muestran la eficacia del entrenamiento supervisado en cinta rodante de ejercicio para mejorar el tiempo de inicio de la claudicación (TIC) o la distancia (DIC), el tiempo de caminata máxima (TCM) o la distancia máxima de caminata (DMC) y otros

resultados funcionales clínicamente significativos. Las pautas prácticas actuales de AHA/ACC se resumen en la Tabla 10.

**Tabla 10. Pautas de terapia con ejercicios para pacientes con EVP en las extremidades inferiores**

Clase de recomendación	Nivel de evidencia	Recomendación
I	A	En pacientes con claudicación, se recomienda un programa de ejercicio supervisado para mejorar el estado funcional y la calidad de vida y para reducir los síntomas de las piernas.
I	B-R	Se debe discutir un programa de ejercicios supervisados como una opción de tratamiento para la claudicación antes de una posible revascularización.
IIa	A	En los pacientes con EVP, un programa estructurado de ejercicios en la comunidad o en el hogar con técnicas de cambio de comportamiento puede ser beneficioso para mejorar la capacidad de caminar y el estado funcional.
IIa	A	En pacientes con claudicación, las estrategias alternativas de terapia con ejercicios, incluida la ergometría de la parte superior del cuerpo, el ciclismo y la caminata sin dolor o de baja intensidad que evita la claudicación moderada a máxima al caminar, pueden ser beneficiosas para mejorar la capacidad de caminar y el estado funcional.

Fuente: Elaboración propia con base a referencia<sup>34</sup>.

El rendimiento del ejercicio en cinta rodante ha sido la medida de resultado más común utilizada para medir los cambios en la resistencia al caminar y la capacidad máxima de ejercicio en respuesta a las intervenciones con ejercicios en pacientes con EVP. El

rendimiento del ejercicio en cinta tiene la ventaja de realizarse en un entorno estandarizado en el que la velocidad y el grado de la cinta comienzan y aumentan en la misma magnitud para cada prueba. Las pruebas de ejercicio en cinta rodante difieren de las pruebas de caminar por pasillo, como la prueba de caminata de 6 minutos (PC-6M), que parecen simular más de cerca la actividad de caminar durante la vida diaria<sup>34</sup>.

### ● **Rendimiento de caminata en cinta rodante:**

Las pruebas graduales y de carga constante se utilizan para medir el cambio en la distancia máxima y sin dolor de caminata en la cinta rodante en respuesta a las intervenciones de ejercicio en la EVP. La mayoría de los estudios que evalúan la capacidad de caminar en personas con claudicación han utilizado la prueba en cinta rodante como la medida objetivo principal de los cambios en el rendimiento después de un tratamiento. Una prueba de ejercicio en cinta rodante gradual modifica la carga durante la prueba en cinta rodante, tiene una mejor confiabilidad de prueba-reprueba que la prueba en cinta rodante de carga constante y es el método preferido de prueba en cinta rodante en ensayos aleatorios de EVP<sup>34</sup>.

La mayoría de los protocolos graduales tienen una velocidad constante y aumentan el grado cada 2 a 3 minutos a un tiempo máximo (o pico) de caminata limitado por los síntomas. La prueba de ejercicio en cinta rodante Gardner-Skinner graduada es una prueba de ejercicio en cinta rodante de carga modificada bien aceptada que se usa con frecuencia en ensayos aleatorios de intervenciones terapéuticas en EAP. En este protocolo, los participantes comienzan a caminar en la cinta a 2.0 mph con una calificación de cero. La velocidad de la cinta de correr se mantiene a 2.0 mph durante las pruebas, y la pendiente de la cinta de correr se incrementa en un 2% cada 2 minutos<sup>34</sup>.

Los participantes con EVP que no pueden caminar a 2.0 mph deben realizar una prueba de cinta de correr Gardner modificada en la que la velocidad comienza a 0.5 mph y un grado de cero y la velocidad aumenta en 0.5 mph cada 2 minutos hasta que se logre 2.0 mph. Cuando se alcanza una velocidad de 2.0 mph, la pendiente de la cinta de correr aumenta en un 2% cada 2 minutos. Se les pide a los participantes que continúen caminando el mayor

tiempo posible hasta que los síntomas isquémicos de la pierna, la fatiga u otros síntomas les impidan continuar<sup>34</sup>.

### ● **La PC-6M:**

La PC-6M es una medida bien validada de la resistencia al caminar que no requiere equipo sofisticado o entrenamiento extenso. En las personas con EVP, la PC-6M predice las tasas de pérdida de movilidad y mortalidad, mejora en respuesta a las intervenciones terapéuticas y no se asocia con un efecto de aprendizaje cuando se realizan pruebas repetidas. Las disminuciones en el rendimiento de la PC-6M se han relacionado con resultados clínicamente significativos en personas con EVP. Se ha definido un cambio clínicamente significativo en la distancia de la PC-6M para las personas mayores sin EVP. Un pequeño cambio significativo se ha definido como 20 m, y un gran cambio significativo se ha definido como 50 m. Sin embargo, estas definiciones de cambio significativo no se derivaron específicamente de las personas con EVP<sup>34</sup>.

El PC-6M se realiza en un pasillo sin obstáculos de 100 pies con un miembro del personal capacitado. El miembro del personal lee un guión con instrucciones sobre la prueba y usa un cronómetro para cronometrar el período de tiempo de 6 minutos. Los participantes reciben instrucciones de caminar de un lado a otro a lo largo del pasillo de 100 pies con el objetivo de completar la mayor distancia posible. A los participantes se les permite detenerse y descansar y pueden sentarse en una silla mientras descansan, pero el cronómetro continúa funcionando mientras el participante descansa. Al final de 6 minutos, se registra la distancia caminada. El miembro del personal también debe registrar si el participante descansa y en qué momento de la prueba. En respuesta a una intervención estructurada de ejercicio de caminata en el hogar, se observa una mejoría significativa en el PC-6M ya en el seguimiento de 12 semanas y varía de 41 a 53 m de mejoría en el seguimiento de 12 semanas y 6 meses en relación con un grupo de control que no hace ejercicio<sup>34</sup>.

● **Entrenamiento supervisado en cinta rodante para individuos con claudicación (TES):**

En los últimos 30 años, los programas TES basados en cinta rodante han demostrado ser consistentemente beneficiosos para mejorar la capacidad de caminar según lo evaluado por las pruebas graduales en cinta rodante y ser efectivos en pacientes con EVP con y sin síntomas clásicos de claudicación<sup>34</sup>.

La terapia con ejercicios en cinta rodante para pacientes con EVP consiste en episodios intermitentes de ejercicio para caminar a molestias moderadas a moderadamente graves, seguidas de períodos cortos de descanso hasta que los síntomas se resuelvan. Estos episodios de ejercicio / descanso se repiten durante una sesión de ejercicio de 30 a 60 minutos<sup>34</sup>.

Aunque los programas TES para pacientes con EVP deben individualizarse con respecto a la duración, la intensidad, la frecuencia del ejercicio y la relación trabajo-descanso, la evidencia actualmente disponible sugiere parámetros para estos elementos del programa (Tabla 11). Las sesiones de ejercicio deben progresar hasta un objetivo de acumular de 30 a 45 minutos de caminata en cinta rodante por sesión. El ejercicio debe llevarse a cabo a una intensidad que provoque dolor de claudicación leve dentro de los 5 minutos y claudicación moderada a moderadamente severa dentro de los 10 minutos, seguido de reposo hasta que el dolor de claudicación disminuya. Los ensayos aleatorizados de TES que demuestran una mejora significativa en el rendimiento al caminar generalmente han pedido a los pacientes con EVP que caminen para hacer ejercicio 3 veces por semana<sup>34</sup>.

*Tabla 11. Prescripción de ejercicio para el entrenamiento supervisado en cinta rodante en pacientes con claudicación intermitente*

<b>Modalidad</b>	<b>Caminata supervisada en cinta rodante</b>
------------------	--

Intensidad	40%-60% carga de trabajo máxima basada en la prueba de cinta rodante de referencia o la carga de trabajo que provoca claudicación dentro de 3-5 min durante un PC-6M.
Duración de la sesión	30-50 min de ejercicio intermitente; el objetivo es acumular al menos 30 minutos de ejercicio para caminar.
Intensidad de la claudicación	Claudicación moderada a moderada/grave según se tolere
Relación trabajo-descanso	La duración de la caminata debe estar dentro de 5-10 minutos para alcanzar la claudicación moderada a moderadamente severa seguida de reposo hasta que el dolor se haya disipado (2-5 min).
Frecuencia	3 veces por semana supervisado.
Duración del programa	Al menos 12 semanas.
Progresión	Cada 1-2 semanas: aumentar la duración de la sesión de entrenamiento para lograr 50 minutos. A medida que las personas pueden caminar más allá de 10 minutos sin alcanzar el nivel de claudicación prescrito, manipular el grado o la velocidad de la prescripción de ejercicio para mantener los episodios de caminata dentro de 5-10 minutos.
Mantenimiento	Mantenimiento de por vida al menos 2 veces por semana.

Fuente: Elaboración propia con base a referencia<sup>34</sup>.

● **Eficacia del tratamiento con ejercicios en la EVP asintomática:**

La prevalencia de EVP asintomática oscila entre el 20% entre los pacientes con EAP identificados en un laboratorio vascular no invasivo y el >60% en poblaciones de hombres y mujeres mayores que viven en la comunidad. Aunque las personas con EVP asintomática no informan síntomas de esfuerzo en las piernas, tienen un deterioro funcional

significativamente mayor, tasas más rápidas de deterioro funcional y tasas más altas de pérdida de movilidad en comparación con las personas sin EVP<sup>34</sup>.

Algunos pacientes con EVP asintomática limitan su actividad física para evitar los síntomas de las piernas, y otros parecen disminuir su velocidad al caminar para evitar los síntomas de las piernas. Muchas personas con EVP que no reportan síntomas de esfuerzo en las piernas desarrollan síntomas en las piernas cuando comienzan un programa de ejercicios que requiere una mayor actividad para caminar o velocidad al caminar de lo que están acostumbrados. En resumen, aunque no se han realizado ensayos con poder estadístico adecuado, la evidencia sugiere que los programas de ejercicio mejoran significativamente la resistencia al caminar en pacientes con EVP que son asintomáticos<sup>34</sup>.

- **Entrenamiento de ejercicios para caminar sin dolor:**

Varios ensayos aleatorios han investigado la eficacia del entrenamiento supervisado en cinta rodante sin dolor en pacientes con claudicación. Todos fueron realizados por el mismo equipo de investigación. En contraste con el requisito de que los pacientes caminen a dolor isquémico moderado a moderadamente severo, estos programas instruyeron a los participantes a detenerse al comienzo de los síntomas de claudicación. Tres estudios controlados aleatorios compararon un total de 196 sujetos que participaron en 3 meses de caminata en cinta rodante hasta el inicio de la claudicación o un grupo de control de atención habitual que no cambió sus hábitos de actividad<sup>34</sup>.

Estos estudios proporcionan evidencia de que el entrenamiento en cinta rodante sin dolor mejora la capacidad de caminar en pacientes con claudicación y que esta mejoría fue similar a la observada con el entrenamiento que requiere que los pacientes caminen para moderar el dolor de claudicación. El ejercicio en cinta rodante sin dolor podría ser más apetecible para algunos pacientes para quienes caminar al dolor es menos tolerado, lo que podría resultar en un mayor cumplimiento de un programa de caminata y mejores resultados

para los pacientes. Se necesitan ensayos controlados aleatorios más grandes para confirmar los resultados en poblaciones de pacientes adicionales<sup>34</sup>.

- **Entrenamiento de ejercicios de ciclismo de piernas:**

Pocos estudios han evaluado la eficacia del ciclismo de las extremidades inferiores para mejorar la claudicación en pacientes con EVP. En un estudio realizado asignaron al azar a 41 individuos con EVP sintomática a caminar en cinta rodante, ciclismo de piernas o control y encontraron una mejoría significativamente menor en los participantes que realizaron 6 semanas de ciclismo en las extremidades inferiores en comparación con aquellos que realizaron 6 semanas de caminata en cinta rodante<sup>34</sup>.

- **Entrenamiento aeróbico de ejercicios de brazos:**

La evidencia sugiere que el ejercicio aeróbico de las extremidades superiores también mejora significativamente la capacidad de caminar en personas con EVP. Aunque el mecanismo de esta respuesta no ha sido probado definitivamente, se plantea la hipótesis de que podría estar relacionado con la mejora de la función endotelial o cardiorrespiratoria sistémica, que son beneficios bien establecidos del ejercicio aeróbico<sup>34</sup>.

- **Entrenamiento de resistencia:**

Varios investigadores han evaluado los efectos del entrenamiento de resistencia sobre los cambios en la capacidad de caminar en pacientes con claudicación con resultados algo mixtos. Un estudio pequeño encontró que el ejercicio en cinta rodante fue superior al entrenamiento de resistencia, mientras que 2 estudios no encontraron diferencias entre las 2 intervenciones. Ninguno de los ensayos se diseñó con suficiente poder estadístico para detectar una diferencia entre el ejercicio y el entrenamiento de fuerza. Un cuarto estudio encontró que el entrenamiento de resistencia de alta intensidad fue superior al entrenamiento

de resistencia de baja intensidad para mejorar la distancia de caminata en individuos con EVP<sup>34</sup>.

## **CAPÍTULO III – MARCO METODOLÓGICO**

### 3.1 Enfoque

En esta investigación se realizó un enfoque de tipo cualitativo.

### 3.2. Tipo de investigación

Se realizó una revisión bibliográfica- semisistemática cualitativo.

### 3.3. Fuentes de Información

Artículos de revista.

### 3.4. Criterios de búsqueda de la información

*Tabla 12. Criterios de búsqueda*

Objetivo	Descriptor	Motores de búsqueda	Periodo de estudios	Idiomas
Señalar la fisiopatología de la enfermedad arterial periférica y sus efectos en la salud del paciente.	Fisiopatología enfermedad vascular periférica.	Google académico Scielo Pubmed El Sevier.	2017-2022	Inglés Español
	Efectos de la EVP en la salud.	Google académico Scielo Pubmed	2017-2022	Inglés Español

		El Sevier.		
Identificar las adaptaciones fisiológicas que genera el ejercicio en pacientes con claudicación intermitente y la mejora en su condición de salud.	Adaptaciones fisiológicas en el ejercicio.	Google académico Scielo Pubmed El Sevier.	2017-2022	Inglés Español
	Ejercicio en pacientes con claudicación intermitente.	Google académico Scielo Pubmed El Sevier.	2017-2022	Inglés Español
Determinar los aportes que tiene el ejercicio en la calidad de vida y funcionalidad de personas con enfermedad arterial periférica abordados en las instituciones de salud.	Aportes del ejercicio en la calidad de vida y funcionalidad.	Google académico Scielo Pubmed El Sevier.	2017-2022	Inglés Español

Fuente: Elaboración propia, 2022

### 3.5. Criterios de inclusión y de exclusión.

En la siguiente tabla se muestran los criterios de inclusión y de exclusión que se tomarán en consideración para realizar la selección de artículos.

**Tabla 13. Criterios de inclusión y de exclusión para la selección de artículos**

Criterios de Inclusión	Criterios de Exclusión
Artículos publicados sobre las modalidades de ejercicios sobre la claudicación intermitente entre 2017-2022.	Artículos publicados sobre tratamiento farmacológico utilizado en la claudicación intermitente entre 2017-2022
Artículos que contengan las palabras claves: claudicación, ejercicio, aterosclerosis, enfermedad arterial.	Artículos publicados que utilizaran pruebas terapéuticas diferentes a las de interés.
Artículos publicados en los idiomas inglés y español.	Artículos en otros idiomas que no sean inglés o español.

Fuente: elaboración propia, 2022

### 3.6. Clasificación de la información según nivel de evidencia

Se utilizaron en esta investigación la cantidad de 49 artículos relacionados con el ejercicio en pacientes con claudicación intermitente. En el anexo 1 se detallan los artículos que fueron utilizados para dar sustento a la revisión bibliográfica. Se especifican los detalles de cada artículo consultado.

**Tabla 14. Clasificación de la información según evidencia**

Nivel de evidencia	Tipo de estudio	Cantidad según tipo de estudio	Cantidad según el nivel de evidencia	%
1	Metaanálisis	5	5	10%
2	Revisión sistemática de estudio de cohortes	6	6	12%

3	Revisión sistemática de estudios observacionales	7	7	14%
4	Estudios transversales	6	6	12%
5	Revisión bibliográfica	20	25	52%
	Opinión de experto	5		
Total		49	49	100%

Fuente: elaboración propia, 2022

### 3.7. Variables de la Investigación (cuadro de operacionalización de variables).

*Tabla 15. Variable de investigación*

Objetivo	Variable	Concepto	Indicadores	Instrumento
Señalar la fisiopatología de la enfermedad arterial periférica y sus efectos en la salud del paciente.	Fisiopatología de la EVP.	Enfermedad que afecta a los vasos sanguíneos periféricos.	Características de la EVP	Revisión bibliográfica o documental
	Efectos de la EVP en la salud	Síntomas de la EVP	Sintomatología de la EVP.	Revisión bibliográfica o documental.
Identificar las adaptaciones fisiológicas que genera el ejercicio en pacientes con claudicación intermitente y la mejora en su	Adaptaciones fisiológicas en el ejercicio.	Cambios fisiológicos del ejercicio en el cuerpo humano.	Tipos de ejercicio.	Revisión bibliográfica o documental.
	Ejercicio en pacientes con claudicación intermitente.	Ejercicios específicos en la EVP que ayudan a la	Características del ejercicio en la claudicación intermitente.	Revisión bibliográfica o documental.

condición de salud.		claudicación intermitente.		
Determinar los aportes que tiene el ejercicio en la calidad de vida y funcionalidad de personas con enfermedad arterial periférica abordados en las instituciones de salud.	Aportes del ejercicio en la calidad de vida y funcionalidad.	Beneficios del ejercicio en la vida de las personas.	Integración del ejercicio en la calidad de vida de las personas.	Revisión bibliográfica o documental.

Fuente: elaboración propia, 2022

### **3.8. Descripción del procedimiento de recolección y análisis de datos.**

Fase 1: se realizará revisión bibliográfica o documental sobre los beneficios del ejercicio en pacientes con claudicación intermitente.

Fase 2: se sistematizará y se realizará un cuadro de jerarquización de evidencia y uno operacional de variables.

Fase 3: se analizarán los datos y se generarán conclusiones y recomendaciones.

### **3.9. Descripción de instrumentos y técnicas.**

Se utilizaron artículos de revistas científicas y no se utilizó ningún instrumento o técnica por la naturaleza de la investigación que son revisiones bibliográficas.



## **CAPÍTULO IV - ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS**

En este apartado se describirán los resultados de los artículos que fueron revisados y utilizados en este escrito en donde se consideraron todos los puntos a tratar que están relacionados con la claudicación intermitente producida por la enfermedad vascular periférica, en donde se hace una descripción de la anatomía y fisiología del sistema vascular periférico y central, como además de la fisiopatología de la misma y sus efectos en la salud del paciente, y como el ejercicio produce adaptaciones fisiológicas con EVP y sus aportes en la calidad de vida y funcionalidad de las personas, así como la importancia de una propuesta para una guía técnica para el diseño de programas para la rehabilitación y sus múltiples beneficios en la salud.

#### **4.1 Fisiopatología de la enfermedad vascular periférica y sus efectos en la salud del paciente.**

Aber et al<sup>35</sup>, describen en su estudio que se identificaron treinta y cinco temas asociados con la calidad de vida de las personas con diferentes formas de EVP. Estos temas se dividieron en seis grupos: síntomas, funcionamiento físico, impacto en el funcionamiento social, impacto psicológico, impacto financiero y proceso de atención.

La revisión identificó los síntomas importantes desde la perspectiva de los pacientes, estos incluyen dolor, alteración de la sensibilidad, extremidades frías, fatiga / debilidad, problemas de movilidad, úlceras, funcionamiento sexual y progresión de los síntomas. Este estudio también reveló que los pacientes con isquemia crítica y claudicación intermitente después de la intervención se quejaron de algunos de estos síntomas con grados variables<sup>35</sup>.

Además, muchos pacientes con isquemia crítica expresaron su opinión de que la calidad de vida y la gravedad de los síntomas deben considerarse al decidir el momento y el tipo de intervención, ya sea revascularización o amputación. Entre algunos círculos académicos y clínicos, la calidad de vida ha llegado a ser confusamente conocida como cualquier cosa que no sea clínica. Sin embargo, esta revisión indica que, cuando a los

pacientes con EVP se les pregunta, la angustia relacionada con los síntomas es integral para su calidad de vida, y en algunos casos es difícil ver más allá de la angustia del dolor y la falta de movilidad<sup>35</sup>.

Las cuestiones relacionadas con el impacto en el bienestar psicológico incluyeron los siguientes subtemas: falta de control sobre la vida, impacto negativo en la autoestima, autopercepción, impacto en el estado de ánimo, miedo a la amputación, pérdida de independencia y muerte. El impacto de estos problemas difirió entre los pacientes dependiendo de los si sufrían solo síntomas de claudicación, si tenían isquemia grave o si habían sufrido una amputación<sup>35</sup>.

Según Pietraszewski et al<sup>36</sup>, la marcha de los pacientes que fueron diagnosticados con CI se caracteriza por una velocidad menor que la del patrón observado en personas sanas. En comparación con la norma de la marcha, también se encontró una velocidad notablemente menor de la pierna oscilante y longitudes de paso y zancada más cortas. Otras variables cinemáticas de la marcha en pacientes con CI no mostraron diferencias sustanciales con respecto a la norma para personas sanas.

Prestar atención durante el proceso de rehabilitación a las variables cinemáticas y cinéticas de la marcha ayudaría a obtener los efectos de rehabilitación deseados mediante el desarrollo de una técnica de marcha más económica. Los pacientes con CI deben recibir rehabilitación orientada a mejorar la movilidad y aumentar la fuerza muscular en las articulaciones seleccionadas de las extremidades inferiores para aumentar la velocidad de la marcha y la longitud de la zancada<sup>36</sup>.

Según Chan et al<sup>25</sup>, menciona que al igual que con otros órganos afectados por la aterosclerosis sistémica, la enfermedad arterial periférica es altamente progresiva. Un metaanálisis mostró que la progresión de la enfermedad arterial periférica es rápida, con más del 21% de los pacientes con claudicación intermitente progresando a isquemia crónica amenazante de extremidades en 5 años. Todos los pacientes sintomáticos con enfermedad

arterial periférica tuvieron una probabilidad dos veces mayor de mortalidad en 5 años (13% vs 5%).

La enfermedad arterial periférica de las extremidades inferiores es una enfermedad comúnmente encontrada, cuyo diagnóstico a menudo se confunde por sus diferentes presentaciones clínicas. La claudicación es a menudo la queja inicial más común, pero puede confundirse con una larga lista de diferenciales alternativos. La evaluación clínica astuta, un alto grado de sospecha y el uso del cribado del índice de presión tobillo-brazo son esenciales para identificar a los pacientes con enfermedad arterial periférica. La administración temprana de farmacoterapia básica y los cambios en el estilo de vida pueden ser beneficiosos para reducir los eventos vasculares adversos y pueden reducir eficazmente los síntomas de la enfermedad arterial periférica que de otro modo podrían haber sido tratados incorrectamente<sup>25</sup>.

Por otro lado, Campia et al<sup>37</sup>, mencionan que la enfermedad arterial periférica es una manifestación común, pero a menudo no reconocida y subdiagnosticada de la enfermedad vascular aterosclerótica. La claudicación intermitente, la manifestación clásica de la enfermedad arterial periférica, se asocia con una reducción de la calidad de vida y la limitación de la movilidad. Sin embargo, incluso cuando los pacientes con enfermedad arterial periférica no informan síntomas o síntomas atípicos, presentan deterioro funcional y están en riesgo de eventos adversos en las extremidades, incluida la isquemia aguda y crónica de las extremidades que requieren revascularización o amputación. Además, la enfermedad arterial periférica se asocia con un alto riesgo de eventos aterotrombóticos sistémicos, incluyendo infarto de miocardio, accidente cerebrovascular y muerte cardiovascular.

Los análisis de grandes ensayos clínicos han demostrado que el uso de estatinas y ACE-Is reduce el riesgo cardiovascular en pacientes con enfermedad arterial periférica, con efectos menos claros para las terapias antiplaquetarias. Además, tanto la terapia antitrombótica de dosis baja en asociación con aspirina como la reducción de lípidos con un

inhibidor de PCSK9 se asocian con la reducción de los eventos adversos cardiovasculares y de las extremidades. La implementación de estas terapias sigue siendo un desafío debido al costo y la carga de la polifarmacia. Se necesitan más estudios para identificar a los pacientes con enfermedad arterial periférica que se beneficiarán más de estos avances<sup>37</sup>.

Para Valente et al<sup>38</sup>, la aterosclerosis es una enfermedad cardiovascular crónica inflamatoria, causada por una lesión en la pared íntima dentro del vaso sanguíneo. Su progresión está marcada por un medio proinflamatorio inducido por la trans migración de monocitos y la diferenciación en macrófagos M1, que secretan citoquinas proinflamatorias. El ejercicio físico es un enfoque no farmacológico eficaz para retrasar y prevenir la aterosclerosis, probablemente a través de adaptaciones positivas en las vías inflamatorias. Estos efectos se observan principalmente tras la liberación de las mioquinas IL-6 e IL-10, que bloquean la actividad de las células Th1 y activan la función de las células Th2.

El vínculo práctico entre el ejercicio físico y el tratamiento y la prevención de la aterosclerosis es claro, aunque aún no se han desarrollado prescripciones específicas de ejercicio para alterar de manera óptima la función de las células inmunes. Además, la interacción directa e indirecta entre varias mioquinas y el sistema inmunológico hace que el trabajo futuro en el campo de la inmunología del ejercicio sea emocionante<sup>38</sup>.

#### **4.2 Adaptaciones fisiológicas que genera el ejercicio en pacientes con claudicación intermitente y la mejora en su condición de salud.**

Gardner et al<sup>30</sup>, describe que un hallazgo novedoso primario de este análisis exploratorio fue que tanto el ejercicio en el hogar como los programas de ejercicio supervisado disminuyeron la apoptosis de células endoteliales cultivadas. Además, el programa de ejercicio en el hogar provocó un aumento en la capacidad antioxidante circulante y VEGF-A y una disminución en E-selectina y glucosa en sangre. Nuestros resultados de reducción de la apoptosis de las células endoteliales después de programas de

ejercicio supervisados y en el hogar apoyan la noción de que los ciclos crónicos de isquemia y reperfusión de tres meses de entrenamiento físico provocan un estímulo isquémico precondicionado, lo que resulta en una reducción general de la apoptosis endotelial.

Dado que previamente hemos encontrado que la glucosa en ayunas elevada en pacientes con EVP sintomática se asocia con la circulación periférica, la capacidad de caminar percibida por el paciente, la calidad de vida relacionada con la salud y el comportamiento sedentario, la reducción de la glucosa en sangre después del ejercicio domiciliario tiene una importancia clínica particular para estos pacientes. Estos resultados están respaldados por informes previos de que la diabetes afecta la microcirculación, y el síndrome metabólico afecta el ITB y las distancias de claudicación en pacientes con EVP<sup>30</sup>.

En el estudio actual, el hecho de que el entrenamiento físico en el hogar monitoreado mejoró los marcadores circulantes de capacidad antioxidante, angiogénesis, inflamación derivada del endotelio y glucosa en sangre sugiere que un programa de ejercicios en el hogar, generalmente realizado a una intensidad de ejercicio más baja que una cinta de correr supervisada tradicional. programa de entrenamiento, se puede utilizar para mejorar estos biomarcadores<sup>30</sup>.

E Rodriguez, I Sylva<sup>16</sup>, están de acuerdo que es evidente que el entrenamiento con ejercicios, como la ECA, tiene dos aspectos importantes en los pacientes con CI. En primer lugar, la ECA está constituida por ejercicios agudos con fenómenos repetitivos de isquemia-reperfusión. Estas agresiones parecen estar asociadas con un aumento de la respuesta inflamatoria y el estrés oxidativo que puede agravar la función endotelial, una masa muscular reducida y perjudicar la función mitocondrial. En segundo lugar, la ECA confiere un efecto a largo plazo que, en última instancia, es responsable de los beneficios en la capacidad de caminar y en la morbilidad cardiovascular. Este efecto parece estar relacionado con una mejora del estado inflamatorio, una mejora de la función endotelial, un aumento de la angiogénesis y un cambio de las fibras musculares.

El deterioro de la capacidad de caminar es la consecuencia más obvia de la CI que obliga a los pacientes a detener su marcha debido a la aparición de dolor. Asociado a este síntoma, los pacientes pueden ver afectadas sus actividades de la vida diaria ya sea por limitar el dolor o por el temor de que este dolor surja, lo que justifica una reducción de la calidad de vida en este grupo<sup>16</sup>.

La terapia de ejercicio supervisado es una piedra angular en el tratamiento de los pacientes con CI. Este hecho es corroborado por las recomendaciones de las guías más importantes y numerosos ensayos clínicos aleatorizados. La TES se asocia a adaptaciones locales y sistémicas no completamente comprendidas, lo que conduce a un aumento de la capacidad de caminar y a la consecuente mejoría de la calidad de vida de los pacientes<sup>16</sup>.

Aunque en un estudio realizado mostraron un aumento en el ITB, un valor importante para la EVP, el grueso de la literatura no encontró cambios significativos en este parámetro, ya sea en el ITB en reposo o en el ITB postejercicio. Estos resultados hacen menos probable que un cambio en la macro circulación fuera responsable de la mejora en el rendimiento al caminar. La función endotelial, evaluada por la FMD, parece tener un cambio positivo con la TES. Sólo un estudio no describió mejoras en la FMD<sup>16</sup>.

Los autores defienden sus resultados basándose en las técnicas utilizadas, aunque, de los estudios mencionados, sólo un estudio ha demostrado una mejoría en la vasodilatación mediada por flujo, utilizando una técnica diferente (oclusión del manguito proximal). De hecho, parece ser un efecto sistémico de la TES en la función endotelial que aún no se explica completamente. Si por un lado los estudios sobre sustancias vasoactivas no son concluyentes, por otro, la mejora de los marcadores inflamatorios sugiere que existe un efecto antiinflamatorio a largo plazo con TES. Dados los muchos mecanismos involucrados y la compleja fisiopatología de la disfunción endotelial, esta reducción del estado inflamatorio puede ser un factor importante para mejorar otros reguladores de la función endotelial<sup>16</sup>.

Leardini-Tristao et al<sup>39</sup>, concluyen que la EVP y el daño por isquemia-reperfusión no se limitan a las extremidades inferiores, y se pueden observar efectos nocivos

significativos en el cerebro. En particular, los pacientes con EVP a menudo presentan disfunciones cognitivas, relacionadas con su grado de EVP como se infiere de la relación entre el índice tobillo-brazo y el nivel cognitivo. Los mecanismos y vías que unen la periferia y el SNC aún están bajo investigación, pero el estrés oxidativo y la inflamación parecen desempeñar un papel clave.

El ejercicio físico ya puede considerarse como una opción terapéutica eficiente, reduciendo las disfunciones cognitivas relacionadas con la EVP, potencialmente a través de la secreción de mioquinas inducida por el ejercicio y la mejora del fenotipo antiinflamatorio microglial. La reducción del factor de riesgo cardiovascular, la mejora de la función endotelial, la disminución de la inflamación y el estrés oxidativo también deben participar en los efectos beneficiosos del ejercicio en pacientes que sufren de EVP<sup>39</sup>.

Ritti-Dias et al<sup>40</sup>, indican que el ejercicio ha sido una piedra angular para el tratamiento clínico en pacientes con EVP. Estudios recientes han mejorado sustancialmente nuestro conocimiento sobre el papel del ejercicio en la función cardiovascular en pacientes con EVP sintomática. Los estudios indican que el ejercicio en diferentes modalidades puede promover efectos positivos agudos y crónicos sobre la función cardiovascular en estos pacientes.

Aunque el ejercicio parece inducir una adaptación beneficiosa a diferentes parámetros cardiovasculares, no sabemos qué tipo de modalidad es más favorable y si el ejercicio puede disminuir la mortalidad cardiovascular en estos pacientes. Finalmente, se necesitan estudios futuros para investigar los efectos agudos y crónicos de otras modalidades de ejercicio, especialmente los modos no dolorosos, sobre la función cardiovascular en pacientes con EAP sintomática<sup>40</sup>.

Andrade-Lima et al<sup>41</sup>, indican que los hallazgos de este estudio fueron que, en pacientes con CI, 12 semanas de entrenamiento de caminata submáxima: I) aumento de la capacidad de marcha; II) mejoró la función cardiovascular; III) aumento de la biodisponibilidad sistémica y local del óxido nítrico; IV) disminución del estrés oxidativo

sistémico y local; y V) disminución de la inflamación sistémica y local (disminución de la PCR en sangre, ICAM y VCAM; disminución de la IL-6 y PCR muscular; y atenuación del aumento de TNF-a en sangre y TNF-a muscular, ICAM y VCAM).

Como era de esperar, el protocolo de entrenamiento de caminata submáximo empleado mejoró la capacidad de marcha y la función cardiovascular. Las mejoras de DQO y distancia de caminata máxima (75,5 y 65,5%, respectivamente) fueron similares a las obtenidas con los protocolos de prueba de caminata máxima supervisada. Además, la disminución de  $10 \pm 2$  mmHg en la PAS obtenida en este estudio puede tener impacto clínico ya que una reducción de 5 mmHg se asocia con una disminución de la incidencia de eventos cardiovasculares. Del mismo modo, los estudios que utilizaron otros protocolos de marcha basados en la velocidad umbral del dolor individual también informaron claudicación positiva, adaptación funcional y hemodinámica corroborando la aplicabilidad de protocolos que evitan la isquemia máxima para el manejo de pacientes con CI<sup>41</sup>.

La novedad de la presente investigación fueron los beneficios del WT sobre la biodisponibilidad del NO, el estrés oxidativo y la inflamación. Los aumentos en el NO plasmático y el eNOS muscular sugieren un efecto global de CT, mejorando la biodisponibilidad de NO en todo el cuerpo. La respuesta sistémica al NO es similar a la de estudios previos. Sin embargo, los hallazgos actuales ampliaron este conocimiento a los niveles de ARNm de eNOS dentro del músculo afectado por la EAP. Es posible que el aumento del estrés de cizallamiento local dentro de los músculos activos durante la marcha aumente la expresión del gen eNOS, lo que lleva a la producción de NO y la liberación a la sangre. Estas respuestas pueden mejorar la función endotelial, contribuyendo a una mejora en la capacidad de caminar y un mejor pronóstico cardiovascular<sup>41</sup>.

CT también aumentó la defensa antioxidante sistémica y local, como lo demuestran los aumentos en las actividades de SOD y CAT en sangre y la actividad muscular de CAT. Estos aumentos pueden haber evitado el aumento del estrés oxidativo observado en el grupo de CO (es decir, el aumento de LPO), lo que refleja un efecto beneficioso de CT sobre la

homeostasis redox. Estudios previos informaron resultados controvertidos con respecto a los efectos de CT en los biomarcadores de estrés oxidativo evaluados en la sangre<sup>41</sup>.

Por lo tanto, los resultados actuales amplían este conocimiento al demostrar que el WT submáximo fue capaz de aumentar la defensa antioxidante y prevenir el aumento del estrés oxidativo no solo en la sangre sino también en el músculo. Es interesante observar que, aunque la actividad de TAC aumentó tanto en sangre como en músculo, la actividad de SOD muscular no aumentó. El aumento de la actividad de SOD después del entrenamiento se observó principalmente en músculos compuestos predominantemente de fibras oxidativas<sup>41</sup>.

Como los pacientes con CI tienen fibras oxidativas reducidas dentro de los músculos afectados, esta característica puede explicar, al menos en parte, la ausencia de aumento en la actividad de SOD muscular después de CT. No se investigaron los mecanismos por los cuales CT aumentó la respuesta antioxidante, pero se ha sugerido que el estrés oxidativo generado durante la marcha puede activar vías que conducen a la adaptación crónica<sup>41</sup>.

También se ha descrito previamente una reducción de la inflamación sistémica con WT y el presente estudio amplía este hallazgo al músculo afectado por la enfermedad, la principal fuente potencial de inflamación en IC. Los mecanismos responsables de esta adaptación antiinflamatoria estaban fuera del alcance de este estudio. Sin embargo, una reducción en las células inmunes circulantes relacionadas con mediadores inflamatorios puede estar involucrada, ya que se informó que el entrenamiento aeróbico disminuye el número de monocitos circulantes y disminuye la producción de TNF- $\alpha$ <sup>41</sup>.

Potencialmente, CT puede inhibir la liberación de citoquinas, ya que las contracciones musculares aumentan la IL10 de las células T reguladoras, lo que inhibe la expresión de citoquinas proinflamatorias. Además, la mejora de la capacidad de caminar puede promover menos episodios de isquemia y reperfusión a lo largo del día, lo que resulta en menos inflamación local. Finalmente, la mejora en el estrés oxidativo también puede afectar la disminución de la inflamación.

Los efectos de la prueba de caminata sobre la biodisponibilidad del NO, el estrés oxidativo y la inflamación pueden tener implicaciones clínicas importantes para los pacientes con CI. El aumento de la biodisponibilidad del NO puede mejorar la función endotelial, el flujo sanguíneo y la capacidad vasodilatadora, contribuyendo a aumentar la capacidad de caminar, la movilidad y la vida independiente. Como la disfunción endotelial, el estrés oxidativo y la inflamación se asocian con morbimortalidad y progresión de la enfermedad en la CI, su mejoría puede reducir el riesgo cardiovascular y mejorar el pronóstico. Por lo tanto, el presente estudio proporcionó evidencia novedosa (sistémica y local) sobre los efectos beneficiosos de una prueba de caminata submáximo sobre factores clave asociados con la progresión de la EVP y el riesgo cardiovascular<sup>41</sup>.

La principal implicación práctica de los presentes resultados es apoyar el uso de protocolos de prueba de caminata (PC) submáxima en pacientes con EVP e CI. La PC máxima (es decir, síntomas de claudicación casi máxima) se ha recomendado consistentemente para la práctica clínica debido a la mejora de la capacidad de marcha obtenida. Sin embargo, los altos niveles de dolor, isquemia y reperfusión inducidos por el esfuerzo máximo aumentan el estrés oxidativo y la inflamación durante y después de caminar, lo que puede favorecer el proceso aterosclerótico, contribuyendo al progreso de la EVP. Al demostrar que un protocolo de PC submáximo puede aumentar la capacidad de caminar y mejorar el estrés oxidativo y la inflamación, los resultados actuales apoyan su uso en el tratamiento clínico de la EVP y la CI como sugieren las directrices recientes de la Society for Vascular Surgery/American College of Cardiology/American Heart Association. Sin embargo, los estudios futuros deben comparar directamente los efectos máximos y submáximos de los protocolos de PC sobre estos resultados<sup>41</sup>.

En conclusión, 12 semanas de PC en un umbral de intensidad de dolor mejoran la biodisponibilidad del NO y disminuyen el estrés oxidativo sistémico y local y la inflamación en pacientes con EVP e CI<sup>41</sup>.

Pasqualini et al<sup>42</sup>, describen que los resultados muestran que un programa estructurado de entrenamiento domiciliario de 12 semanas puede inducir un aumento

significativo en el número de células endoteliales progenitoras circulantes, asociado con una mejora de la FMD braquial y la capacidad de caminar, en pacientes con CI. Además, observamos que un ejercicio isquémico de un solo esfuerzo se asocia con un aumento en las micropartículas endoteliales circulantes, seguido de un aumento en las células endoteliales progenitoras. Curiosamente, el aumento de micropartículas endoteliales y las células endoteliales progenitoras se correlacionó inversamente con el tiempo de caminata sin dolor, lo que sugiere que la isquemia inducida por el ejercicio podría ser el factor desencadenante de la activación del endotelio. Esta hipótesis está en línea con la evidencia reciente, señalando el papel de la hipoxia como un posible factor desencadenante para la liberación de micropartículas endoteliales.

Además, estas variaciones se correlacionan entre sí, lo que sugiere que una activación del endotelio ocurre poco después del esfuerzo físico, lo que posteriormente conduce a un reclutamiento de EPC de la médula ósea<sup>42</sup>.

Cada vez hay más pruebas de que los EMP podrían participar activamente en la comunicación de célula a célula y la reparación vascular. Poco se sabe sobre el papel de las micropartículas en la fisiopatología de la EVP, excepto que los EVP aumentan en pacientes con EVP. Estudios previos en individuos sanos no informaron ningún cambio, o incluso una reducción, de los EMP circulantes después de un solo esfuerzo físico de intensidad moderada a alta, mientras que la inactividad física se asocia con su aumento. En pacientes con enfermedad arterial coronaria, no se ha descrito ningún cambio o un aumento. Hasta donde sabemos, ningún estudio previo ha explorado los efectos de la actividad física aguda sobre los EMP en la EVP<sup>42</sup>.

Varios autores propusieron que la actividad física es un inductor de la movilización de EPCs desde la médula ósea. Se han propuesto múltiples mecanismos para explicar este efecto, incluido el efecto de la nitroxia sintasa endotelial y el factor 1 inducible por hipoxia en la médula ósea, la inhibición de citoquinas proinflamatorias y mielosupresoras y la regulación positiva de  $\beta$  Receptores 2-adrenérgicos. En un estudio observaron un aumento en el recuento de CPE en pacientes con EVP después de un programa de entrenamiento físico

de 4 semanas. Sin embargo, ningún estudio previo ha reportado una asociación significativa entre la movilización de CPE y la mejora de la capacidad de caminar en pacientes con EVP<sup>42</sup>.

De acuerdo con los resultados, se puede plantear la hipótesis de que la movilización de CPE podría contribuir a la mejora de la capacidad de caminar en pacientes con CI sometidos a entrenamiento físico estructurado. Las CPE podrían contribuir a la mejora de la capacidad de caminar mediante la promoción de la neoangiogénesis o la restauración de la función adecuada en el endotelio dañado<sup>42</sup>.

En un modelo murino, las micropartículas derivadas del endotelio son capaces de aumentar la capacidad de los EPC para regenerar la capa endotelial y restaurar la producción endotelial de NO, los resultados son consistentes con esta evidencia experimental, y apoyan la hipótesis de una interacción entre EMPs y EPCs, para restaurar la función endotelial adecuada<sup>42</sup>.

En este sentido, se observó una correlación significativa entre el aumento del recuento de CPE y la vasodilatación mediada por flujo (VMF) en el grupo de entrenamiento, apoyando una posible relación entre la movilización de CPE y la mejoría de la VMF en pacientes con CI sometidos a entrenamiento físico estructurado. Sin embargo, el análisis de regresión múltiple no mostró ninguna interacción significativa entre el cambio en los CPE y la FMD. Curiosamente, después de la corrección del aumento en el recuento de CPE, la mejora de la FMD fue el único determinante significativo de la mejora del TMO. Todavía se debate si la función endotelial tiene un papel en la mediación de la mejora de la capacidad de caminar después del entrenamiento físico<sup>42</sup>.

Según nuestros resultados, la mejora de la FMD podría tener un papel relevante, y también sería independiente de la movilización de los CPE. En particular, medimos la FMD en la arteria braquial, que generalmente muestra un grado más bajo de enfermedad aterosclerótica que las arterias de las extremidades inferiores. Por lo tanto, no podemos

excluir un posible efecto regional diferente de la movilización de CPE en arterias con enfermedad aterosclerótica más grave<sup>42</sup>.

El enfoque domiciliario de la actividad física nos impidió ejercer un control estricto sobre el cumplimiento del paciente con el entrenamiento con ejercicios; Sin embargo, la mejora en la capacidad de caminar fue consistente con estudios previos y esto sugiere que la adherencia al profesional de entrenamiento<sup>42</sup>.

Finalmente, no se proporciona evidencia experimental de que las células CD34 + / KDR + puedan madurar en células endoteliales; sin embargo, se ha descrito previamente la asociación entre las células CD34+/KDR+ y la gravedad de la EVP. El protocolo descrito se ha empleado en investigaciones anteriores, produciendo resultados consistentes<sup>42</sup>.

#### **4.3 Aportes que tiene el ejercicio en la calidad de vida y funcionalidad de personas con enfermedad vascular periférica abordados en las instituciones de salud.**

Treat et al<sup>34</sup>, indican que el beneficio de la terapia con ejercicios para los pacientes con claudicación está respaldado por una gran cantidad de evidencia recopilada en los últimos 30 años. La terapia supervisada con ejercicios en cinta rodante que utiliza episodios intermitentes de ejercicio para caminar a niveles moderados a moderadamente graves de dolor por claudicación es la forma de ejercicio que se ha estudiado más para los pacientes con EVP y claudicación. Sin embargo, la evidencia más reciente muestra que las modalidades distintas del ejercicio supervisado en cinta rodante, incluyendo H-BEx, ergometría de brazos, ciclismo de piernas y quizás entrenamiento de resistencia, también pueden mejorar el rendimiento al caminar y la CVRS en pacientes con EVP.

Los estudios futuros deben centrarse en identificar programas de ejercicio óptimos para los pacientes con EVP y delinear las vías biológicas por las cuales el ejercicio mejora el

rendimiento al caminar en la EVP. Dada la magnitud de los beneficios y la seguridad relativa del ejercicio para los pacientes con EVP, se deben hacer esfuerzos para que el ejercicio sea accesible para todos los pacientes con EVP que puedan hacer ejercicio<sup>34</sup>.

Schieber et al<sup>43</sup>, en su estudio caracterizaron y proporcionaron una mirada en profundidad a la función de las extremidades en pacientes con claudicación intermitente antes y seis meses después de la participación en TES como primera línea de tratamiento, antes y después del inicio de la claudicación. Este estudio también evaluó si los parámetros de la marcha mejoraron junto con los resultados del cuestionario, las distancias de caminata, el ITB y la fuerza del tobillo después de la intervención.

Otros estudios han utilizado cinemática articular sola, o cinemática y fuerzas máximas parciales. El estudio actual proporcionó una evaluación funcional más completa de los efectos de un TES estandarizado para aumentar las distancias de caminata en pacientes con EVP. También incluyó la evaluación de los déficits primarios previamente identificados como factores clave subyacentes a las adaptaciones de la marcha en pacientes claudicantes con EVP<sup>43</sup>.

Describen que en seis meses de TES produjeron aumentos significativos en las distancias de caminata en cinta rodante de pacientes con claudicación. Estos aumentos fueron consistentes con mejoras concurrentes en la biomecánica de la marcha a nivel del tobillo y la cadera. La TES produjo el fortalecimiento de los músculos extensores de la cadera y los músculos flexores plantares del tobillo y este fortalecimiento parece ser el principal mecanismo que produce las mejoras de la capacidad de caminar de los pacientes con claudicación<sup>43</sup>.

Hageman et al<sup>11</sup>, indican que la evidencia de calidad moderada y alta muestra que la TES proporciona un beneficio importante para la distancia de caminata medida en cinta

rodante (CMCR) en comparación con terapia con ejercicios en el hogar y consejos para caminar, respectivamente. Aunque no se ha demostrado definitivamente su relevancia clínica, este beneficio se traduce en un aumento de la CMCR de 120 y 210 metros a los tres meses en los grupos TES. Es probable que este aumento de las distancias de caminata tenga un impacto positivo en la vida de los pacientes con CI. Los investigadores detectaron algunas mejoras en la calidad de vida que favorecieron la TES sobre los consejos para caminar, pero los análisis estuvieron limitados por el escaso número de estudios y participantes.

Es probable que este aumento de las distancias de caminata tenga un impacto positivo en la vida de los pacientes con CI. Los datos no proporcionan pruebas claras de una diferencia entre HBET y WA. Los ensayos no muestran diferencias claras en los parámetros de calidad de vida ni en el deterioro funcional autoinformado entre la TES y el HBET. Sin embargo, la evidencia es de calidad baja y muy baja, respectivamente. Los investigadores detectaron algunas mejoras en la calidad de vida a favor de la SET sobre la WA, pero los análisis estuvieron limitados por el escaso número de estudios y participantes<sup>11</sup>.

McDermort<sup>4</sup> indica que múltiples ensayos clínicos aleatorizados demuestran que el ejercicio supervisado en cinta rodante mejora significativamente el rendimiento al caminar en la cinta rodante en personas con EVP y síntomas de claudicación intermitente. Un metaanálisis de 25 ensayos aleatorios demostró un aumento de 180 metros en la distancia de caminata en la cinta rodante en respuesta a las intervenciones supervisadas de ejercicio en cinta rodante, en comparación con un grupo de control sin ejercicio. El ejercicio supervisado en cinta rodante ha sido inaccesible para muchos pacientes con EVP debido a la falta de cobertura de seguro médico.

Los programas efectivos de ejercicios en el hogar incorporan intervenciones de cambio de comportamiento, como un entrenador remoto, establecimiento de metas y autocontrol. Los programas supervisados de ejercicios en cinta rodante mejoran preferentemente el rendimiento de caminar en la cinta rodante, mientras que los programas

de ejercicios para caminar en el hogar mejoran preferentemente la caminata por el pasillo, como la prueba de caminata de seis minutos. La evidencia de los ensayos clínicos también apoya el ejercicio de ergometría de brazos o piernas para mejorar la resistencia a caminar en personas con EVP. El ejercicio de caminar en cinta parece superior al entrenamiento de resistencia solo para mejorar la resistencia al caminar<sup>4</sup>.

Seed et al<sup>44</sup>, en su estudio indican que las recomendaciones actuales indican que los pacientes con CI deben hacer ejercicio con dolor moderado a máximo para obtener mejoras óptimas en la CMCR, aunque faltan pruebas que comparen diferentes intensidades de dolor. El objetivo fue considerar la evidencia para el ejercicio prescrito a diferentes niveles de dolor por claudicación. Aunque sólo se identificaron dos ECA, los resultados indican que el ejercicio sin dolor puede ser tan beneficioso como el ejercicio prescrito a niveles moderados de dolor por claudicación para mejorar el rendimiento al caminar.

Según Bouwens et al<sup>45</sup>, en su estudio, muestran que un enfoque TES primero para pacientes con lesiones principalmente por debajo de la arteria femoral común resultó en la ausencia de intervención invasiva del 90% después de 1 año y del 82% después de 2 años de seguimiento. En contraste, en pacientes principalmente revascularizados por lesiones del tracto ilíaco o la arteria femoral común, la ausencia de intervención adicional a 1 año fue del 78% y disminuyó aún más con el tiempo.

El único ECA de alta calidad publicado en este campo durante el período de inclusión del presente estudio no encontró diferencias en la efectividad entre la angioplastia transluminal percutánea y la TES, independientemente del nivel de enfermedad arterial. Además, la guía ACC/AHA de 2005 establecía que se indicaba un procedimiento endovascular cuando había una relación riesgo-beneficio favorable; Por ejemplo, en caso de enfermedad oclusiva aortoiliaca focal<sup>45</sup>.

En contraste con la revascularización de una lesión arterial singular que proporciona alivio temporal de los síntomas, la TES puede mejorar la claudicación con el tiempo al mejorar la fuerza muscular, la eficiencia y el rendimiento de ambas extremidades inferiores. Recientemente se ha demostrado que una combinación de terapia endovascular y TES es aún más efectiva para mejorar la distancia de caminata que la TES solamente, al menos a 1 año de seguimiento<sup>45</sup>.

Además, Lane et al<sup>13</sup>, mencionan que los datos presentados en esta actualización generalmente confirman los hallazgos de versiones anteriores de esta revisión: que el ejercicio tiene un efecto positivo significativo sobre los tiempos de caminata y las distancias de caminata en los pacientes considerados aptos para la intervención con ejercicios, en comparación con placebo o atención habitual. Aunque la mayoría de los estudios examinaron los resultados a los tres o seis meses, es importante señalar que este beneficio parece mantenerse hasta dos años.

Las mejoras medias en la distancia de caminata y el tiempo de caminata con el ejercicio fueron clínica y estadísticamente significativas; Sin embargo, en la mayoría de los casos, los datos no se distribuyeron normalmente. Algunos individuos respondieron con una mejoría de magnitud considerablemente mayor que la media, mientras que otros respondieron menos bien, lo que puede reflejar el cumplimiento variable de los programas de ejercicio. Los programas exitosos generalmente comprenden fisioterapia con ejercicio supervisado dos o tres veces por semana durante 30 a 60 minutos, o en caminar, ejercicios para las piernas o entrenamiento en cinta rodante. Algunos programas alentaron el ejercicio adicional en el hogar<sup>13</sup>.

Se utilizó el cambio porcentual desde el inicio para permitir una comprensión más holística del cambio en la capacidad de caminar. Estos parámetros adicionales han demostrado un aumento tanto en la claudicación inicial como en los cambios máximos en el porcentaje de caminata, de acuerdo con los cambios documentados para la distancia y el

tiempo de caminata de claudicación inicial, así como para la distancia y el tiempo máximos de caminata. Cabe destacar que el uso de datos combinados permitió la inclusión de 15 estudios y una cohorte más grande de participantes en el análisis<sup>13</sup>.

Los datos relacionados con el índice tobillo-brazo (ITB) y con otros resultados importantes son escasos. Los investigadores no proporcionaron datos sobre eventos cardiovasculares no mortales y datos no concluyentes con respecto a la mortalidad y la amputación<sup>13</sup>.

Parmenter et al<sup>46</sup>, indican que los pacientes con EVP tienen una fuerza y función reducidas en las piernas. Este estudio ha demostrado que el entrenamiento de resistencia mejora la fuerza de las piernas y tanto el suelo plano como las distancias de caminatas graduadas en personas con EVP. Además, los programas supervisados de entrenamiento con resistencia (ER) también pueden mejorar cada uno de los factores de riesgo individuales de enfermedad cardiovascular en adultos mayores sanos. Por lo tanto, los ensayos de entrenamiento de resistencia en personas con EVP justifican una investigación adicional para identificar si las diferentes prescripciones (es decir, ajustar la frecuencia y la intensidad) pueden ser más efectivas en pacientes individuales con EVP con perfiles de riesgo cardiovascular variados.

Este análisis ha demostrado que la TR sola mejora la capacidad de caminar para las personas con EVP. Los mecanismos subyacentes a estos efectos se han explorado en pocos estudios. La TR aumenta la masa muscular y la fuerza muscular, medidas que ya están reducidas en pacientes con EVP. Este metaanálisis incluyó estudios que mostraron una fuerte asociación entre los cambios en los niveles de fuerza y los cambios en la capacidad de caminar después de la TR, lo que sugiere que las ganancias de fuerza conducen a un mayor reclutamiento de fibra muscular durante la marcha, reduciendo así el costo energético de caminar. Sin embargo, como sólo cuatro estudios incluidos en este análisis informaron los resultados de las pruebas de fuerza, fue difícil explorar esta relación<sup>46</sup>.

El ejercicio para caminar se ha recomendado como el modo primario de ejercicio para los pacientes con EVP. Por lo tanto, la comparación del ejercicio para caminar versus la TR es útil para comprender los efectos de la TR en comparación con este modo de ejercicio estándar de oro para los pacientes con EVP. Este metaanálisis indicó efectos secundarios de los ejercicios de caminata en comparación con la TR<sup>46</sup>.

Sin embargo, cuando se realizaron análisis de subgrupos, la TR de alta intensidad produjo aumentos similares en la capacidad de caminar evaluados durante una prueba de cinta rodante graduada máxima en comparación con el entrenamiento de caminata. Aunque no fue posible comparar los efectos de la TR versus el entrenamiento de la marcha durante el PC-6M porque hubo muy pocos estudios, los efectos similares de la TR de alta intensidad en comparación con el entrenamiento de la marcha evaluado durante las pruebas graduadas de la cinta de rodadura indican que la TR de alta intensidad puede ser un tratamiento alternativo factible de la marcha para los pacientes con EVP. Esto podría ayudar a mejorar la adherencia de los programas de ejercicio, dado que los pacientes han informado que la RT es menos dolorosa que el entrenamiento para caminar<sup>46</sup>.

Cuando se examinaron qué elementos de las intervenciones se asociaron con mejoras grandes y significativas en la capacidad de caminar, la TR de alta intensidad de la parte inferior del cuerpo fue el elemento más efectivo. Los ejercicios centrados en la parte inferior del cuerpo (músculos de la pantorrilla, cuádriceps, isquiotibiales y glúteos) se incluyeron en las intervenciones con los efectos más grandes<sup>46</sup>.

Las comparaciones adicionales de la intensidad de la TR se verificarían mejor con comparaciones directas (es decir, moderada 60% 1MR versus alta intensidad [80% 1MR]) dentro de los ensayos. Sólo un estudio lo ha hecho hasta la fecha, cuyos resultados mostraron la ineficacia del entrenamiento de baja intensidad (30% 1MR) frente a la eficacia del

entrenamiento de alta intensidad (80% 1MR). Otros elementos de la prescripción de ejercicios, como la frecuencia de las sesiones de entrenamiento, la duración del programa y si los ejercicios de todo el cuerpo son más beneficiosos que los miembros inferiores, siguen sin estar claros y deben probarse explícitamente<sup>46</sup>.

#### **4.4 Importancia de la propuesta de una guía técnica para el diseño de programas de ejercicio para la rehabilitación de pacientes atendidos en instituciones de salud costarricenses.**

Blears et al<sup>47</sup> describen que dado que la prevalencia de la EVP aumenta con la edad avanzada y el envejecimiento de la población está aumentando a nivel mundial, es muy probable que la prevalencia de la EVP continúe aumentando, lo que supone una carga significativa para los sistemas de atención médica. Los metaanálisis anteriores y las guías clínicas actuales han subrayado la eficacia del entrenamiento físico para mejorar la capacidad de caminar de la EVP, especialmente de la terapia supervisada de caminar en cinta rodante. Aunque el ejercicio estructurado en el hogar también mejora el rendimiento al caminar en pacientes con EVP, la evidencia sugiere que los efectos de la TES son superiores.

En la presente revisión sistemática y el metaanálisis que realizaron, tuvieron como objetivo verificar la eficacia de la TR supervisada para mejorar la capacidad funcional en pacientes con EVP y como una modalidad alternativa al entrenamiento supervisado de caminata / aeróbico, y examinar si las adaptaciones ocurren a nivel vascular y / o del músculo esquelético. Nuestro trabajo confirma los hallazgos de un metaanálisis previo al demostrar que la TR supervisada mejora la capacidad de caminar de los pacientes con EVP y, a intensidad moderada a alta, puede ofrecer una alternativa a caminar cuando esa no es una opción. Sin embargo, los mecanismos que sustentan el efecto beneficioso de la TR sobre el estado funcional, si las adaptaciones inductoras a nivel vascular y/o del músculo esquelético están poco estudiadas y no se pueden determinar sobre la base de la evidencia actual<sup>47</sup>.

Para examinar qué medida potencialmente los efectos beneficiosos de la TR supervisada sobre la capacidad de caminar, se revisó sistemáticamente la bibliografía publicada para conocer los efectos de la TR sobre la fuerza muscular y los resultados vasculares. Como enfermedad oclusiva aterosclerótica, el deterioro funcional asociado con la EVP se origina en la limitación del flujo sanguíneo a las extremidades inferiores y se extiende a anomalías estructurales y metabólicas en el músculo esquelético. Las estrategias terapéuticas como la TES pueden dirigirse tanto a los componentes hemodinámicos (sistémicos y locales) como al tejido muscular esquelético (local). Aunque la TES sola no puede restaurar el ITB, se ha demostrado que aumenta el flujo sanguíneo microvascular y la utilización de oxígeno en el músculo esquelético en ejercicio<sup>47</sup>.

La modalidad de ejercicio se ha convertido en un enfoque en la ciencia clínica del ejercicio en términos de determinar si un modo de ejercicio es más eficaz y / o más factible. En consecuencia, se examinó cómo la TR se compara con el ejercicio aeróbico supervisado, que para todos los estudios identificados e incluidos fue caminar en cinta rodante a intervalos, de acuerdo con las recomendaciones de las guías de expertos. Las estimaciones agrupadas para la capacidad de caminar fueron mayores después de caminar en cinta rodante que TR, especialmente cuando el rendimiento se probó en la cinta de correr<sup>47</sup>.

Siercke et al<sup>15</sup>, indican que este estudio es la primera investigación de las experiencias de los pacientes con CI de participación en un programa de rehabilitación basado en la comunidad y arroja luz sobre cómo varios componentes del programa ayudaron y guiaron a los pacientes a realizar cambios en el comportamiento de salud. Las guías de la Sociedad Europea de Cardiología recomiendan que los pacientes con CI reciban TES, pero no está disponible en todas partes y faltan recomendaciones concretas para diseñar e implementar intervenciones en la guía.

Una declaración científica de la American Heart Association sobre los programas de ejercicio óptimos para pacientes con EVP proporciona una gran cantidad de orientación

en diferentes tipos de modos de ejercicio y recomienda que los estudios futuros se centren en identificar programas de ejercicio óptimos para los pacientes con EVP; delinear las vías biológicas por las cuales el ejercicio mejora el rendimiento al caminar en la EVP<sup>15</sup>.

Este estudio contribuye con perspectivas significativas de pacientes con CI que participaron en un programa de rehabilitación a medida, y se sugiere que el conocimiento de estas perspectivas puede ser incorporado en el desarrollo posterior de directrices sobre el diseño e implementación de intervenciones<sup>15</sup>.

El tema de la comunidad compartida que se encuentra en el presente estudio ilumina las descripciones de los pacientes de cómo el ejercicio en grupos los invitó a compartir historias de éxito con sus compañeros y compartir información sobre el manejo de la incomodidad del ejercicio. La perspectiva teórica sobre la autoeficacia postula que la sensación de estar con otros con la misma condición apoya la capacidad del individuo para hacer cambios y, por lo tanto, una comunidad compartida podría ser un factor motivacional para aumentar la autoeficacia de los pacientes<sup>15</sup>.

El estudio demostró que estar con otras personas que experimentan que los cambios en la salud son posibles fue un factor motivacional que guió a los participantes a aumentar la autoeficacia y hacer cambios en el comportamiento de salud por sí mismos. Además de esto, los relatos de los participantes de estar "en el mismo barco" destacaron cómo experimentaron que la comunidad en el grupo condujo a sentimientos de mayor confianza personal en la realización del ejercicio<sup>15</sup>.

Un estudio de ejercicio grupal para pacientes con cáncer iluminó la continuación de esto, cómo los pacientes obtuvieron acceso a recursos derivados de la interacción humana en el grupo de ejercicio, y cómo su enfermedad y tratamiento se volvieron más fáciles de manejar cuando se compartieron con otros en la misma situación<sup>15</sup>.

Los participantes describieron cómo durante la intervención pudieron superar sus propios límites y pudieron continuar caminando y haciendo ejercicio a pesar del dolor cuando el fisioterapeuta los alentó y apoyó. Los participantes en este estudio expresaron la importancia del apoyo social, la interacción dinámica y el conocimiento de observar a otros como factores motivacionales para hacer ejercicio y controlar su dolor en las piernas. Estos aspectos podrían arrojar luz sobre cómo las personas con CI pueden superar sus propios límites, desarrollar y adaptar nuevos hábitos para posponer el dolor en función de sus resultados positivos percibidos. Los participantes "tomando acción" impactaron positivamente su creencia en sus propias habilidades, así como la posibilidad de una mayor autoeficacia, como se describe en la teoría de la autoeficacia<sup>15</sup>.

La premisa básica de la teoría cognitiva de Banduras Social es que las personas aprenden no solo a través de sus propias experiencias, sino también observando las acciones de los demás y los resultados de esas acciones. En este estudio, el autocontrol, el refuerzo y la autoeficacia incluyeron el establecimiento de metas, el autocontrol y la contratación conductual. El participante fue tanto un agente para el cambio como un respondedor para el cambio. De acuerdo con la teoría, la Intervención no solo se dirigió a individuos, sino que también se vio afectada por factores interpersonales, organizacionales y ambientales que influyen en el comportamiento de salud<sup>15</sup>.

El tema impulsado por un podómetro y profesionales de la salud ilumina cómo el podómetro fue percibido como una fuerte herramienta motivadora para los participantes cuando se adaptan a la actividad física, y además, los participantes describieron cómo se sentían importantes porque los profesionales de la salud los estaban esperando. Sentirse estimulado y al mismo tiempo esperado e importante fue particularmente motivador. El entorno local fue importante porque asistir a un programa de ejercicio supervisado más distante en el hospital puede ser difícil para los pacientes debido al tiempo dedicado al transporte y la logística. El entorno local también fue importante como factor de autoeficacia

motivacional, ya que el entorno local creó un sentido de comunidad. McDermott y sus colegas encontraron que la intervención en la comunidad local podría mejorar la motivación y la adherencia de los pacientes<sup>15</sup>.

Esos hallazgos pueden desarrollarse aún más en relación con el presente estudio aplicando la teoría de Bandura sobre la autoeficacia. De acuerdo con esto, el apoyo en la comunidad local importa, no solo por los factores logísticos mencionados anteriormente, sino porque el entorno de la comunidad local puede prestarse a crear un ambiente de apoyo y persistencia después de que el programa de rehabilitación haya terminado. Estos aspectos son descritos por Bandura como mecanismos importantes a la hora de cambiar hábitos e incluyen tanto procesos cognitivos como sociales.

Las emociones opuestas descritas por los participantes en relación con la recepción de mensajes de texto motivacionales personales demuestran que los cambios de comportamiento de salud por naturaleza son difíciles. Por lo tanto, los profesionales de la salud deben equilibrar el asesoramiento sanitario de una manera que se adapte al paciente individual para mantener la motivación del paciente individual. Cuando los participantes tuvieron que continuar con sus nuevos hábitos por su cuenta, expresaron lo difícil que era hacer ejercicio por su cuenta. Estos desafíos impactaron tres áreas de su autoeficacia: creer en sus propias habilidades, estar con otros en una comunidad compartida y el apoyo del medio ambiente. Uno corre el riesgo de que estas importantes áreas motivacionales puedan faltar en los casos en que los participantes se quedan solos después de completar un programa de rehabilitación grupal en un momento en que aún no se han establecido nuevos hábitos, y aún pueden reprimirse rápidamente<sup>15</sup>.

Además, los participantes en este estudio sugirieron cómo la sesión sobre alimentos saludables debería dividirse en dos. Un enfoque que permita tiempo para la práctica entre sesiones de asesoramiento dietético, sesiones de cocina y visitas a un supermercado local podría proporcionar una solución cognitiva de mayor apoyo<sup>15</sup>.

La comprensión de los participantes sobre el CI, la medicación y el tratamiento les hizo creer en su propia capacidad para hacer cambios en su comportamiento de salud. La autoeficacia puede verse comprometida si los participantes no entienden cómo funciona el cuerpo humano. Por ejemplo, en relación con la presencia de aterosclerosis en todo el cuerpo, al hecho de que comer alimentos saludables y hacer ejercicio no es una solución rápida a tales problemas de salud. La desigualdad social, los niveles educativos más bajos en un grupo de pacientes, el entorno cultural y social pueden ser factores influyentes, y la conciencia sobre estos aspectos es necesaria en un programa de rehabilitación<sup>15</sup>.

El presente estudio también señala que los pacientes deseaban una mayor capacitación después del programa de rehabilitación de 12 semanas, ya que les resultaba difícil continuar por su cuenta. Por lo tanto, es importante considerar cómo se puede hacer un seguimiento del programa después de las primeras 12 semanas. Los estudios indican que los modelos de mentores entre pares pueden apoyar la rehabilitación. Los programas futuros podrían incluir compañeros que son pacientes que han completado programas de rehabilitación anteriores y entienden cómo es sufrir CI, y que podrían actuar como modelos a seguir sobre cómo manejar los cambios de comportamiento de salud y aumentar la autoeficacia<sup>15</sup>.

El estudio destaca que un programa de rehabilitación basado en la comunidad puede ser de apoyo para los pacientes que sufren de CI. Los participantes experimentaron el apoyo social de otros pacientes, lo que facilitó la adhesión al ejercicio. La intervención alentó el manejo del dolor en las piernas por parte de los pacientes, mientras que un entorno local y el podómetro fueron importantes para la motivación. A los participantes les resultó difícil continuar haciendo ejercicio por su cuenta después de las primeras 12 semanas, pero encontraron que los componentes del programa de rehabilitación eran significativos.

En el ensayo clínico aleatorio, determinan que los resultados del ensayo se pueden utilizar para hacer recomendaciones para un programa especializado de rehabilitación de CI, que los profesionales de la salud y los formuladores de políticas pueden utilizar para tomar decisiones calificadas y basadas en la evidencia en la práctica clínica diaria y como base para las guías nacionales e internacionales. Con un resultado positivo, algunos de los posibles efectos podrían ser una menor morbilidad y una disminución en el uso del sistema de salud pública. Esto es ventajoso tanto para los pacientes como para la sociedad. Ya sea que produzca resultados neutros, negativos o positivos, el estudio tendrá implicaciones para la práctica clínica y la atención de seguimiento para los pacientes tratados por CI<sup>15</sup>.

Con base en este estudio, las recomendaciones para un programa especializado de rehabilitación de CI deben incluir una intervención interdisciplinaria con un fisioterapeuta, una enfermera vascular y un dietista en un entorno comunitario local. Otros requisitos recomendados incluyen la coordinación intersectorial por parte de una enfermera vascular y el acceso del paciente a un número de teléfono para asesoramiento en relación con el programa. La rehabilitación comenzó en el departamento de cirugía vascular, donde se le da al paciente un libro de registro de pasos y un podómetro. El libro de registro para pasos y podómetro fue una fuerte herramienta de motivación y, por lo tanto, se recomienda proporcionar un podómetro para los pacientes. El entrenamiento de ejercicios de seguimiento en la comunidad local después de 12 semanas es importante y podría continuar en una asociación local<sup>15</sup>.

Raja et al<sup>48</sup>, menciona que las medidas de resultado informadas por el paciente pueden desempeñar un papel fundamental en la evaluación, selección del tratamiento y seguimiento de los pacientes con EVP sintomática. Es necesario diseñar enfoques estandarizados para desarrollar y validar las medidas para su uso en EVP. Dado el impacto significativo de esta enfermedad en la calidad de vida relacionada con la salud, es esencial que las medidas se integren más fácilmente en el panorama clínico y de investigación como un medio para evaluar la efectividad clínica y la durabilidad de los tratamientos. La

implementación de estas medidas en la atención clínica de rutina puede allanar el camino para la atención centrada en el paciente y la toma de decisiones compartida en EVP.

Birket et al<sup>24</sup> describe en su revisión sistemática que el objetivo de la revisión fue identificar la terminología variada utilizada para describir la distancia máxima caminando (CMCR) y examinar los diferentes protocolos utilizados para medirla, en pacientes con CI. También se intentó evaluar la implementación y la notificación de estos protocolos de prueba. Los hallazgos demostraron heterogeneidad significativa en la forma en que se informa y mide la distancia máxima caminando entre los ensayos controlados aleatorios. Además, la implementación y la presentación de informes de los protocolos de prueba de ejercicio fueron relativamente deficientes.

Los hallazgos también han demostrado que veintidós protocolos diferentes de cinta rodante fueron en solo sesenta y cuatro ECA. La naturaleza heterogénea de las pruebas en cinta rodante es una preocupación importante. Las pruebas de velocidad de trabajo gradual y constante que difieren en velocidad y gradiente dan como resultado relaciones variables entre la carga de trabajo y la distancia/tiempo máximo. Como tal, la elección del protocolo de prueba influirá directamente en la CMCR independientemente de la intervención de ejercicio. Los ensayos deben emplear una prueba de esfuerzo graduada reconocida internacionalmente, dado que tiene la mayor confiabilidad en diferentes gravedades de CI<sup>24</sup>.

Spannbuer et<sup>12</sup>, señalan que la rehabilitación de pacientes con claudicación intermitente debe ser una acción integral a largo plazo, iniciada desde el momento del diagnóstico. Debe adaptarse individualmente a la capacidad del paciente. Un paciente capacitado y motivado tiene la oportunidad de mejorar tanto la calidad como la esperanza de vida, por lo que la educación de los pacientes con EVP es extremadamente importante. La educación efectiva debe ser conducida no solo por angiólogos o cirujanos vasculares, sino también por fisioterapeutas y enfermeras.

Bridgwood et al<sup>49</sup>, en su revisión sistemática examinó 27 artículos que se centraron en el conocimiento de la EVP con el fin de evaluar el nivel y los determinantes del conocimiento de la EVP en los respectivos alumnos. El conocimiento de la EVP, sus factores de riesgo, las consecuencias y el tratamiento variaron entre los estudios, con una insuficiencia de conocimiento claramente reconocida junto con la incertidumbre de su gravedad potencial. Estos hallazgos son consistentes en todos los estudios a pesar de los diferentes niveles de calidad de los estudios.

Los retrasos en la presentación y el manejo adecuado de la EVP pueden dar lugar a complicaciones como isquemia, amputación y muerte. Para iniciar el tratamiento oportuno, los pacientes primero deben reconocer sus síntomas y buscar atención médica. Después de esto, los profesionales en salud no especialistas (PSNE) deben sospechar el potencial de la EVP para referir, investigar o iniciar la prevención secundaria. Por lo tanto, es importante identificar el conocimiento de los profesionales no sanitarios, que a menudo son la primera línea en la consulta de los pacientes, para ofrecer una visión del problema de la EVP bajo reconocimiento y los retrasos en la presentación desde ambos lados de la sala de consulta. Se han identificado varios determinantes del conocimiento para los PSNE y los pacientes/público que brindan oportunidades para centrar los esfuerzos en mejorar el conocimiento, el reconocimiento y el manejo posterior de la EVP<sup>49</sup>.

Informan que el conocimiento de la EVP es deficiente tanto en los pacientes/público como en los profesionales sanitarios no especializados. Los niveles de conocimiento podrían mejorarse a través de intervenciones educativas, como la educación personalizada del paciente o una mayor exposición clínica, para aumentar el conocimiento y el reconocimiento del paciente y de los profesionales sanitarios no especializados para el tratamiento temprano de la EVP.

Sostienen que la educación es tanto un componente crítico de la salud de un individuo como una causa contribuyente de otros elementos de la salud concurrente y futura del individuo. Cuando las brechas de conciencia de la EVP mejoran mediante el acceso al conocimiento, un paciente informado está mejor posicionado para disminuir el riesgo en colaboración con un proveedor clínico informado<sup>49</sup>.

Jansen et al<sup>2</sup>, en su actualización, se incluyeron cinco estudios adicionales, lo que hace un total de 10 estudios que asignaron al azar a un total de 527 participantes. Los modos alternativos de terapia con ejercicios incluyeron ciclismo, entrenamiento de resistencia de las extremidades inferiores, ergometría de la parte superior del brazo, marcha nórdica y combinaciones de modos de ejercicio. Además de los ensayos controlados aleatorios, se incluyeron dos ensayos cuasi aleatorios. La evaluación del riesgo general de sesgo de los estudios incluidos varió de alto a bajo riesgo de sesgo.

Esta revisión se centró en las distancias de caminata en la cinta rodante. Sin embargo, caminar en cinta no se correlaciona necesariamente con la capacidad de caminar en la vida diaria, ni una mayor distancia de caminata en la cinta siempre conduce a más caminatas. Debido a estos aspectos, centrarse solo en la capacidad de caminar en cinta rodante probablemente tiene un valor limitado para optimizar el tratamiento de la CI. Además, mejorar la condición física y reducir el riesgo cardiovascular, por ejemplo, mediante el aumento de la actividad física, son objetivos importantes del tratamiento en la CI. Por lo tanto, las mediciones objetivas del deterioro funcional, la actividad y la condición físicas pueden ser interesantes, siempre que se midan con instrumentos de medición validados<sup>2</sup>.

Indican que es necesario realizar investigaciones para explorar las posibilidades de optimizar los programas de ejercicio, teniendo en cuenta las preferencias personales, el cumplimiento de la terapia y los efectos a largo plazo. Se cree que los programas más variados y personalizados posiblemente mejorarán la adherencia al tratamiento. Además, esto podría conducir a un mejor cumplimiento de las recomendaciones para la actividad

física, ya que las combinaciones de actividades aeróbicas y de fortalecimiento muscular son preferibles, de acuerdo con las pautas de actividad física<sup>2</sup>.

Afridi et al<sup>50</sup>, concluyeron que para los pacientes con claudicación intermitente debido a la EVP hubo poca o ninguna diferencia entre los programas de ejercicio alternativos y el ejercicio de caminata supervisada cuando se utilizó la distancia máxima de caminata y la distancia de caminata sin dolor como medidas de resultado. Lo anterior se debió principalmente al riesgo de sesgo, el tamaño pequeño de la muestra y la inconsistencia clínica en los estudios incluidos. Los autores también concluyeron que los modos de ejercicio alternativos pueden ser útiles cuando el ejercicio de caminata supervisada no es una opción.

Se recomiendan planes de ejercicios supervisados y basados en el hogar como primera línea de manejo. Caminar es la modalidad de ejercicio con la evidencia más fuerte y es recomendada en varias guías nacionales e internacionales. Se sugiere que los programas estructurados de caminata mejoran la distancia de caminata sin dolor mejor que la terapia farmacológica sola. En una gran cohorte de más de 54.000 pacientes holandeses, los que recibieron entrenamiento supervisado como intervención primaria tuvieron menos revascularizaciones de miembros inferiores y demostraron una mejor supervivencia que los pacientes sometidos a revascularización endovascular primaria o cirugía abierta<sup>50</sup>.

A pesar de la evidencia del ejercicio supervisado, sigue siendo una herramienta infrautilizada. Los profesionales de rehabilitación son expertos en la provisión de ejercicio y necesitan comprender el valor de proporcionar diferentes formas de ejercicios de manera personalizada a los pacientes individuales que presentan claudicación intermitente. Deben alentar y apoyar a los pacientes para que se adhieran a un plan de ejercicios en el hogar. En pacientes con EVP, la participación en un programa de ejercicios en el hogar se asoció con una menor tasa de muerte y un mejor resultado clínico a largo plazo<sup>50</sup>.

También es importante que los profesionales de rehabilitación identifiquen y aborden las barreras para el ejercicio en pacientes con claudicación intermitente. Estos pueden incluir dolor inducido por el ejercicio y depresión. Es probable que este enfoque

mejore los resultados y reduzca los síntomas. Sin embargo, la revisión actual indica que la evidencia de diferentes formas de ejercicio en pacientes con claudicación intermitente es baja. Por lo tanto, es imperativo que los profesionales de rehabilitación realicen ensayos rigurosos de alta calidad para determinar la verdadera efectividad de diferentes formas de ejercicio para la claudicación intermitente<sup>50</sup>.

Anghel et al<sup>51</sup>, describen que el ejercicio físico sigue siendo un elemento importante de la rehabilitación en pacientes con enfermedades cardiovasculares. El manejo de la EVP durante la pandemia de COVID-19 ha sido un gran desafío tanto para los pacientes como para el personal médico. La terapia de ejercicio supervisado tiene un impacto positivo tanto en la capacidad funcional como en la calidad de vida en la EVP, aunque la combinación con la terapia de revascularización parece ser aún más efectiva. Mejorar la capacidad funcional, aumentar la calidad de vida y prevenir la depresión son algunos de los beneficios observados en pacientes con EVP incluidos en los programas de rehabilitación cardíaca.

McDermott et al<sup>52</sup>, menciona que el ejercicio supervisado en cinta rodante y el ejercicio de caminata en el hogar mejoran la capacidad de caminar en pacientes con EVP. La disponibilidad de cobertura de seguro para el ejercicio supervisado en cinta rodante para pacientes con EVP hará que el ejercicio supervisado en cinta rodante esté más ampliamente disponible y accesible. El ejercicio en el hogar que incorpora técnicas de cambio de comportamiento y visitas poco frecuentes al centro médico es una alternativa importante y efectiva para los pacientes que no quieren o no pueden asistir a 3 sesiones de ejercicio supervisado / semana.

Por otra parte, Heikkilä et al<sup>53</sup>, indica que la actividad física es un objetivo terapéutico importante en el tratamiento de pacientes con claudicación intermitente (una manifestación temprana de la EVP), y los resultados alentadores de los ensayos clínicos apuntan al impacto de los programas de ejercicio supervisado en la mejora de la capacidad funcional en este grupo de pacientes. Los hallazgos de la revisión sistemática proporcionan

alguna indicación de que la actividad física autoiniciada se asocia con una disminución del riesgo de EVP.

Lin et al<sup>54</sup>, mencionan que el ejercicio es una forma efectiva de tratamiento para los pacientes con CI, pero sólo si los pacientes participan activamente en programas de actividad física. A pesar de la evidencia constante que demuestra los beneficios del ejercicio para esta población de pacientes, las tasas de participación en los programas de ejercicio son demasiado bajas. Para empeorar las cosas, la adherencia al ejercicio después del final de su intervención, en los estudios de seguimiento, es aún menor. Por lo tanto, es importante abordar la cuestión de la finalización del ejercicio y la adherencia si los pacientes con CI se benefician del ejercicio. Esta revisión demuestra que el ejercicio no tradicional puede ser beneficioso para los pacientes con CI, ya que las tasas de adherencia y finalización del programa son mejores en comparación con las del ejercicio tradicional.

A los pacientes con CI se les ha prescrito tradicionalmente caminar a un ritmo moderado hasta que alcanzan el dolor casi máximo repetidamente, intercalado con períodos de descanso para permitir que el dolor disminuya. Durante mucho tiempo se ha creído que el ejercicio para caminar y alcanzar niveles casi máximos de dolor son dos componentes necesarios en los programas de ejercicio para los claudicantes. La lógica detrás de estas afirmaciones se ha basado en gran medida en el primer metaanálisis sobre el ejercicio en claudicantes hace más de 20 años. La exploración más reciente en diversas modalidades de ejercicio para esta población ha demostrado que las formas alternativas de ejercicio que se alejan del programa tradicional también son efectivas<sup>54</sup>.

Como era de esperar, el tipo de ejercicio juega un papel en la finalización y las tasas de adherencia al ejercicio en esta población. Las tasas de finalización en los programas con formas alternativas de ejercicio fueron un 6% mayores (80,8% frente a 86,6%) que los programas que utilizaron ejercicios tradicionales para caminar. Además, la adherencia al ejercicio fue un 8% mayor (77,6% vs. 85,5%) en las intervenciones con ejercicios que utilizaron ejercicios alternativos en comparación con el ejercicio tradicional. Estos resultados sugieren que es menos probable que el ejercicio tradicional de caminar promueva la

participación continua, ya que las tasas de finalización y adherencia son significativamente más bajas. Estos resultados se mantuvieron incluso cuando se tuvieron en cuenta los grupos de ejercicio supervisados y no supervisados<sup>54</sup>.

El dolor jugó un papel importante en las tasas de finalización y adherencia. Los grupos de ejercicio que realizaron intervenciones de bajo dolor tuvieron tasas de finalización más altas en comparación con los grupos que realizaron ejercicios de alto dolor. Aunque el concepto de menos dolor equivale a una mayor participación puede ser intuitivo, la práctica actual todavía generalmente recomienda a los pacientes que hagan ejercicio a altos niveles de dolor de claudicación<sup>54</sup>.

Esta revisión tiene implicaciones clínicas importantes con respecto a la investigación futura, así como a la práctica clínica. En primer lugar, la educación del paciente debe disipar el mito de que caminar empeora su condición. Existe la necesidad de ayudar a los pacientes a abordar mejor las creencias de los síntomas y las expectativas de resultados. Desde el punto de vista de un profesional, se debe lograr una mayor comprensión de la naturaleza subjetiva del dolor en esta población. No solo la gravedad del dolor y la percepción difieren entre los pacientes, sino que las barreras para el ejercicio también difieren<sup>54</sup>.

Más allá de la educación del paciente y del médico, puede ser necesario realizar cambios en la fijación actual en una sola forma de ejercicio para los pacientes con CI. Históricamente, las pautas se han mantenido firmes en la idea de que el ejercicio para caminar debe implicar altos niveles de dolor como el único método de ejercicio que puede conducir a mejoras significativas. Los métodos alternativos de ejercicio son tan efectivos como los tradicionales, y esta revisión muestra beneficios adicionales a través de la adherencia. Además, el dolor puede no ser un componente necesario de un programa de ejercicios<sup>54</sup>.

Esta revisión encontró una mayor adherencia al ejercicio alternativo en comparación con el ejercicio tradicional y doloroso. El ejercicio como un método beneficioso de terapia ya no es un tema de discusión, sino que el problema ahora es descubrir cómo permitir una

mayor participación en el ejercicio. A medida que se pone más énfasis en las perspectivas de los pacientes, el tratamiento de afecciones debilitantes como la CI debe involucrar métodos que no solo sean efectivos, sino que también brinden a los pacientes la oportunidad de tener éxito<sup>54</sup>.

Sciercke et al<sup>55</sup> describe que el presente estudio mostró que un programa especializado de rehabilitación cardiovascular de tres meses basado en la comunidad mejoró la distancia máxima de caminata, la actividad física, la calidad de vida y la dieta saludable, pero no la distancia de caminata sin dolor y el tabaquismo, en comparación con la atención habitual sin rehabilitación.

Las directrices sobre rehabilitación cardíaca, por ejemplo, de la Sociedad Europea de Cardiología, la Autoridad Sanitaria Danesa y la Fundación Británica del Corazón, pueden utilizarse como inspiración para establecer un programa de rehabilitación para pacientes con CI<sup>55</sup>.

## **CAPÍTULO V – CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 5.1 Conclusiones.

- Mediante una revisión bibliográfica detallada realizada en la investigación presente, en donde por medio de las diferentes plataformas o motores de búsqueda confiables y reconocidas académicamente, se demuestra que hay un importante beneficio en comprender más fondo la EVP y la integración de modalidades de ejercicio para la mejora de la claudicación.
- La enfermedad vascular periférica en las extremidades inferiores representa una patología frecuente que produce una serie de síntomas, en donde la claudicación intermitente es la presentación clínica más común pero que en algunas ocasiones puede confundirse con otras enfermedades.
- Conforme a esto y según lo encontrado en la revisión de esta investigación, se debe fortalecer el conocimiento de la EVP, ya sea en los profesionales de la salud no especialistas que van a reconocer a estos pacientes en la consulta, así como también los profesionales que no son de la salud para que la persona pueda tener el menor manejo de su enfermedad. Además de estos profesionales, también es muy importante que los pacientes que tengan esta patología sean educados y así tengan el razonamiento de entender que deben seguir al pie de la letra con las indicaciones que estos profesionales así consideren.
- También es importante tener en consideración la fisiopatología de la EVP, ya que la aterosclerosis y mediadores inflamatorios juegan un papel, no solo en el inicio y progresión de la enfermedad, sino que también son muy determinantes para el manejo y rehabilitación de los pacientes, que deberán cambiar su estilo de vida como lo es la alimentación para la disminución de estos factores fisiopatológicos asociados.

- El ejercicio en sí, para cualquier patología, es reconocido como uno de los manejos que deben tomarse en cuenta de una u otra manera ya que se ha demostrado que sus beneficios son importantes por lo que es importante tener una correcta interpretación y definición de los diferentes aspectos relacionados y con una individualización de los pacientes para aplicar lo más acertado posible el tipo de ejercicio que más le beneficia a su enfermedad.
- La enfermedad vascular periférica con claudicación intermitente se ha demostrado sus beneficios en la calidad de vida de las personas con esta afección de salud, por lo que comprende importante tener en consideración para el manejo de primera línea pero que, además, debe realizarse de una manera integral, lo que comprende un manejo multidisciplinario y además, individualizado.
- Con respecto a las modalidades de ejercicio, la prueba supervisada de caminata en cinta rodante ha sido utilizada como la medida más utilizada para evaluar el rendimiento en donde tiene una mejor confiabilidad y suelen ser efectivos, así como también la prueba de caminata de 6 minutos que predice la pérdida de movilidad y mortalidad y mejora la calidad de vida ya que prolonga el inicio de la claudicación, reduce los niveles de LDL que son parte de la fisiopatología de la enfermedad, un control del peso, reduce los riesgos cardiovasculares, se fortalece los huesos y músculos, mejora la habilidad para realizar las actividades diarias y prevenir caídas o complicaciones como una amputación y aumenta las posibilidades de vivir una vida más larga.
- Por otra parte, cada vez hay más pruebas de que el ejercicio en el hogar mejora el rendimiento al caminar en pacientes con EVP, es una intervención razonable para los pacientes ya que es menos molesto y costoso y más conveniente para las

personas con EVP caminar en su barrio, caminar en el hogar mejora preferentemente la caminata sobre el suelo, como la que se encuentra típicamente en la vida diaria.

- Por último, es evidente la importancia de la creación de un protocolo para el manejo de la EVP con claudicación intermitente para las instituciones públicas de nuestro país, ya que es ahí donde se captan la mayoría de las personas con esta afectación y que con una guía los profesionales en la salud podrán realizar un manejo adecuado y asertivo en la búsqueda de la mejora de la calidad de vida de las personas.

## 5.2 Recomendaciones.

- En esta investigación se comprende que los beneficios del ejercicio son positivos para la EVP con claudicación intermitente, se recomienda a los diferentes profesionales relacionados a este tema, seguir investigando más a fondo y detalladamente sobre los pro y contra del ejercicio ya sea supervisado o en casa.
- Se recomienda que los profesionales de la salud deben tener un manejo de la enfermedad de una manera integral e individualizada, en donde se deben tomar una serie de aspectos relacionados en el tratamiento de la enfermedad, como lo son el nivel socioeconómico como también una medición antropométrica detallada para obtener el mejor manejo de esta patología.
- Por otro lado, se recomienda también, una mayor atención por parte de las instituciones de salud costarricenses sobre esta enfermedad, ya que está documentado que las personas que reciben un manejo adecuado de la EVP, tienen cambios beneficiosos para la salud y para su calidad de vida, que es el objetivo principal en el manejo de estos pacientes.
- Por último, se recomienda la realización de una guía o protocolo que ayude a los diferentes instituciones y profesionales de la salud para el manejo adecuado e integral de estos pacientes, ya que está demostrado la importancia de la inclusión de ejercicio y cambios en el estilo de vida para mejorar su condición y la calidad de vida.
- Por otra parte se recomienda una clara revisión del tema en un futuro ya que los beneficios son claros y aunque existe una gran cantidad de revisiones y análisis,

se deben realizar más a fondo aquí en el país para poder tener una mejor atención integral a estos pacientes.

## **CAPÍTULO VI – REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Harwood A, Pymer S, Ingle L, Doherty P, Chetter I, Parmenter B, et al. Exercise training for intermittent claudication: a narrative review and summary of guidelines for practitioners. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine* 2020;0: e000897. [citado el 2 de junio del 2022] doi:10.1136/bmjsem-2020-000897
2. Jansen S, Abaraogu U, Lauret G, Fakhry F, Fokkenrood H, Tejjink J. Modes of exercise training for intermittent claudication. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2020 [citado el 2 de junio del 2022] Issue 8. Art. No.: CD009638. DOI: 10.1002/14651858.CD009638.pub3.
3. Makowski L, Feld J, Köpcke J, Illner J, Kühnemund L, Wiederhold A, et al. Sex related differences in therapy and outcome of patients with intermittent claudication in a real-world cohort. 2021 [citado el 2 de junio del 2022] <https://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2021.03.019>
4. Mary M. McDermott. *J Vasc Surg*. 2017 November; 66(5): 1612–1620. [citado el 2 de junio del 2022] doi:10.1016/j.jvs.2017.05.111.
5. Salazar J, Quirós G, Castillo J. Enfermedad arterial periférica y ejercicio. *Acta med. Costarric.* [Internet]. 2016 [citado el 2 de junio del 2022]; 58(2):52-55. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43448496001>
6. Kinmonth J. Refresher course for general practitioners intermittent claudication. *Br. Med. J.* [Internet]. 1953 [citado el 2 de junio del 2022]; 1:1325-1327. doi:10.1136/bmj.1.4823.1325
7. Walder DN. Claudication. *Bristol Med Chir J* [Internet]. 1969 [citado el 2 de junio del 2022]; 84(312):153-157. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5068094/>
8. Vaughan Ruckley C. Claudication. *Br. Med. J.* [Internet]. 1986 [citado el 2 de junio del 2022]; 292:970-971. <https://www.bmj.com/content/292/6526/970?variant=pdf>

9. Tisi P, Shearman C. The Evidence for Exercise-induced Inflammation in Intermittent Claudication: Should we Encourage Patients to Stop Walking?. *Eur J Vasc Endovasc Surg* [Internet]. 1998 [citado el 2 de junio del 2022]; 15:7-17. Doi: 10.1016/s1078-5884(98)80066-x.
10. Rügenapf G, Morbach S, Schmidt A, Sigl M. Intermittent Claudication and Asymptomatic Peripheral Arterial Disease Conservative Treatment Versus Revascularization. *Dtsch Arztebl Int* [Internet]. 2020 [citado el 5 de junio de 2022]; 117:188–93. doi: [10.3238/arztebl.2020.0188](https://doi.org/10.3238/arztebl.2020.0188)
11. Hageman D, Fokkenrood H, Gommans L, van den Houten M, Tejjink J. Supervised exercise therapy versus homebased exercise therapy versus walking advice for intermittent claudication. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2018, Issue 4. Art. No.: CD005263. DOI: 10.1002/14651858.CD005263.pub4.
12. Spannbaauer A, Chwala M, Ridan T, Berwecki A, Mika P, Kulik A, et al. Intermittent Claudication in Physiotherapists' Practice. *BioMed res. int.* [Internet]. 2019 [citado el 5 de junio del 2022]; 2019:1-10. <https://doi.org/10.1155/2019/2470801>
13. Lane R, Harwood A, Watson L, Leng G. Exercise for intermittent claudication. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2017, Issue 12. Art. No.: CD000990. DOI: 10.1002/14651858.CD000990.pub4.
14. McDermott M. Exercise training for intermittent claudication. *J Vasc Surg.* [internet]. 2017 [citado el 5 de junio del 2022]; 66(5):1612–1620. doi:10.1016/j.jvs.2017.05.111.
15. Siercke M, Kikkenborg Berg S, Missel M. Spurred by pedometers, unity and fun exercise: A qualitative study of participation in rehabilitation for patients with intermittent claudication (The CIPIC Rehab study). *J. Vasc. Nurs.* [Internet]. 2021 [citado el 5 de junio del 2022]; 39(2021):59–66. <https://doi.org/10.1016/j.jvn.2021.06.001>

16. Rodrigues E, Silva I. Supervised exercise therapy in intermittent claudication: a systematic review of clinical impact and limitations. *Int Angiol.* [Internet]. 2020 [citado el 5 de junio del 2022]; 39(1):60-75. doi: 10.23736/S0392-9590.19.04159-2
17. De La Paz Y, Salazar R. Claudicación intermitente y ejercicio (Aplicaciones Clínicas). *Rev Med Cos Sen.* [Internet]. 2011 [citado el 5 junio del 2022]; 68(596):17-22. <https://www.binasss.sa.cr/revistas/rmcc/596/art3.pdf>
18. Castillo J, Quirós, Salazar J. Enfermedad arterial periférica y ejercicio. *Acta Médica Costarricense* [Internet]. 2016 [citado el 5 de junio del 2022]; 58(2):52-55. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43448496001>
19. Organización Mundial de la Salud. Actividad Física [Internet]. 2022 [consultado el 23 de octubre del 2022]. Disponible en: [Actividad física \(who.int\)](https://www.who.int/physical-activity)
20. Marin J, Peñaloza M, Rodríguez J, Ruiz P, Ostaiza I, Vinueza A, et al. Importancia de las imágenes médicas en la valoración de la anatomía y función cardiovascular. [Internet]. 2019 [citado el 23 de octubre del 2022]. Disponible en: [Importancia de las imágenes médicas en la valoración de la anatomía y función cardiovascular \(redalyc.org\)](https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43448496001)
21. Jarvis S, Saman S. Cardiac system 1: anatomy and physiology. *Nursing Times* [Internet] 2018; [citado el 23 de octubre del 2022]114: 2, 34-37. Disponible en: [Cardiac system 1: anatomy and physiology | Nursing Times](https://www.nursingtimesjournal.com/cardiac-system-1-anatomy-and-physiology/)
22. Kumar M, Mohamed A, Puramadathil V, Geetha D, Unni M. Lower extremity arteries. [Internet] 2019; [citado el 24 de octubre del 2022]. Disponible en: [http://dx.doi.org/10.21037/cdt](https://dx.doi.org/10.21037/cdt).

23. Firnhaber J, Powel C. Lower extremity Peripheral Artery Disease: Diagnosis and treatment. [Internet] 2019; [citado el 24 de octubre del 2022]. Disponible en: <https://www.aafp.org/dam/brand/aafp/pubs/afp/issues/2019/0315/p362.pdf>
24. Birket S, Harwood A, Caldow E, Ibegazzen S, Ingle L, Pymer S. A systematic review of exercise testing in patients with intermittent claudication: A focus on test standardisation and reporting quality in randomised controlled trials of exercise interventions. [Internet] 2021; [citado el 24 de octubre del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0249277>
25. Chan K, Junia A. Lower extremity peripheral artery disease: a basic approach. [Internet] 2021; [citado el 24 de octubre del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.12968/hmed.2019.0263>
26. Wolf D, Ley K. Immunity and Inflammation in atherosclerosis. [Internet] 2021; [citado el 25 de octubre del 2022]. Disponible en: [doi:10.1161/CIRCRESAHA.118.313591](https://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.118.313591).
27. Kobiyama K, Ley K. Atherosclerosis: A Chronic Inflammatory Disease with an Autoimmune Component. [Internet] 2018; [citado el 25 de octubre del 2022]. Disponible en: [doi:10.1161/CIRCRESAHA.118.313816](https://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.118.313816).
28. Aboyans V, Ricco J, Bartelink M, Bjorck M, Brodman M, Cohnert T et al. Guía ESC 2017 sobre el diagnóstico y tratamiento de la enfermedad arterial periférica, desarrollada en colaboración con la European Society for Vascular Surgery (ESVS). [Internet] 2017; [citado el 25 de octubre del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2017.12.015>
29. Ardavani A, Aziz H, Phillips B, Doleman B, Ramzan I, Mozaffar B, Atherton P, Idris I. Indicators of response to exercise training: a systematic review and meta-analysis.

- [Internet] 2021; [citado el 25 de octubre del 2022]. Disponible en: doi:10.1136/bmjopen-2020-044676
30. Gardner A, Parker D, Montgomery P. Changes in vascular and inflammatory biomarkers following exercise rehabilitation in patients with symptomatic peripheral artery disease. [Internet] 2021; [citado el 25 de octubre del 2022]. Disponible en: doi:10.1016/j.jvs.2018.12.056.
  31. Villemur B, Thoreau V, Guinot M, Gailledrat E, Evra V, Vermorel C et al. Short interval or continuous training programs to improve walking distance for intermittent claudication: Pilot study. [Internet] 2020; [citado el 26 de octubre del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2020.03.004>
  32. Perea A, López G, Perea A, Reyes U, Santiago L, Ríos P et al. Importancia de la actividad física. [Internet] 2019; [citado el 26 de octubre del 2022]. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/saljalisco/sj-2019/sj192h.pdf>
  33. Contreras F, Espinosa M, Moya E. Manual de actividades prácticas en fisiología del ejercicio. [Internet] 2022; [citado el 26 de octubre del 2022]. Disponible en: <https://kinesiologia.uc.cl/wp-content/uploads/2022/04/Manual-de-Actividades-Pr%C3%A1cticas-en-Fisiolog%C3%ADa-del-Ejercicio.pdf>
  34. Treat D, McDermott M, Bronas U, Collins T, Criqui M, Gardner A et al. Optimal Exercise Programs for Patients with Peripheral Artery Disease. [Internet] 2018; [citado el 26 de octubre del 2022]. Disponible en: DOI: 10.1161/CIR.0000000000000623
  35. Aber A, Lumley E, Phillips P. Themes that Determine Quality of Life in Patients with Peripheral Arterial Disease: A Systematic Review. The Patient - Patient-Centered Outcomes Research. [Internet] 2018; [citado el 26 de octubre del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s40271-018-0307-7>

36. Pietraszewski B, Wofniewski M, Jasinski R, Struzik A, Szuba A. Changes in Gait Variables in Patients with Intermittent Claudication. [Internet] 2019; [citado el 26 de octubre del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1155/2019/7276865>
37. Campia U, Herman M, Piazza G, Goldhaber S. Peripheral Artery Disease: Past, Present, and Future. [Internet] 2019; [citado el 27 de octubre del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2019.04.043>
38. Valente A, Jaspers R, Wust R. Regular physical exercise mediates the immune response in atherosclerosis. [Internet] 2019; [citado el 27 de octubre del 2022]. Disponible en: <http://eir-isei.de/2021/eir-2021-042-article.pdf>
39. Leardini M, Charles A, Lejay A, Pizzimenti M, Meyer A, Estato V et al. Beneficial Effect of Exercise on Cognitive Function during Peripheral Arterial Disease: Potential Involvement of Myokines and Microglial Anti-Inflammatory Phenotype Enhancement. [Internet] 2019; [citado el 27 de octubre del 2022]. Disponible en: doi:10.3390/jcm8050653
40. Ritti R, Correia M, Andrade A, Grizzo C. Exercise as a therapeutic approach to improve blood pressure in patients with peripheral arterial disease: current literature and future directions. [Internet] 2019; [citado el 27 de octubre del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/14779072.2019.1553676>
41. Andrade A, Silva N, Chehuen M, Miyasato R, Souza R, Leicht A et al. Walking Training Improves Systemic and Local Pathophysiological Processes in Intermittent Claudication. [Internet] 2021; [citado el 27 de octubre del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2021.02.022>

42. Pasqualini L, Bagaglia F, Ministrini S, Frangione M, Leli C, Siepi D et al. Effects of structured home-based exercise training on circulating endothelial progenitor cells and endothelial function in patients with intermittent claudication. [Internet] 2021; [citado el 27 de octubre del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1177/1358863X211020822>
43. Schieber M, Pipinos I, Johanning J, Casale G, Williams M, DeSpiegelaere H et al. Supervised Walking Exercise Therapy Improves Gait Biomechanics in Patients with Peripheral Artery Disease. [Internet] 2020; [citado el 28 de octubre del 2022]. Disponible en: doi:10.1016/j.jvs.2019.05.044
44. Seed S, Harwood A, Sinclair J, Pymmer S, Caldow E, Ingle L et al. Exercise Prescription in Patients with Intermittent Claudication: Does Pain Matter?. [Internet] 2021; [citado el 28 de octubre del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.avsg.2021.06.025>
45. Bouwens E, Klaphake S, Weststrate K, Teijink J, Verhagen S, Rouwet E. Supervised exercise therapy and revascularization: Single-center experience of intermittent claudication management. [Internet] 2019; [citado el 28 de octubre del 2022]. Disponible en: DOI: 10.1177/1358863X18821175
46. Parmenter B, Mavros Y, Ritti R, King S, Singh M. Resistance training as a treatment for older persons with peripheral artery disease: a systematic review and meta-analysis. [Internet] 2018; [citado el 29 de octubre del 2022]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2018-100205>
47. Blears E, Elias J, Tapking C, Porter C, Rontoyanni V. Supervised Resistance Training on Functional Capacity, Muscle Strength and Vascular Function in Peripheral Artery

- Disease: An Updated Systematic Review and Meta-Analysis. [Internet] 2021; [citado el 29 de octubre del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/jcm10102193>
48. Raja A, Spertus J, Yeh R, Secemsky E. Assessing Health-Related Quality of Life among Patients with Peripheral Artery Disease: A Review of the Literature and Focus on Patient-Reported Outcome Measures. [Internet] 2021; [citado el 29 de octubre del 2022]. Disponible en: [doi:10.1177/1358863X20977016](https://doi.org/10.1177/1358863X20977016).
49. Bridgwood B, Nickinson A, Houghton J, Pepper C, Sayers R. Knowledge of peripheral artery disease: What do the public, healthcare practitioners, and trainees know?. [Internet] 2020; [citado el 29 de octubre del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1177/1358863X19893003>
50. Afridi A, Rathore F. What are the effects of different modes of exercise training for intermittent claudication? [Internet] 2021; [citado el 30 de octubre del 2022]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8814872/pdf/JRM-53-4-2778.pdf>
51. Anghel R, Adam C, Marius D, Mitu O, Mitu F. Cardiac Rehabilitation in Patients with Peripheral Artery Disease—A Literature Review in COVID-19 Era. [Internet] 2022; [citado el 30 de octubre del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/jcm11020416>
52. Mcdermott M. Exercise therapy for peripheral artery disease in 2022: Progress and a prediction. [Internet] 2022; [citado el 30 de octubre del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1177/1358863X221082702>
53. Heikkila K, Coughlin P, Pentti J, Kivimaki M, Halonen J. Physical activity and peripheral artery disease: Two prospective cohort studies and a systematic review. [Internet] 2019; [citado el 30 de octubre del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2019.05.008>

54. Lin E, Nguyen C, Thomas S. Completion and adherence rates to exercise interventions in intermittent claudication: Traditional exercise versus alternative exercise – a systematic review. [Internet] 2019; [citado el 30 de octubre del 2022]. Disponible en: DOI: 10.1177/2047487319846997
55. Sciercke M, Jorgensen L, Missel M, Thygesen L, Moller S, Sillesen H, Berg S. Cardiovascular Rehabilitation Increases Walking Distance in Patients With Intermittent Claudication. Results of the CIPIC Rehab Study: A Randomised Controlled Trial. [Internet] 2021; [citado el 30 de octubre del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2021.04.004>



## **CAPÍTULO VII - ANEXOS**

### Anexo 1. Clasificación de artículos consultados según el nivel de evidencia

Autor <sup>1</sup> /Revisita <sup>2</sup> / Año <sup>3</sup>	Re <sup>e</sup> <sup>3</sup>	Título del Artículo	Tipo de artículo	Nivel de evidencia <sup>5</sup>	Población	Metodología	Resultados y conclusiones
Aber A, Lumley E, Phillips P/Springer/218	35	Themes that Determine Quality of Life in Patients with Peripheral Arterial Disease: A Systematic Review.	Revisión sistemática	2	186 pacientes con EVP, incluidos pacientes con claudicación intermitente, isquemia crítica y amputación secundaria a EVP	Se realizó una revisión sistemática de las seis bases de datos principales para identificar estudios cualitativos primarios que informaban sobre la salud o la	Los hallazgos de la revisión identificaron los dominios importantes que afectan a los pacientes que viven con EAP Ninguno de los MRIP genéricos y específicos de la enfermedad

						calidad de vida de los pacientes con EVP. La calidad de los estudios fue de evaluados mediante los criterios CASP.	actuales proporcionan una medida integral para todos los temas que afectan la vida diaria de los pacientes con EVP.
Pietraszewski B, Wofniewski M, Jasinski R, Struzik A, Szuba A./ <a href="#">BioMed Research International/</a> 2019	36	Changes in Gait Variables in Patients with Intermittent Claudication.	Estudio transversal	4	El estudio incluyó 98 pacientes diagnosticados de enfermedad arterial periférica con CI. Los pacientes viajaron una distancia de 6 m a una velocidad de marcha voluntaria.	Se registraron las fuerzas de reacción del suelo mientras el pie contactaba con el suelo y las variables cinemáticas de los movimientos de las extremidades inferiores. Los valores de Te de las variables normales de la marcha se calcularon con base en los resultados obtenidos en un grupo de 30 personas sanas.	Las características cinemáticas y cinéticas presentadas medidas por variables de marcha sugieren diferencias entre pacientes con CI y personas sanas.
Chan K, Junia A./ Br J Hosp Med./2020	25	Lower extremity peripheral artery disease: a basic approach	Revisión bibliográfica	5	N/A	Se realiza una revisión bibliográfica de la literatura en EVP.	La enfermedad arterial periférica de las extremidades inferiores es una enfermedad comúnmente
<b>Autor<sup>1</sup>/Revisita<sup>2</sup>/Año<sup>3</sup></b>	<b>Re<sup>3</sup></b>	<b>Título del Artículo</b>	<b>Tipo de artículo</b>	<b>Nivel de</b>	<b>Población</b>	<b>Metodología</b>	<b>Resultados y conclusiones</b>

				evidencia <sup>5</sup>			
							encontrada, cuyo diagnóstico a menudo se confunde por sus diferentes presentaciones clínicas. La claudicación es a menudo la queja inicial más común, pero puede confundirse con una larga lista de diferenciales alternativos.
Campia U, Herman M, Piazza G, Goldhaber S./The american journal of medicine/2019	37	Peripheral Artery Disease: Past, Present, and Future.	Revisión bibliográfica	5	N/A	Se realiza una revisión bibliográfica de la literatura en EVP	La enfermedad arterial periférica es una manifestación común pero a menudo no reconocida y subdiagnosticada de la enfermedad vascular aterosclerótica. La claudicación intermitente, la manifestación clásica de la enfermedad arterial periférica, se asocia con una reducción de la calidad de vida y limitación de la movilidad

Valente A, Jaspers R, Wust R./ Universiteit Amsterdam/2021	38	Regular physical exercise mediates the immune	c	5	N/A	Se realiza una revisión bibliográfica de la literatura en EVP	El vínculo práctico entre el ejercicio físico y el tratamiento y la prevención de la aterosclerosis es claro, aunque aún no se han
<b>Autor<sup>1</sup>/Revisita<sup>2</sup>/Año<sup>3</sup></b>	<b>Re<sup>3</sup></b>	<b>Título del Artículo</b>	<b>Tipo de artículo</b>	<b>Nivel de evidencia<sup>5</sup></b>	<b>Población</b>	<b>Metodología</b>	<b>Resultados y conclusiones</b>
		response in atherosclerosis					desarrollado prescripciones específicas de ejercicio para alterar de manera óptima la función de las células inmunes. Además, la interacción directa e indirecta entre varias mioquinas y el sistema inmunológico o hace que el trabajo futuro en el campo de la inmunología del ejercicio sea emocionante.
Gardner A, Parker D, Montgomery P./ J Vasc Surg/2021	30	Changes in vascular and inflammatory biomarkers following exercise rehabilitation in patients with symptomatic peripheral artery disease.	Ensayo controlado aleatorio	2	Un ensayo controlado de 114 pacientes	Tres grupos (n=38 por grupo). Dos grupos realizaron intervenciones con ejercicios, que consistieron en programas	Este análisis exploratorio encontró que tanto los programas de ejercicio domiciliarios como los supervisados son eficaces para disminuir la

						domiciliarios y supervisados de caminata intermitente a dolor de claudicación leve a moderado durante 12 semanas, mientras que un tercer grupo realizó entrenamiento de resistencia ligera como un grupo de control de atención sin caminar.	apoptosis de células endoteliales cultivadas en pacientes con EVP sintomática.
Rodrigues E, Silva I/ edizioni minerva medica/2019	16	Supervised exercise therapy in intermittent claudication: a systematic	Revisión sistemática	3	N/A	Se realiza una revisión sistemática de la literatura del ejercicio y la claudicación intermitente.	La terapia de ejercicio supervisado se asocia con cambios fisiológicos locales y sistémicos. Sin embargo, sigue siendo
<b>Autor<sup>1</sup>/Revisita<sup>2</sup>/Año<sup>3</sup></b>	<b>Re<sup>3</sup></b>	<b>Título del Artículo</b>	<b>Tipo de artículo</b>	<b>Nivel de evidencia<sup>5</sup></b>	<b>Población</b>	<b>Metodología</b>	<b>Resultados y conclusiones</b>
		review of clinical impact and limitations.					una herramienta infrautilizada y están surgiendo programas alternativos para pacientes con claudicante.
Leardini M, Charles A, Lejay A, Pizzimenti M, Meyer A, Estato V et al./ J. Clin. Med./2019	39	Beneficial Effect of Exercise on Cognitive Function during Peripheral Arterial	Revisión bibliográfica	5	N/A	Se realiza una revisión bibliográfica de la literatura en EVP y los beneficios del ejercicio	El ejercicio físico ya puede considerarse como una opción terapéutica eficiente,

		Disease: Potential Involvement of Myokines and Microglial Anti- Inflammatory Phenotype Enhancement					reduciendo las disfunciones cognitivas relacionadas con la EAP, potencialmente a través de la secreción de mioquinas inducida por el ejercicio y la mejora del fenotipo antiinflamatorio microglial.
Ritti R, Correia M, Andrade A, Grizzo C./ Informa UK Limited/2018	40	Exercise as a therapeutic approach to improve blood pressure in patients with peripheral arterial disease: current literature and future directions.	Revisión bibliográfica	5	N/A	Se realiza una revisión bibliográfica de la literatura en EVP y los beneficios del ejercicio	El ejercicio ha sido una piedra angular para el tratamiento clínico en pacientes con EVP. Estudios recientes han mejorado sustancialmente nuestro conocimiento sobre el papel del ejercicio en la función
<b>Autor<sup>1</sup>/Revisita<sup>2</sup>/Año<sup>3</sup></b>	<b>Re<sup>3</sup></b>	<b>Título del Artículo</b>	<b>Tipo de artículo</b>	<b>Nivel de evidencia<sup>5</sup></b>	<b>Población</b>	<b>Metodología</b>	<b>Resultados y conclusiones</b>
							cardiovascular en pacientes con EVP sintomática.
Andrade A, Silva N, Chehuen M, Miyasato R, Souza R, Leicht A et al./ Eur J Vasc Endovasc Surg/2021	41	Walking Training Improves Systemic and Local Pathophysiological Processes in Intermittent Claudication.	Estudio empleó un grupo aleatorizado, controlado, paralelo	2	Treinta y dos hombres con CI	Fueron asignados aleatoriamente a dos grupos: WT (n 1/4 16, dos sesiones/semana, 15 ciclos de dos	La prueba de caminata en un umbral de intensidad de dolor mejoró la biodisponibilidad del ON y disminuyó el estrés

						minutos caminando a una intensidad correspondiente a la frecuencia cardíaca obtenida en el umbral del dolor intercalada por dos minutos de reposo erguido) y control (CO, n 1/4 16, dos sesiones/semana, 30 minutos de estiramiento)	oxidativo sistémico y local y la inflamación en pacientes con CI. El protocolo prueba de caminata propuesta proporciona adaptaciones fisiológicas que pueden contribuir a la salud cardiovascular en estos pacientes.
<b>Autor<sup>1</sup>/Revisita<sup>2</sup>/Año<sup>3</sup></b>	<b>Re<sup>e3</sup></b>	<b>Título del Artículo</b>	<b>Tipo de artículo</b>	<b>Nivel de evidencia<sup>5</sup></b>	<b>Población</b>	<b>Metodología</b>	<b>Resultados y conclusiones</b>
Pasqualini L, Bagaglia F, Ministrini S, Frangione M, Leli C, Siepi D et al./ Vascular Medicine/2021	42	Effects of structured home-based exercise training on circulating endothelial progenitor cells and endothelial function in patients with intermittent claudication.	Estudio cohorte	4	60 pacientes con CI	En un grupo de 60 pacientes con CI, y en un grupo control de 20 individuos sin CI, antes de una prueba en cinta rodante y 2, 24 y 48 horas después de la prueba. Treinta pacientes con CI fueron asignados aleatoriamente para realizar un programa de entrenamien	Nuestros resultados sugieren que la movilización de CPE contribuye a la mejora de la capacidad de caminar en pacientes con CI sometidos a entrenamiento físico estructurado. Una serie de mecanismos diferentes, parcialmente independientes, están involucrados en este proceso, y nuestros resultados destacan el papel

						to con ejercicios en el hogar de 12 semanas	potencial de la liberación de EMP y la mejora de la función endotelial.
--	--	--	--	--	--	---	---

**Anexo 2. Propuesta de guía técnica para el diseño de programas de ejercicio para la rehabilitación de pacientes atendidos en instituciones de salud costarricenses.**

A continuación, se adjunta una propuesta de guía para el manejo de la EVP periférica con claudicación intermitente, la cual es utilizada en el programa de rehabilitación cardiaca en el servicio de fisiatría y rehabilitación del Hospital Rafael Ángel Calderón Guardia, elaborada por el Dr. Cristiam Moraga Rojas.

Paciente \_\_\_\_\_ ID \_\_\_\_\_

Fecha \_\_\_\_\_

**Clasificación de la severidad de claudicación**

- Grado 0 = Asintomático
- Grado 1 = Claudicación intermitente
- Grado 2 = Dolor isquémico en reposo
- Grado 3 = Pérdida mayor o menor de tejido del pie

**Escala de dolor para la claudicación**

- Grado 0 = No hay dolor
- Grado 1 = Molestias mínimas
- Grado 2 = Dolor moderado

- Grado 3 = Dolor intenso
- Grado 4 = Dolor insoportable (la persona tiene que detenerse)

**Distancia, velocidad e inclinación en escala de dolor grado 3:**

---

**Escala de ITB:**

- <0.90 disminución o estrechamiento significativo de uno o más vasos sanguíneos.
- <0.8 dolor en pie, pierna o glúteo que ocurre durante el ejercicio (claudicación intermitente)
- <0.3 síntomas pueden ocurrir en reposo
- ≤0.25 compromiso severo de la circulación de la extremidad

<b>E</b>	<b>Ve</b>	<b>Inc</b>	<b>Esca</b>	<b>R</b>	<b>T</b>
<b>tapa</b>	<b>locidad</b>	<b>linación</b>	<b>la</b>	<b>PE</b>	<b> tiempo</b>
	<b>k</b>	<b>%</b>	<b>Cla</b>		
	<b>m/h</b>		<b>udicación</b>		
<b>1</b>	<b>3.2</b>	<b>0</b>			
<b>2</b>	<b>3.2</b>	<b>2</b>			
<b>3</b>	<b>3.2</b>	<b>4</b>			
<b>4</b>	<b>3.2</b>	<b>6</b>			
<b>5</b>	<b>3.2</b>	<b>8</b>			
<b>6</b>	<b>3.2</b>	<b>10</b>			
<b>7</b>	<b>3.2</b>	<b>12</b>			
<b>8</b>	<b>3.2</b>	<b>14</b>			
<b>9</b>	<b>3.2</b>	<b>16</b>			
<b>10</b>	<b>3.2</b>	<b>18</b>			

1	1	3.2	20			
2	1	3.2	22			

### Modalidades de ejercicio

- **Programa supervisado de ejercicios en cinta rodante**

En un programa supervisado de ejercicios en cinta rodante, los pacientes con EAP caminan para hacer ejercicio en un entorno supervisado al menos tres veces por semana. El programa de ejercicios debe adaptarse a cada paciente. Los pacientes con EAP que comienzan un programa de ejercicios por primera vez a menudo necesitan comenzar con solo 10 minutos de ejercicio caminando por sesión de ejercicio<sup>4</sup>.

- **Ejercicio de caminata en el hogar**

Cada vez hay más pruebas de que el ejercicio en el hogar mejora el rendimiento al caminar en pacientes con EVP. Las guías de práctica clínica establecen que el ejercicio en el hogar es una intervención razonable para los pacientes con EVP que no tienen acceso al ejercicio en el hogar. Las ventajas del ejercicio en el hogar incluyen que es menos oneroso y más conveniente para las personas con EVP caminar en su vecindario o incluso dentro de su entorno familiar que viajar a un centro de ejercicio supervisado. El ejercicio de caminar en el hogar mejora preferentemente la caminata sobre el suelo, como la que se encuentra típicamente en la vida diaria<sup>4</sup>.

**Anexo 3. Flujograma de guía técnica para el diseño de programas de ejercicio para la rehabilitación de pacientes atendidos en instituciones de salud costarricenses.**

