

Galileo
UNIVERSIDAD
La Revolución en la Educación



IPETH INSTITUTO PROFESIONAL EN TERAPIAS Y HUMANIDADES

"Impacto del ejercicio aeróbico supervisado en el ámbito clínico en adultos de 40-50 años que presentan hipertensión arterial, mediante revisión documental para implementarlo dentro del plan de tratamiento fisioterapéutico"

Que Presenta



Génesis Scarlet Nicole Flores Borrayo

Ponente

Numero de carnet

14010626

Guatemala



Galileo
UNIVERSIDAD
La Revolución en la Educación



IPETH INSTITUTO PROFESIONAL EN TERAPIAS Y HUMANIDADES

Impacto del ejercicio aeróbico supervisado en el ámbito clínico en adultos de 40-50 años que presentan hipertensión arterial, mediante revisión documental para implementarlo dentro del plan de tratamiento fisioterapéutico

Tesis profesional para obtener el Título de

Licenciado en Fisioterapia

Que presenta



Génesis Scarlet Nicole Flores Borrayo
L.F.T. Francisco Javier Campos
Mtra. Antonieta Betzabeth Millan Centeno





IPETH INSTITUTO PROFESIONAL EN TERAPIAS Y HUMANIDADES

LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA

INVESTIGADORES RESPONSABLES

Génesis Scarlet Nicole Flores Borrayo

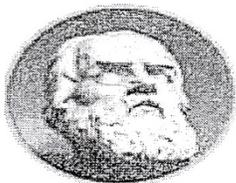
PONENTE

L.F.T. Francisco Javier Campos

DIRECTOR DE TESIS

Mtra. Antonieta Betzabeth Millan Centeno

ASESOR METODOLÓGICO



Galileo
UNIVERSIDAD
La Revolución en la Educación

Guatemala, 6 de Julio de 2019

Estimada alumna:

Génesis Scarlet Nicole Flores Borrayo

Presente.

Respetable alumna:

La comisión designada para evaluar el proyecto "Impacto del ejercicio aeróbico supervisado en el ámbito clínico en adultos de 40 a 50 años que presentan hipertensión arterial, mediante revisión documental para implementarlo dentro del plan de tratamiento fisioterapéutico" correspondiente al Examen General Privado de la Carrera de Licenciatura en Fisioterapia realizado por usted, ha dictaminado dar por APROBADO el mismo.

Aprovecho la oportunidad para felicitarla y desearle éxito en el desempeño de su profesión.

Atentamente,

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

Lic. Itzel Dorantes
Venancio
Secretario.

Lic. Laura Marcela
Fonseca Martínez
Presidente.

Lic. Nallely Bravo
Altamirano.
Examinador.



Galileo
UNIVERSIDAD
La Revolución en la Educación

Guatemala, 23 de Enero de 2019

Doctora
Vilma Chávez de Pop
Decana
Facultad de Ciencias de la Salud
Universidad Galileo

Respetable Doctora Chávez:

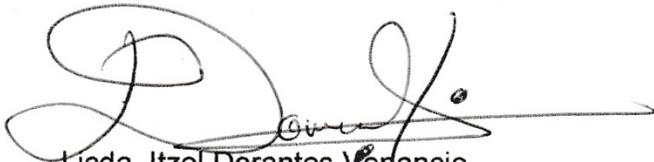
De manera atenta me dirijo a usted para manifestarle que el alumno:

Génesis Scarlet Nicole Flores Borrayo

De la Licenciatura en Fisioterapia, culminaron su informe final de tesis titulado: **“ Impacto del ejercicio aeróbico supervisado en el ámbito clínico en adultos de 40-50 años que presentan hipertensión arterial, mediante revisión documental para implementarlo dentro del plan de tratamiento fisioterapéutico”**. Por lo que, a mi criterio, dicho informe cumple los requisitos de forma y fondo establecidos en el instructivo para Elaboración y Presentación de Tesis de grado en Licenciatura en Fisioterapia.

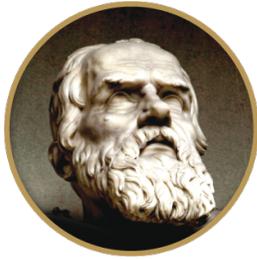
Sin otro particular me suscribo de usted.

Atentamente



Licda. Itzel Dorantes Verjancio

REVISOR DE TESIS



Galileo
UNIVERSIDAD
La Revolución en la Educación

Guatemala, 24 de enero de 2019

Doctora

Vilma Chávez de Pop

Decana

Facultad de Ciencias de la Salud

Universidad Galileo

Respetable Doctora Chávez:

De manera atenta me dirijo a usted para manifestarle que como catedrático y asesor del curso de Tesis de la Licenciatura en Fisioterapia he revisado la ortografía y redacción del trabajo TESIS del estudiante: Génesis Scarlet Nicole Flores Borrayo, titulado **"Impacto del ejercicio aeróbico supervisado en el ámbito clínico en adultos de 40-50 años que presentan hipertensión arterial, mediante revisión documental para implementarlo dentro del plan de tratamiento fisioterapéutico"**, mismo que a mi criterio, cumple los requisitos de grado en Licenciatura en Fisioterapia.

Sin otro particular me suscribo de usted.

Atentamente,

L.F.T. Francisco Javier Campos

ASESOR DE TESIS

**IPETH INSTITUTO PROFESIONAL EN TERAPIAS Y HUMANIDADES
LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA
COORDINACIÓN DE TITULACIÓN**

**INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN: LISTA COTEJO DE TESINA
DIRECTOR DE TESINA**

Nombre del Director	L.F.T. Francisco Javier Campos
Nombre del Alumno	Génesis Scarlet Nicole Flores Borrayo
Nombre de la Tesina	Impacto del ejercicio aeróbico supervisado en el ámbito clínico en adultos de 40-50 años que presentan hipertensión arterial, mediante revisión documental para implementarlo dentro del plan de tratamiento fisioterapéutico
Fecha de realización	

Instrucciones: Verifique que se encuentren los componentes señalados en la Tesina del alumno y marque con una X el registro del cumplimiento correspondiente. En caso de ser necesario hay un espacio de observaciones para correcciones o bien retroalimentación del alumno.

No.	Aspecto a Evaluar	Registro de Cumplimiento		Observaciones
		Si	No	
1	El tema es adecuado a sus Estudios de Licenciatura.	X		
2	Derivó adecuadamente su tema en base a la línea de investigación correspondiente.	X		
3	La identificación del problema es la correcta.	X		
4	El problema tiene relevancia y pertinencia social.	X		
5	El título es claro, preciso y evidencia claramente la problemática referida.	X		
6	Evidencia el estudiante estar ubicado teórica y empíricamente en el problema.	X		
7	El proceso de investigación es adecuado.	X		
8	El resumen es pertinente al proceso de investigación.	X		
9	La introducción contiene los elementos necesarios, mismos que hacen evidente al problema de estudio.	X		
10	Los objetivos han sido expuestos en forma correcta y expresan el resultado de la labor investigativa.	X		
11	Justifica consistentemente su propuesta de estudio.	X		

No.	Aspecto a evaluar	Si	No	Observaciones
12	Planteó claramente en qué consiste su problema.	X		
13	La justificación está determinada en base a las razones por las cuales se realiza la investigación y sus posibles aportes desde el punto de vista teórico o práctico.	X		
14	El marco teórico se fundamenta en: antecedentes, bases teóricas y definición de términos básicos.	X		
15	La pregunta es pertinente a la investigación.	X		
16	Agrupó y organizó adecuadamente sus ideas para su proceso de investigación.	X		
17	Sus objetivos fueron verificados.	X		
18	El método utilizado es el pertinente para el proceso de la investigación.	X		
19	Los materiales utilizados fueron los correctos.	X		
20	Los aportes han sido manifestados por el alumno en forma correcta.	X		
21	El señalamiento a fuentes de información documentales y empíricas es el correcto	X		
22	Los resultados evidencian el proceso de investigación realizado.	X		
23	Las perspectivas de investigación son fácilmente verificables.	X		
24	Las conclusiones directamente derivan del proceso de investigación realizado	X		

Revisado de conformidad en cuanto al estilo solicitado por la institución

Francisco Javier Campos de Yta
Nombre y Firma Del Director de Tesina



**IPETH**

IPETH INSTITUTO PROFESIONAL EN TERAPIAS Y HUMANIDADES
 LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA
 COORDINACIÓN DE TITULACIÓN

**INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN: LISTA DE COTEJO TESINA
 ASESOR METODOLÓGICO**

Nombre del Asesor	Mtra. Antonieta Betzabeth Millan Centeno
Nombre del Alumno	Génesis Scarlet Nicole Flores Borrayo
Nombre de la Tesina	Impacto del ejercicio aeróbico supervisado en el ámbito clínico en adultos de 40-50 años que presentan hipertensión arterial, mediante revisión documental para implementarlo dentro del plan de tratamiento fisioterapéutico
Fecha de realización	

Instrucciones: Verifique que se encuentren los componentes señalados en la Tesina del alumno y marque con una X el registro del cumplimiento correspondiente. En caso de ser necesario hay un espacio de observaciones para correcciones o bien retroalimentación del alumno.

ELEMENTOS BÁSICOS PARA LA APROBACIÓN DE LA TESINA

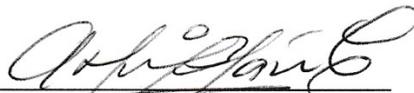
No.	Aspecto a evaluar	Registro de cumplimiento		Observaciones
		Si	No	
I	Formato de Página			
b.	Hoja tamaño carta.	✓		
c.	Margen superior, inferior y derecho a 2.5 cm.	✓		
d.	Margen izquierdo a 3.5 cm.	✓		
e.	Orientación vertical excepto gráficos.	✓		
f.	Paginación correcta.	✓		
g.	Números romanos en minúsculas.	✓		
h.	Página de cada capítulo sin paginación.	✓		
i.	Margen superior derecho mismo tipo de fuente del documento.	✓		
j.	Inicio de capítulo centrado y en mayúsculas.	✓		
K	Número de capítulo estilo romano a 8 cm del borde superior de la hoja.	✓		
l.	Título de capítulo a doble espacio por debajo del número de capítulo en mayúsculas.	✓		
m.	Times New Roman (Tamaño 12).	✓		
n.	Color fuente negro.	✓		
o.	Estilo fuente normal.	✓		
p.	Cursivas: Solo en extranjerismos o en locuciones.	✓		
q.	Alineación de texto justificado.	✓		
r.	Interlineado a 2.0	✓		

s.	Espacio entre párrafo y párrafo: Igual al interlineado.	✓		
t.	Espacio después de punto y seguido dos caracteres.	✓		
u.	Espacio entre temas 2 (tomando en cuenta el interlineado)	✓		
v.	Resumen sin sangrías.	✓		
w.	Uso de viñetas estándares (círculos negros, guiones negros o flecha.	✓		
x.	Títulos de primer orden con el formato adecuado.	✓		
y.	Títulos de segundo orden con el formato adecuado.	✓		
z.	Títulos de tercer orden con el formato adecuado.	✓		
2	Formato Redacción	Si	No	Observaciones
a.	Sin faltas ortográficas.	✓		
b.	Sin uso de pronombres y adjetivos personales.	✓		
c.	Extensión de oraciones y párrafos variado y mesurado.	✓		
d.	Continuidad en los párrafos.	✓		
e.	Párrafos con estructura correcta.	✓		
f.	Sin uso de gerundios (ando, iendo)	✓		
g.	Correcta escritura numérica.	✓		
h.	Oraciones completas.	✓		
i.	Adecuado uso de oraciones de enlace.	✓		
j.	Uso correcto de signos de puntuación.	✓		
k.	Uso correcto de tildes.	✓		
	Empleo mínimo de paréntesis.	✓		
l.	Uso del pasado verbal para la descripción del procedimiento y la presentación de resultados.	✓		
m.	Uso del tiempo presente en la discusión de resultados y las conclusiones.	✓		
n.	Continuidad de párrafos: sin embargo, por otra parte, al respecto, por lo tanto, en otro orden de ideas, en la misma línea, asimismo, en contraste, etcétera.	✓		
o.	Los números menores a 10 se escriben con letras a excepción de una serie, una página, porcentajes y comparación entre dos dígitos.	✓		
p.	Indicación de grupos con números romanos.	✓		
q.	Sin notas a pie de página.	✓		
3	Formato de Cita	Si	No	Observaciones
a.	Empleo mínimo de citas.	✓		

b.	Citas textuales o directas: menores a 40 palabras, dentro de párrafo u oración y entrecomilladas.	<input checked="" type="checkbox"/>		
c.	Citas textuales o directas: de 40 palabras o más, en párrafo aparte, sin comillas y con sangría de lado izquierdo de 5 golpes.	<input checked="" type="checkbox"/>		
d.	Uso de tres puntos suspensivos dentro de la cita para indicar que se ha omitido material de la oración original. Uso de cuatro puntos suspensivos para indicar cualquier omisión entre dos oraciones de la fuente original.	<input checked="" type="checkbox"/>		
e.	Uso de corchetes, para incluir agregados o explicaciones.	<input checked="" type="checkbox"/>		
3	Formato referencias	Si	No	Observaciones
a.	Correcto orden de contenido con referencias.	<input checked="" type="checkbox"/>		
b.	Referencias ordenadas alfabéticamente en su bibliografía.	<input checked="" type="checkbox"/>		
c.	Correcta aplicación del formato APA 2016.	<input checked="" type="checkbox"/>		
4	Marco Metodológico	Si	No	Observaciones
a.	Agrupó y organizó adecuadamente sus ideas para su proceso de investigación.	<input checked="" type="checkbox"/>		
b.	Reunió información a partir de una variedad de sitios Web.	<input checked="" type="checkbox"/>		
c.	Seleccionó solamente la información que respondiese a su pregunta de investigación.	<input checked="" type="checkbox"/>		
d.	Revisó su búsqueda basado en la información encontrada.	<input checked="" type="checkbox"/>		
e.	Puso atención a la calidad de la información y a su procedencia de fuentes de confianza.	<input checked="" type="checkbox"/>		
f.	Pensó acerca de la actualidad de la información.	<input checked="" type="checkbox"/>		
g.	Tomó en cuenta la diferencia entre hecho y opinión.	<input checked="" type="checkbox"/>		
h.	Tuvo cuidado con la información sesgada.	<input checked="" type="checkbox"/>		
i.	Comparó adecuadamente la información que recopiló de varias fuentes.	<input checked="" type="checkbox"/>		
j.	Utilizó organizadores gráficos para ayudar al lector a comprender información conjunta.	<input checked="" type="checkbox"/>		
k.	Comunicó claramente su información.	<input checked="" type="checkbox"/>		
l.	Examinó las fortalezas y debilidades de su proceso de investigación y producto.	<input checked="" type="checkbox"/>		

m.	Pensó en formas para mejorar investigación.	/		
n.	El problema a investigar ha sido adecuadamente explicado junto con sus interrogantes.	/		
o.	El planteamiento es claro y preciso.	/		
p.	Los objetivos tanto generales como específicos no dejan de lado el problema inicial y son formulados en forma precisa.	/		
q.	El marco metodológico se fundamenta en base a los elementos pertinentes.	/		
r.	El alumno conoce la metodología aplicada en su proceso de investigación.	/		
s.	El capítulo I se encuentra adecuadamente estructurado.	/		
t.	El capítulo II se desarrolla en base al tipo de enfoque, investigación y estudio referido.	/		
u.	El capítulo III se realizó en base al tipo de investigación señalado.	/		
v.	El capítulo IV proyecta los resultados pertinentes en base a la investigación realizada.	/		
w.	Las conclusiones surgen en base al tipo de investigación realizada.	/		
z.	Permite al estudiante una proyección a nivel investigativo.	/		

Revisado de conformidad en cuanto al estilo solicitado por la institución



Firma del Asesor en Metodología

DICTAMEN DE TESISSiendo el día 31 del mes de Enero del año 2019.

Los C.C. L.F.T. Francisco Javier Campos
Director de Tesis
Mtra. Antonieta Betzabeth Millan Centeno
Asesor Metodológico
L.F.T. Itzel Dorantes Venancio
Coordinador de Titulación



Autorizan la Tesina con el Nombre : Impacto del ejercicio aeróbico supervisado en el ámbito clínico en adultos de 40-50 años que presentan hipertensión arterial, mediante revisión documental para implementarlo dentro del plan de tratamiento fisioterapéutico

Realizada por el Alumno: Génesis Scarlet Nicole Flores Borrayo

Para que pueda realizar la segunda fase de su Examen Privado y de esta forma poder obtener el Título como Licenciado en Fisioterapia.





IPETH INSTITUTO PROFESIONAL EN TERAPIAS Y HUMANIDADES

LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA

TITULAR DE DERECHOS

Con fundamento en los artículos 21 y 27 de la Ley Federal del Derecho de Autor yo **Génesis Scarlet Nicole Flores Borrayo** como titular de los derechos morales y patrimoniales de la obra titulada **“Impacto del ejercicio aeróbico supervisado en el ámbito clínico en adultos de 40-50 años que presentan hipertensión arterial, mediante revisión documental para implementarlo dentro del plan de tratamiento fisioterapéutico”**; otorgo de manera gratuita y permanente al IPETH, Instituto Profesional en Terapias y Humanidades; autorización para que se fije la obra en cualquier medio, incluido electrónico y la divulguen entre sus usuarios, profesores, estudiantes o terceras personas, sin que pueda recibir por tal divulgación una contraprestación.

GÉNESIS SCARLET NICOLE FLORES BORRAYO

23 DE ENERO DE 2019

Firma

Dedicatoria

El presente trabajo está dedicado a las personas que luchan día a día sobrellevando una enfermedad, especialmente a los pacientes con hipertensión arterial.

Dedicado a los profesionales de la fisioterapia que cambian vidas con una sonrisa, que buscan conocimientos para guiar al paciente y que acompañan todo el proceso

Agradecimientos

Agradezco a mi casa de estudios IPETH por todo el aprendizaje, y a CRIPETH por darme las herramientas necesarias para mi carrera profesional.

A los licenciados, catedráticos y doctores que me dieron una de las cosas más importantes en la vida, el conocimiento. Especialmente a mi mentora, Lic. Lizbet Osorio por siempre creer en mí y por haberme formado buscando siempre la excelencia.

A toda mi familia que son el centro de mi vida, especialmente a mis padres, los que me dieron la vida y los que me enseñaron a vivirla. Paola, Mario, papá Julio y mamá Ninet.

A mis ángeles mi amor eterno. Mamá Tita, tía Grace, mamá Ester y tía Chelita

A mis amigos que me han acompañado en el camino Vivi, Barbara y Bryan. Y a todos los seres de luz que marcaron mi vida, los pacientes.

Palabras clave

Presión arterial

Hipertensión

Ejercicio terapéutico

Ejercicio aeróbico

Fisioterapia

ÍNDICE PROTOCOLARIO

Portada	
Portadilla.....	i
Investigadores responsables.....	ii
Lista de cotejo.....	iii
Hoja de dictamen de tesis.....	ix
Hoja de titular de derechos.....	x
Dedicatoria.....	xi
Agradecimientos.....	xii
Palabras clave.....	xiii

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	1
CAPITULO I	2
1.1 Antecedentes Generales.....	2
1.1.1 Anatomía Cardiovascular.....	2
1.1.2 Inervación Cardiaca.....	6
1.1.3 Sistema de Conducción cardiaca.....	6
1.1.4 Sistema Circulatorio del Corazón.....	7
1.1.5 Ciclo Cardiaco.....	9
1.1.6 Gasto Cardiaco	10
1.1.7 Mecanismo Frank-Starling.....	11
1.1.8 Frecuencia Cardiaca	12
1.1.9 Hipertensión	13
1.1.10 Fisiopatología.....	14
1.1.11 Etiología	16
1.1.12 Hipertensión arterial primaria o hipertensión esencial	16
1.1.13 Hipertensión secundaria o identificable	17
1.1.14 Clasificación.....	17
1.1.15 Factores de Riesgo	18
1.1.16 Epidemiología	19

1.1.17 Diagnóstico	19
1.2 Antecedentes Específicos	20
1.2.1 Ejercicio Aeróbico.....	
1.2.2 Sistemas energéticos	24
1.2.3 Forma Física.....	28
1.2.4 Consumo de oxígeno máximo	28
1.2.5 Consumo miocárdico de oxígeno	30
1.2.6 Resistencia.....	30
1.2.7 Respuesta Cardiovascular al ejercicio	31
1.2.8 Prescripción del ejercicio	31
1.2.9 Intensidad	31
1.2.10 Frecuencia del entrenamiento.....	32
1.2.11 Tipo de actividad.....	32
CAPITULO II	34
2.1 Planteamiento del problema	34
2.3. Justificación	36
2.2 Objetivos de la investigación.....	38
2.2.1 Objetivo general	38
2.2.2 Objetivos Específicos.....	38
CAPITULO III.....	39
3.1 Marco Metodológico.....	39
3.1.1 Materiales y Métodos	39
3.1.2 Variables	40
3.1.3 Tipo o Enfoque de investigación.....	42
3.1.4 Tipo de estudio	42
3.1.5 Método de estudio	43
3.1.6 Diseño de investigación	43
3.1.7 Criterios de selección	44
CAPITULO IV.....	45
4.1 Resultados.....	45
4.2 Discusión.....	47
4.3 Conclusiones	49
4.4 Perspectivas y/o aplicaciones prácticas.....	52

RESUMEN

La hipertensión arterial es una enfermedad que actualmente tiene un gran impacto en la población que cada vez aumenta la cifra de incidencia. El manejo de la enfermedad implica una gran responsabilidad para los profesionales de la salud, ya que existen muchos factores de riesgo, entre ellos, el ictus. Actualmente el ejercicio aeróbico esta surgiendo como una de las opciones dentro del tratamiento en el paciente hipertenso, estudios recientes demuestran una disminución significativa en los valores de la presión arterial debido a cambios adaptativos que genera el ejercicio. Sin embargo, es un requisito fundamental que sea dosificado y supervisado por un profesional de la salud que tenga la capacidad de emplear el ejercicio con un fin terapeutico, siendo la fisioterapia una de las mejores opciones para guiar el tratamiento en los pacientes hipertensos.

CAPITULO I

1.1 Antecedentes Generales

1.1.1 Anatomía Cardiovascular

El corazón es un órgano conformado de músculo que se controla por medio de estímulos eléctricos periódicos de miocitos especializados en la conducción, la activación de canales de iones específicos a nivel molecular permite la actividad eléctrica que a su vez regula el potencial de membrana de las células cardiacas creando un ciclo de despolarización y repolarización, este proceso se conoce como potencial de acción que será el responsable de la contracción del músculo cardiaco (Goldman y Schafer, 2013). La principal cavidad del corazón en la que se bombea sangre es el ventrículo izquierdo, que tiene una pared gruesa y está formado por miles de millones de miocardiocitos conectados entre sí por uniones comunicantes. El ventrículo derecho, cuya pared es más delgada, está separado del ventrículo izquierdo por el tabique interventricular. Sobre los ventrículos están las aurículas derecha e izquierda, que son cámaras con paredes delgadas que reciben la sangre venosa, que circula a baja presión están separadas de los ventrículos por la válvula tricúspide en el lado derecho y por la válvula mitral en el lado izquierdo. Estas válvulas están conectadas con los músculos papilares (que nacen de las paredes ventriculares) por medio de cuerdas tendinosas. El gradiente de presión que existe entre los ventrículos y las aurículas abre las válvulas auriculoventriculares. Los músculos papilares ayudan a fijar las posiciones de las valvas de las válvulas e impiden que la sangre retroceda durante la contracción. Las válvulas

tricúspide y pulmonar separan los ventrículos izquierdo y derecho de sus conexiones arteriales y permiten la salida de la sangre de los ventrículos (Goldman y Schafer, 2013).

El corazón funcionalmente está formado por dos bombas separadas por un tabique. La bomba derecha recibe la sangre desoxigenada del cuerpo y la envía a los pulmones. La bomba izquierda recibe la sangre oxigenada de los pulmones y la envía hacia el cuerpo. Cada bomba está formada por una aurícula y un ventrículo, las aurículas de paredes delgadas reciben la sangre que llega al corazón, mientras que los ventrículos con paredes relativamente gruesas bombean sangre fuera del pulmón. Es necesaria más fuerza para bombear la sangre a través del cuerpo que a través de los pulmones, por lo que la pared muscular del ventrículo izquierdo es más gruesa que la del derecho (Drake, Wayne y Mitchell, 2010).

Los tabiques interauricular, interventricular y auriculoventricular separan las cuatro cámaras del corazón. En el borde derecho del corazón se encuentra la aurícula derecha, la sangre retorna al corazón por medio de tres vasos: Vena cava superior e inferior y seno coronario. Desde la aurícula derecha, la sangre llega al ventrículo derecho atravesando el orificio auriculoventricular derecho que se encuentra cerrado durante la contracción ventricular por la válvula tricúspide. Durante la contracción del ventrículo, agujero auriculoventricular está cerrado por la válvula tricúspide que se forma de tres cúspides: anterior, posterior y septal, éstas se insertan las cuerdas tendinosas que nacen de los músculos papilares que mantienen las válvulas cerradas al momento de la contracción (Drake, Wayne y Mitchell, 2010).

Las paredes de entrada del ventrículo derecho tienen trabéculas carnosas estructuras musculares que se conectan por un extremo a la superficie del ventrículo y el otro se une por medio

de cuerdas tendinosas a la válvula tricúspide. El ventrículo derecho tiene tres papilares; músculo papilar anterior, músculo papilar posterior y músculo papilar septal. El tracto de salida del ventrículo derecho que llega al tronco pulmonar se llama cono arterioso (infundíbulo). En el vértice del infundíbulo, la salida hacia el tronco pulmonar está cerrada por la válvula pulmonar que se forma de tres valvas semilunares: anterior, derecha e izquierda. Cada valva forma un seno que después de la contracción del ventrículo, el reflujo de la sangre los llenará para forzar el cierre (Drake, Wayne y Mitchell, 2010).

La aurícula izquierda embriológicamente posee dos estructuras; la mitad posterior que recibe las cuatro venas pulmonares y la mitad anterior que contiene músculos pectinados. En el tabique se encuentra la válvula del agujero oval que durante el desarrollo evita que la sangre pase de la aurícula derecha a la izquierda. La sangre llega al ventrículo derecho por medio del orificio auriculoventricular izquierdo, esta cavidad tiene la capa más gruesa de miocardio, su tracto de salida es el vestíbulo aórtico, el tabique interventricular tiene de dos partes: una parte muscular y una parte membranosa (Drake, Wayne y Mitchell, 2010).

El orificio auriculoventricular izquierdo se cierra durante la contracción ventricular por medio de la válvula mitral, que también se conoce como válvula bicúspide; la valva anterior y la posterior, entre éstas se forman los senos aórticos derecho, izquierdo y posterior. La función de la válvula aortica es similar a la pulmonar adicionalmente cuando la sangre fluye después de la contracción ventricular y llena los senos aórticos, se forza al interior de las arterias coronarias debido a que estos vasos se originan de los senos aórticos derecho e izquierdo (Drake, Wayne y Mitchell, 2010).

El tronco pulmonar sale de un cono arterioso del ventrículo desplazándose a la izquierda, a nivel del disco intervertebral entre las vértebras T5 y T6, frente al borde izquierdo del esternón

y tercer cartílago costal. Se divide en: arteria pulmonar izquierda que llega al pulmón izquierdo y arteria pulmonar derecha que entra al pulmón derecho. El origen de la aorta ascendente es el orificio aórtico en la base del ventrículo izquierdo continuando al nivel del segundo cartílago costal derecho formando el cayado aórtico. Existen tres prominencias, los senos aórticos posterior, derecho e izquierdo, donde nacen las arterias coronarias derecha e izquierda. La vena cava superior se llega a la aurícula derecha por la parte inferior del tercer cartílago costal, la vena cava inferior ingresa a la aurícula derecha después de pasar el diafragma (Drake, Wayne y Mitchell, 2010).

Dentro de los componentes de la circulación se encuentran:

- Arterias: Transportan sangre con una presión alta a los tejidos, por esta razón tienen paredes vasculares gruesas y flujo sanguíneo con mayor velocidad.
- Arteriolas: Se encuentran como ramificaciones al final del sistema arterial, controlan los conductos por los que se libera la sangre en los capilares puede cerrarse completamente o dilatarse y así modificar el flujo sanguíneo
- Capilares: Se lleva a cabo el intercambio de nutrientes, líquidos, electrolitos hormonas y otras sustancias del líquido intersticial, por ello tienen poros capilares que son permeables al agua y otras moléculas.
- Vénulas: Se encargan de recoger la sangre de los capilares y van aumentando el diámetro convirtiéndose en venas.
- Venas: Transportan la sangre hacia el corazón, funcionan como reserva de sangre extra, y aunque la presión es muy baja pueden contraerse o expandirse dependiendo de las necesidades de la circulación. (Guyton y Hall, 2011).

1.1.2 Inervación Cardíaca

El bulbo raquídeo es el encargado del control nervioso de la actividad cardíaca. Esta región del tronco encefálico recibe aferencias de receptores sensoriales, la corteza cerebral y el sistema límbico, para regular la función cardíaca a través del aumento o disminución de la frecuencia de descarga de impulsos nerviosos en las ramas simpáticas y parasimpáticas del sistema nervioso autónomo (Tórtora y Derrickson, 2006).

La parte autónoma del Sistema Nervioso Periférico es la encargada de regular la frecuencia cardíaca, la fuerza de las contracciones y el gasto cardíaco. Las ramas del plexo cardíaco inervan el tejido nodal, los vasos sanguíneos coronarios y la musculaturas ventricular y auricular. El plexo cardíaco se conforma de diversos sistemas, entre ellos:

- Sistema parasimpático: Las fibras parasimpáticas preganglionares llegan al corazón como ramificaciones desde los nervios vagos derecho e izquierdo. Al estimularse reduce la frecuencia cardíaca, reduce la fuerza de contracción y produce una vasoconstricción de las arterias coronarias.
- Sistema simpático: Las fibras simpáticas llegan al corazón por medio de los nervios cardíacos que nacen del tronco simpático. Las fibras simpáticas preganglionares de los cuatro segmentos superiores de la médula espinal torácica penetran y cruzan el tronco simpático. Al estimularse aumenta la frecuencia cardíaca y aumenta la fuerza de la contracción (Drake, Wayne y Mitchell, 2010).

1.1.3 Sistema de Conducción cardíaca

El sistema de conducción cardíaca es el encargado del inicio y de coordinar la contracción cardíaca, se forma de nódulos y células miocárdicas, conocidos como:

- Nódulo sinoauricular
- Nódulo auriculoventricular
- Fascículo auriculoventricular con ramas derecha e izquierda
- Fibras de Purkinje

Los impulsos inician en el nódulo sinoauricular, las señales excitatorias se expanden a lo largo de las aurículas provocando la contracción del músculo, posterior el estímulo de excitación de las aurículas llega al nódulo auriculoventricular que se forma de un grupo de células especializadas que inician el sistema de conducción y continua como el fascículo auriculoventricular que llevará el impulso excitatorio a toda la musculatura ventricular y se bifurca en dos ramas: la rama derecha; pasa por el lado derecho del tabique interventricular hacia el ventrículo derecho hasta los músculos papilares hasta llegar a las fibras de Purkinje, la rama izquierda; pasa por el lado izquierdo del tabique interventricular hacia el ventrículo izquierdo hasta las fibras de Purkinje (Drake, Wayne y Mitchell, 2010).

1.1.4 Sistema Circulatorio del Corazón

La energía en el corazón se genera cuando se da la oxidación de ácidos grasos y de la glucosa, al disminuir el aporte de oxígeno, el metabolismo de la glucosa se acelera debido a que genera más ATP por el oxígeno consumido, al corazón se le dificulta realizar la glucólisis debido a que requiere de oxígeno para funcionar correctamente. El metabolismo basal, el trabajo mecánico total realizado por el corazón, la contractilidad y la frecuencia cardíaca dependen del consumo de oxígeno y de la energía generada. Durante la contracción y relajación se llevan a cabo diversos procesos, entre de ellos: la hidrólisis del ATP al momento de la unión entre la cabeza de

la actina con la miosina y la recaptación de calcio por el retículo sarcoplásmico (Goldman y Schafer, 2013).

El trabajo mecánico del corazón viene determinado por la superficie de presión volumen total que resulta del volumen de entrecruzamientos entre la actina y miosina en la contracción. Es la suma de trabajo externo del corazón para llevar la sangre del ventrículo a la aorta y la energía que hay en el miocardio cuando finaliza la contracción. El aumento de la contractilidad requiere un aumento del consumo de oxígeno, debido a que la cantidad de calcio liberado por el retículo sarcoplásmico necesita más ATP y del consumo de oxígeno para devolver al retículo sarcoplásmico el calcio liberado. Basado en lo descrito, para aumentar la frecuencia cardíaca se debe incrementar el consumo de oxígeno (Goldman y Schafer, 2013).

Los vasos sanguíneos comprenden un sistema de conductos que permiten el transporte de sangre del corazón hacia los tejidos y viceversa, esto es posible debido a que el flujo sanguíneo se impulsa por el bombeo cardíaco y la compresión de los músculos a las venas durante el movimiento. Los vasos sanguíneos tienen la capacidad de distenderse que se expresa según Guyton y Hall, como: el incremento fraccionado del volumen por cada milímetro de mercurio que aumenta la presión, que se representa en la fórmula:

Distensibilidad vascular= Aumento de volumen/ Aumento de presión x Volumen original

Esto se refiere a que si aumenta la presión de los vasos sanguíneos se dilatan y con ello, disminuye su resistencia por lo que aumenta el flujo sanguíneo. El flujo sanguíneo se regula por medio de mecanismos neurales y humorales que dilatan y constriñen al punto de crear una resistencia.

1.1.5 Ciclo Cardíaco

El latido del corazón pasa por cuatro acontecimientos hemodinámicos, que se expresan en las variaciones de las presiones y volúmenes incluida la actividad eléctrica que se representa con un diagrama de presión y volumen con el objetivo de calcular el asa de presión y volumen. En el momento que el músculo cardíaco se relaja al final de la diástole, la presión ventricular se encuentra en nivel de reposo que se conoce como presión telediastólica y los volúmenes ventriculares son máximos que se definen como volumen telediastólico. La presión aórtica disminuye al viajar por la aorta hacia la circulación periférica en relación con el flujo sanguíneo bombeado durante la contracción ventricular. La contracción auricular trabaja como refuerzo final al volumen ventricular después de la sístole ventricular. La contracción ventricular permite que aumente la presión en el ventrículo; al sobrepasar la presión en relación con la de la aurícula, la válvula mitral se cierra, sin embargo, la presión ventricular aun es menor que la aórtica, la válvula aórtica se encuentra cerrada sin ingresar ni salir sangre del ventrículo durante la contracción isovolumétrica (Goldman y Schafer, 2013).

En la sístole, la presión ventricular supera a la aórtica, y provoca la apertura de la válvula aórtica, sale sangre de la aorta, y el volumen ventricular disminuye en la fase de eyección del ciclo. Al final de la sístole cuando la contracción es máxima, termina la eyección y los volúmenes ventriculares llegan a sus valores mínimos (volumen telediastólico). El volumen de sangre expulsada, que se conoce como volumen sistólico, se define como la diferencia entre los volúmenes telediastólico y telesistólico. La fracción de eyección, se define como el porcentaje del volumen telediastólico que se expulsa en una contracción, representa la función cardíaca. La fase que continua es la relajación del músculo cardíaco, las presiones ventriculares son menores que la

presión de la aorta y la válvula aortica se cierra. En esta fase de relajación isovolumétrica los volúmenes ventriculares son constantes debido a que la válvula mitral y aórtica se encuentran cerradas. Cuando la presión ventricular es menor a la presión auricular, las válvulas mitral y tricúspide se abren para que la sangre pase de las aurículas a los ventrículos en la fase de llenado (Goldman y Schafer, 2013).

1.1.6 Gasto Cardíaco

Las células del cuerpo deben recibir la sangre oxigenada necesaria cada minuto para mantenerse saludables y vivas. Al estar metabólicamente activas, como durante el ejercicio, se capta una mayor cantidad de oxígeno de la sangre, así mismo, durante los periodos de reposo, las demandas metabólicas se reducen y la carga de trabajo del corazón disminuye. El gasto cardiaco es el volumen de sangre eyectado por los ventrículos hacia la aorta o tronco pulmonar en cada minuto. El volumen por minuto es igual al producto del volumen sistólico, que es el volumen de sangre eyectado por el ventrículo durante la contracción, y la frecuencia cardiaca es el número de latidos por minuto (Tórtora y Derrickson, 2006).

GASTO CARDIACO (ml/min) = VOLUMEN SISTOLICO (ml/lat) X FRECUENCIA CARDIACA (lpm)

El volumen sanguíneo total en un adulto promedio es de 5 litros, éste fluye a través de la circulación sistémica y pulmonar en cada minuto. Los factores que tienden a aumentar el volumen o descarga sistólica o frecuencia cardiaca también aumentan el gasto cardiaco, entre ellos el ejercicio. La reserva cardiaca es la diferencia entre el gasto cardiaco máximo y el de reposo de

una persona, por lo general la reserva es de 4 o 5 veces el gasto cardiaco en reposo y ésta permite realizar las tareas cotidianas en las personas (Tórtora y Derrickson, 2006).

1.1.7 Mecanismo Frank-Starling

Para controlar el gasto cardiaco hay factores que regulan el volumen sistólico y aseguran que los ventrículos bombeen el mismo volumen de sangre:

- La precarga, el grado de estiramiento del corazón antes de iniciar la contracción
- Contractilidad, la fuerza de contracción de las fibras musculares ventriculares
- Poscarga, la presión que debe ser superada antes de que la eyección de la sangre de los ventrículos pueda producirse (Tórtora y Derrickson, 2006).

Los factores periféricos son más importantes que el corazón en el gasto cardiaco debido a que el corazón cuenta con un mecanismo propio que le permite bombear automáticamente, sin tener en cuenta la cantidad de sangre que entre en la aurícula derecha desde las venas, este mecanismo se conoce como ley de Frank- Starling del corazón, que actúa al aumentar la cantidad de flujo hacia el corazón se produce un estiramiento de las paredes de las cámaras cardiacas. A consecuencia de ello el músculo cardiaco se contrae con mayor fuerza y como resultado vacía mejor el exceso de sangre que ha entrado desde la circulación sistémica, por lo que la sangre que fluye al corazón es bombeada sin retraso hacia la aorta y fluye de nuevo a través de la circulación (Guyton y Hall, 2011).

El corazón ayuda a igualar la eyección de los ventrículos para que el volumen de sangre fluyendo en la circulación sistémica y pulmonar sea la misma, por lo que, si el lado izquierdo del corazón bombea más sangre que el lado derecho, el volumen de sangre que retorna al ventrículo

derecho aumenta. El aumento del volumen de fin de diástole provoca una contracción del ventrículo derecho más intensa en el latido siguiente por lo que se vuelve a establecer el equilibrio entre ventrículos (Tórtora y Derrickson, 2006).

Otro factor es que el estiramiento del corazón hace que se bombee más deprisa, con una frecuencia cardíaca mayor, o sea, el estiramiento del nódulo sinusal de la pared de la aurícula derecha tiene un efecto sobre el ritmo del propio nódulo, aumentando la frecuencia cardíaca hasta un 10%-15%, así mismo, inicia un reflejo nervioso conocido como reflejo *Bainbridge*, llega primero al centro vasomotor del cerebro y después vuelve al corazón a través de los nervios simpáticos y los vagos, aumentando también la frecuencia cardíaca (Guyton y Hall, 2011).

1.1.8 Frecuencia Cardíaca

Los cambios en la frecuencia cardíaca son esenciales en el control a corto plazo del gasto cardíaco y la presión arterial. Los tejidos requieren diferente volumen de flujo sanguíneo, con relación a las necesidades; durante el ejercicio el gasto cardíaco aumenta para abastecer a los tejidos de oxígeno y nutrientes, por lo que los mecanismos hemostáticos son responsables de mantener el gasto cardíaco adecuado por medio del aumento de frecuencia cardíaca y la contractilidad. El sistema nervioso autónomo y las hormonas liberadas hacia la circulación mediante la glándula suprarrenal ayudan a regular la frecuencia cardíaca (Tórtora y Derrickson, 2006). Para que la circulación sanguínea se lleve a cabo se requiere de tres principios básicos, entre ellos:

- La velocidad del flujo sanguíneo en cada tejido del organismo casi siempre se controla con precisión en relación con la necesidad del tejido: Un tejido activo requiere de mayor aporte

de nutrientes, por lo que el flujo sanguíneo puede aumentar de 20 a 30 veces en relación con el nivel en reposo, a pesar de que el corazón no puede aumentar el gasto cardiaco más de 4-7 veces por encima del nivel de reposo. Como resultado de esta situación la microvasculatura de cada tejido vigila las necesidades del tejido, así como el nivel de oxígeno y nutrientes al igual que la acumulación de dióxido de carbono y residuos ya que todos ellos actúan sobre los vasos sanguíneos provocando la dilatación o constricción.

- El gasto cardiaco se controla principalmente por la suma de todos los flujos tisulares locales: Cuando el flujo sanguíneo llega a un tejido, retorna al corazón a través de las venas a lo que el corazón responde al aumento de flujo aferente de sangre bombeándolo hacia las arterias desde donde salían principalmente. El corazón tiene la capacidad de responder a las necesidades de los tejidos, aunque a veces sea necesaria la intervención de las señales nerviosas para bombear las cantidades necesarias de flujo sanguíneo.
- La presión arterial se controla independientemente a través del control de flujo sanguíneo local mediante el control del gasto cardiaco: El sistema circulatorio posee un sistema de control de la presión arterial, si la presión disminuye significativamente en segundos una descarga de reflejos nerviosos provoca una serie de cambios circulatorios que elevan la presión hasta la normalidad, provocando la fuerza de bomba del corazón, la contracción de los grandes reservorios venosos para llevar más sangre al corazón y una constricción generalizada de las arteriolas en donde se acumula más sangre, para que después los riñones puedan tomar el control de la presión (Guyton y Hall, 2011).

1.1.9 Hipertensión

La hipertensión se define como una tensión sistólica igual o superior a 140 mm Hg y una tensión diastólica igual o superior a 90 mm Hg, siendo los valores normales de ambas muy importantes para el funcionamiento eficiente de los órganos vitales. Aparece cuando se desarrollan cambios que alteran la relación entre el volumen de sangre y las resistencias periféricas totales (OMS,2013).

1.1.10 Fisiopatología

El control de la presión arterial está relacionado con la homeostasis del volumen de líquidos que se basa en el equilibrio entre la ingestión y eliminación de líquidos en el que participa el sistema renal. Cuando se incrementa el líquido extracelular aumenta el volumen de sangre y la presión arterial, tal aumento de presión arterial crea un mecanismo para que los riñones excreten el exceso de líquido y así normalizar la presión. El aumento de la presión arterial de unos milímetros de mercurio provoca la eliminación de agua que se conoce como diuresis por presión y la eliminación de sal que se conoce como natriuresis por presión. Siempre debe haber un balance entre la ingestión y eliminación de agua y sal para tener un punto de equilibrio, ya que al aumentar la presión se modificará y aumentará la excreción de agua y sal en relación con la ingestión (Guyton y Hall, 2011).

La regulación de la presión arterial esta mediada por dos variables hemodinámicas: el gasto cardiaco y las resistencias periféricas totales. El gasto cardiaco se relaciona al volumen sanguíneo que depende de la homeostasis del sodio parte esencial de la regulación de la presión arterial. De esta manera el aumento de volumen de líquido extracelular aumenta el volumen de sangre, esto incrementa la presión de llenado en la circulación que a su vez acelera el retorno venoso de sangre hacia el corazón y aumenta el gasto cardiaco que altera la presión arterial (Kumar et al., 2010).

Las resistencias periféricas totales dependen de las arteriolas, que se establecen por el tamaño de la luz, que podría cambiar de acuerdo con el espesor de la pared, estímulos nerviosos y hormonales que contraen o dilatan los vasos. Cuando hay un exceso de flujo sanguíneo en un tejido, se contraen los vasos sanguíneos y el flujo sanguíneo disminuye hasta la normalidad, esto se conoce como autorregulación. El tono vascular es el resultado de influencias vasoconstrictoras como la angiotensina II, catecolaminas, tromboxano, leucotrienos y endotelina., y de vasodilatadoras tales como cininas, prostaglandinas y óxido nítrico, que algunas veces se acompañan de productos metabólicos como el ácido láctico, hidrogeniones y adenosina o hipoxia que son vasodilatadores locales (Kumar et al., 2010).

La presión arterial aumenta cuando la resistencia periférica total aumenta de forma aguda, sin embargo, si hay una correcta función renal, no se mantiene el aumento de presión aguda, pero podría darse otra situación en la que el aumento de la resistencia periférica total provoque un aumento de la resistencia vascular intrarrenal, lo que altera la función renal y así mantiene elevada la presión arterial. El riñón interviene en las resistencias periféricas y en la homeostasis del sodio por medio del sistema renina- angiotensina. La renina es una enzima proteica producida por las células yuxtglomerulares renales transforma el angiotensinógeno del plasma en angiotensina I luego la enzima convertidora de angiotensina la transforma en angiotensina II que modifica la presión arterial incrementando las resistencias periféricas por medio de una vasoconstricción y el volumen sanguíneo estimulando la producción de aldosterona que aumenta la reabsorción de sodio y agua en el túbulo distal (Kumar et al., 2010).

El riñón produce distintas sustancias vaso depresoras como las prostaglandinas, un sistema de calicreína- cinina urinario, el factor activador de las plaquetas y el óxido nítrico que inhiben los efectos vasopresores de la angiotensina. Al disminuir el volumen de sangre, la tasa de filtrado

glomerular baja produciendo mayor reabsorción de sodio por los túbulos proximales, que intentan conservar el sodio y recuperar el volumen de sangre. Los factores natriuréticos independientes del filtrado glomerular renal, como el factor natriurético auricular (péptido que las aurículas secretan al aumento del volumen sanguíneo) inhiben la reabsorción de sodio de los túbulos distales y producen vasodilatación. (Kumar et al., 2010).

1.1.11 Etiología

1.1.12 Hipertensión arterial primaria o hipertensión esencial

Ocurre cuando no es posible identificar una causa única reversible de la elevación de la presión arterial, el origen es desconocido, en esta existe una mayor tendencia hereditaria, así como sobrepeso y sedentarismo, en diferentes estudios clínicos se demuestra la influencia que tiene la pérdida de peso en el control de la hipertensión, se menciona la importancia de aumentar la actividad física para el tratamiento de los pacientes con hipertensión arterial (Guyton y Hall, 2011). Algunas de las características de la hipertensión primaria provocada por el aumento de peso excesivo y la obesidad son:

- El gasto cardiaco se incrementa por la demanda de flujo sanguíneo del tejido adiposo extra, también debido al aumento de peso consecuencia del aumento de la tasa metabólica y al crecimiento de los órganos y tejidos en respuesta al aumento de las demandas metabólicas provocando el aumento de la resistencia vascular periférica.
- La actividad simpática nerviosa, esta aumentada en los pacientes con sobrepeso fundamentalmente en los riñones, se habla de algunas hormonas como la leptina

liberada por los adipocitos que estimulan al hipotálamo, que a su vez excita los centros vasomotores del bulbo.

- Las concentraciones de angiotensina II y aldosterona están aumentadas, lo que puede ser el resultado del aumento de la estimulación nerviosa simpática que hace que los riñones liberen renina y con ello la formación de angiotensina II, que estimula la secreción de aldosterona en las suprarrenales.
- El mecanismo renal de natriuresis por presión se altera y los riñones no excretan las cantidades de sal y agua (Guyton y Hall, 2011).

1.1.13 Hipertensión secundaria o identificable

Se refiere que la hipertensión arterial es secundaria a otra enfermedad y en algunos casos es necesario controlar la enfermedad para controlar la hipertensión arterial. Podemos mencionar las siguientes patologías:

1. Nefropatía crónica
2. Aldosteronismo primario
3. Síndrome de Cushing
4. Feocromocitoma
5. Apnea del sueño obstructiva. (Rondanelli, 2015)

1.1.14 Clasificación

Según la guía del manejo del hipertenso publicada en 2017 por el Colegio Americano de Cardiología y la Asociación Americana del Corazón, la clasificación de la hipertensión se clasifica

como presión arterial normal < 120 mm Hg sistólica y < 80 mm Hg diastólica, presión arterial elevada 120-129 mm Hg sistólica y <80 mm Hg diastólica, la hipertensión etapa 1 130-139 mm Hg sistólica y 80-89 mm Hg diastólica y la hipertensión etapa 2 igual o mayor a 140 mm Hg sistólica y 90 mm Hg diastólica. (Carey et al., 2017)

Clasificación de la presión arterial

Tabla 1

Categoría

<i>Presión arterial normal</i>	<120/80 mm Hg
<i>Presión arterial elevada</i>	120-129/<80 mm Hg
<i>Hipertensión etapa 1</i>	130-139/80-89 mm Hg
<i>Hipertensión etapa 2</i>	>140/90 mm Hg

1.1.15 Factores de Riesgo

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2013), existen diferentes factores que se relacionan al comportamiento que contribuyen a las enfermedades de origen cardiovascular entre ellas la hipertensión. Se pueden clasificar en factores conductuales, metabólicos y sociales:

- Factores conductuales se pueden mencionar la dieta con exceso de sodio y grasa con menor consumo de frutas y hortalizas, el tabaquismo, el consumo nocivo de alcohol y sedentarismo.
- Factores metabólicos: Hiperlipidemia, diabetes y obesidad se conoce que por cada aumento de índice de masa corporal (IMC) de 5 kg/m² se produce un aumento del riesgo

de mortalidad de origen cardiovascular del 40% en poblaciones de mediana edad. (Goldman y Schafer, 2013)

- Factores sociales: Los ingresos, la educación y la vivienda tienen una influencia negativa en los factores de riesgo conductuales; por ejemplo, el desempleo puede afectar los niveles de estrés que producen el aumento de la tensión arterial. También las condiciones de vida o trabajo pueden limitar el acceso al diagnóstico y tratamiento de la enfermedad, la urbanización acelerada contribuye a que los entornos insalubres alienten el consumo de comida rápida, tabaquismo y alcohol añadiendo una vida sedentaria. (OMS, 2013).

1.1.16 Epidemiología

La hipertensión es la causa principal de la muerte y los años de vida ajustados por discapacidad en todo el mundo (Carey et al., 2017). Las enfermedades cardiovasculares son responsables de aproximadamente 17 millones de muertes por año, entre ellas, las complicaciones por hipertensión arterial causan 9.4 millones de muertes. La hipertensión afecta a una cuarta parte de la población mundial, aproximadamente mil millones de personas en todo el planeta (OMS, 2013).

1.1.17 Diagnóstico

Al realizar una evaluación a un paciente con hipertensión arterial se debe plantear los siguientes objetivos:

- Determinar el nivel de presión arterial

La presión arterial debe medirse al menos dos o tres veces tras 5 minutos de reposo, con el paciente sentado en una silla con respaldo y con el brazo desnudo a la altura del corazón, evitar el tabaco y la cafeína 30 minutos antes de la prueba.

- Evaluar el riesgo cardiovascular global del paciente

Se deben identificar los factores de riesgo por medio de un estudio analítico midiendo electrolitos en sangre, glucemia en ayunas y la concentración sérica de creatinina, panel de lípidos, hematocrito, análisis de orina, y electrocardiograma. La relación entre el tratamiento para el aumento de presión arterial debe incluir los factores de riesgo que la influyen en ella.

- Detectar las claves de la hipertensión secundaria que requieran una mayor evaluación

Evaluar si la persona es normotensa y el aumento de la presión arterial grave.

1.2 Antecedentes Específicos

El manejo de la hipertensión arterial sigue siendo un tema de interés mundial en la salud pública debido a que se presenta como factor de riesgo principal para la morbilidad y mortalidad cardiovascular. La hipertensión arterial no controlada aumenta los riesgos de cardiopatía isquémica, ictus, enfermedad vascular periférica y otras enfermedades siendo uno de los factores de riesgo para la hipertensión el bajo nivel de actividad física. Existe certeza de que la terapia farmacológica es eficaz en la prevención del daño a los órganos del paciente con hipertensión arterial, sin embargo, la tasa de control de la presión arterial es muy baja. Componentes como el costo de la medicación, los medicamentos antihipertensivos múltiples, la disparidad económica y efectos adversos se han relacionado con un control deficiente de la presión arterial. Por esto, la

terapia no farmacológica en la que se menciona la actividad física como un elemento importante ha sido recomendada e investigada por muchas autoridades sanitarias como un posible medio para obtener efectos positivos en la reducción de la presión sanguínea (Ojukwu et al., 2017).

La mayoría de los tipos de programas de acondicionamiento de ejercicio individualizados y supervisados son efectivos en el tratamiento de la hipertensión (Dressendorfe, 2018). Los profesionales en rehabilitación son los encargados de realizar y supervisar estos programas, pues tienen el conocimiento que se requiere para dosificar el ejercicio. Se asegura que la actividad física permite una reducción de hasta 12 mmhg en la presión sistólica y 5 mmHg en la presión arterial diastólica. Así mismo cuando se utiliza como complemento de la terapia con medicamentos, se ha informado que aumenta el número de personas que tienen la presión arterial controlada y reduce el número de fármacos antihipertensivos tomados. Además, la actividad física se asocia con un mejor bienestar psicológico a través de la reducción de los niveles de estrés, ansiedad y depresión (Ojukwu et al., 2017).

El ejercicio produce cambios significativos en la función cardiaca con efectos en la circulación periférica, debido al aumento de la demanda metabólica de órganos fundamentales. Aproximadamente un tercio del aumento del oxígeno necesario se satisface mejorando la extracción de oxígeno de la sangre en los músculos y el resto se logra multiplicando el gasto cardiaco hasta por seis. El aumento de la función cardiaca es debido a la estimulación simpática y la reducción del tono vagal que provocan el aumento de la frecuencia cardiaca, la contractilidad, la fracción de eyección, las tasas de llenado y la presión arterial sistólica, para reducir la impedancia aortica. Para aumentar el gasto cardiaco con frecuencias elevadas por el ejercicio que pueden limitar el llenado ventricular y el volumen latido, también debe aumentar la contractilidad, mediante el fenómeno Bawditch. En conjunto al aumento de la contractilidad cardiaca, la

vasodilatación de la aorta y de otras arterias, reduce la resistencia al flujo sanguíneo (Goldman y Schafer, 2013).

La presión arterial es el resultado del gasto cardiaco y las resistencias periféricas totales, por lo que la reducción de la misma es mediada por una o ambas de estas variables, sin embargo es más común que sea por cuenta de la disminución de las resistencias periféricas totales por medio de la dilatación del lecho vascular arterial periférico durante el ejercicio, con reducción de las resistencias periféricas en individuos con hipertensión arterial y por la reducción de las cifras de presión arterial tras el ejercicio, levemente por debajo de las del inicio. Estas reducciones son mediadas por mecanismos neurohumorales y de adaptación estructural, alterando la respuesta del estímulo vasoactivo (Moraga,2008).

La resistencia cardiovascular puede mejorar a cualquier edad con el ejercicio regular, hay algunos ejercicios que son más efectivos para mejorar la capacidad cardiovascular como el ejercicio aeróbico que aumenta el gasto cardiaco y el índice metabólico provocando mayor demanda de oxígeno. Después de realizar un entrenamiento periódico durante semanas, el gasto cardiaco máximo aumenta debido a ello incrementa el suministro de oxígeno a los tejidos, los músculos cardiacos también desarrollan más redes de capilares. La práctica ejercicio físico permite disminuir la presión arterial, así como mejora la capacidad de disolver coágulos sanguíneos por aumento de la actividad fibrinolítica (Tórtora y Derrickson, 2006).

Moraga (2008) afirma que los efectos del ejercicio en el paciente con hipertensión arterial son:

- Disfunción diastólica del ventrículo izquierdo: El paciente con hipertensión presenta una alteración de la función diastólica cardiaca en la que durante la diástole ocurre una disminución del llenado ventricular izquierdo y luego una reducción de la contractilidad ventricular izquierda, según estudios en pacientes hipertensos que se sometieron a 10

semanas de ejercicio se ha observado mejoría en la disfunción diastólica del ventrículo izquierdo.

- Ejercicio, endotelio y vasodilatación: En los pacientes con hipertensión se relaciona diversos trastornos en la función vasodilatadora endotelial controlada por una disminución de óxido nítrico. El ejercicio aumenta el flujo sanguíneo a los músculos provocando un estrés sobre el endotelio de los vasos estimulando la liberación del óxido nítrico, con la constante vasodilatación y vasoconstricción.
- Ejercicio, hipertensión y rigidez arterial: La rigidez arterial se relaciona a la degeneración progresiva de la capa arterial media, debido al aumento de colágeno, contenido de calcio e hipertrofia en esa capa. Consecuente a eso se produce una disminución en la capacidad de distensión de la arteria, lo que provoca rigidez. También, debido al incremento en la presión arterial sistólica, se elevan las posibilidades de padecer aterosclerosis y eventos cardiovasculares, sin embargo, los efectos sobre la rigidez de la pared aún están en debate. (Moraga,2008)

1.2.1 Ejercicio Aeróbico

El requisito energético durante el ejercicio se abastece por medio de los diferentes sistemas del cuerpo neuromuscular, respiratorio, cardiovascular, metabólico y hormonal a través de procesos circulatorios para cubrir las necesidades de oxígeno y nutrientes para eliminar los productos finales del metabolismo como el dióxido de carbono y ácido láctico (Kisner y Allen,

2015). Existen términos generales que permite a los fisioterapeutas dosificar el ejercicio aeróbico sobre parámetros cardiovasculares.

1.2.2 Sistemas energéticos

Los sistemas energéticos son sistemas metabólicos que involucran una serie de reacciones bioquímicas que resultan en la formación de trifosfato de adenosina (ATP), dióxido de carbono y agua. La célula utiliza la energía producida por la conversión de ATP a difosfato de adenosina (ADP) y fosfato (P) para realizar actividades metabólicas. Las células musculares utilizan esta energía para la formación de puentes cruzados de actina y miosina cuando se contraen. Hay tres sistemas principales de energía, la intensidad y la duración de la actividad determinan cuándo y en qué medida contribuye cada sistema metabólico (Kisner, Allen y Borstad, 2018).

1) Sistema de fosfocreatina-creatina

Compuesto químico que tiene un enlace fosfato de alta energía. Este se puede descomponer en creatina y un ion fosfato y al hacerlo libera grandes cantidades de energía. El enlace fosfato de alta energía de la fosfocreatina tiene más energía que el ATP. Por tanto, toda la energía almacenada en la fosfocreatina muscular está casi disponible de forma instantánea para la contracción muscular, igual que la energía almacenada en forma de ATP. Las cantidades combinadas de ATP celular y fosfocreatina celular se denominan sistema de fosfógenos de alta energía. Una característica especial de la transferencia de energía desde la fosfocreatina al ATP es que se produce en una pequeña fracción de segundo. Estos, conjuntamente, pueden proporcionar la potencia muscular máxima durante unos ocho a diez segundos, casi lo

suficiente para una carrera de 100 metros. Por tanto, la energía del sistema de los fosfágenos se utiliza para actividades físicas de intensidad máxima y corta duración (Guyton y Hall, 2011).

2) Sistema de glucógeno-ácido láctico

El glucógeno almacenado en el músculo se puede romper en glucosa y esta glucosa ser utilizada para obtener energía. Durante la glucólisis que es la fase inicial y se produce sin la utilización del oxígeno conocida como metabolismo anaeróbico, cada molécula de glucosa es escindida en dos moléculas de ácido pirúvico y se libera energía para formar cuatro moléculas de ATP por cada molécula de glucosa. (Guyton y Hall, 2011)

El ácido pirúvico entra en la mitocondria de las células musculas y reacciona con el oxígeno para formar todavía más moléculas de ATP. A pesar de ello, cuando la cantidad de oxígeno no es suficiente para que tenga lugar esta segunda fase (oxidativa) del metabolismo de la glucosa, la mayor parte del ácido pirúvico se convierte en ácido láctico, el cual difunde fuera de las células musculares hacia el líquido intersticial y la sangre. Por ello, gran parte del glucógeno muscular se transforma en ácido láctico para formar mayor cantidad de ATP sin que haya consumo de oxígeno. El sistema de glucógeno-ácido láctico puede formar moléculas de ATP aproximadamente dos veces más rápido que el mecanismo oxidativo de la mitocondria. Por lo que cuando se requieren grandes cantidades de ATP para períodos breves a moderados de contracción muscular, este mecanismo de la glucólisis anaeróbica se puede utilizar como fuente rápida de energía (Guyton y Hall, 2011).

3) Sistema aeróbico

Al finalizar la glucólisis anaeróbica se cambia el proceso por el cual el piruvato se convierte en lactato, en cambio el lactato se introduce a la mitocondria y luego de una transformación se

incorpora al ciclo de Krebs. El mayor aporte energético lo brinda el proceso de fosforilación oxidativa, sin embargo, durante estos procesos mitocondriales no se metabolizan únicamente los hidratos de carbono sino también se utilizan las grasas y proteínas como fuente de combustión que deja desechos como el dióxido de carbono y el agua. La glucosa se capta en los hepatocitos y las células musculares por medio de la membrana celular se inicia la fosforilación, transformándose en glucosa-6-fosfato. Para fosforilar una molécula de glucosa, la célula tiene que aportar la energía procedente de la hidrólisis de un ATP, esto es el proceso inicial de aumento del nivel energético de un compuesto que luego se cataliza el cual se conoce como energía de activación (Chicharro y Vaquero, 2006).

Si la célula no utiliza la glucosa en ese momento, la glucosa 6P se isomeriza en glucosa 1P, el cual se almacena en la célula en forma de polímero, el queda en la célula en forma de polímero glucógeno por acción de glucógeno sintetasa por un proceso llamado glucogenogénesis para luego liberarse en la sangre circundante. El objetivo de la glucosa hepática es mantener los niveles de glucemia, sin embargo, cuando la glucosa absorbida supera la capacidad de almacenaje del glucógeno, el hígado la metaboliza transformándola en triglicéridos que son enviados al tejido adiposo. El glucógeno muscular suministra la glucosa a la propia célula muscular en la que se almacenó, pero no es posible defosforilar la glucosa debido a que carece de la enzima fosfatasa, por ello, la glucosa se queda en todo momento a disposición de la célula como sustrato energético. (Chicharro y Vaquero, 2006).

Para que la glucosa pueda atravesar la membrana de las células existen transportadores GLUT, en las células musculares son de tipo GLUT-4, dicho transportador se activa en presencia de insulina y cuando se eleva la concentración de calcio. El entrenamiento de resistencia aumenta

la concentración de GLUT-4 el cual se relaciona a la capacidad oxidativa de la célula muscular (Chicharro y Vaquero, 2006).

En el ciclo de Krebs ocurren un orden de reacciones en las cuales la acetil-CoA se metaboliza a CO₂ y átomos de hidrógeno, esto ocurre únicamente si hay oxígeno. En esta vía se oxida el CO₂ y agua de carbohidratos, lípidos y algunos aminoácidos. Se inicia cuando la acetil-CoA se condensa con el anión de un ácido de cuatro carbonos, el oxaloacetato para formar el citrato y HS-CoA, posterior en las siguientes reacciones se separan dos moléculas de CO₂, lo que provoca la regeneración del oxaloacetato, Se transfieren cuatro pares de átomos de hidrógeno a la cadena de flavoproteína-citocromo, lo que da origen a 12ATP y cuatro moléculas de agua, de las cuales dos se utilizan en el ciclo (Barrett et al., 2010).

Guyton y Hall (2011) refieren que se da por medio de la oxidación de los alimentos en la mitocondria para aportar energía. La glucosa, los ácidos grasos y los aminoácidos contenidos en los alimentos, después de procesarse se combinan con el oxígeno para liberar grandes cantidades de energía que se utiliza para convertir en AMP y el ADP en ATP. Si se compara este mecanismo aeróbico de aporte de energía con el sistema del glucógeno-ácido láctico y el sistema de fosfágenos, las velocidades máximas relativas de generación de potencia expresadas en generación de moles de ATP por minuto son:

<i>Tabla 2</i>	<i>Moles de ATP/min</i>
<i>Sistema de los fosfágenos</i>	4
<i>Sistema del glucógeno-ácido láctico</i>	2,5
<i>Sistema aeróbico</i>	1

Cuando se comparan los mismos sistemas para la resistencia, los valores relativos son los siguientes:

<i>Tabla 3</i>	<i>Tiempo</i>
<i>Sistema de los fosfágenos</i>	De 8 a 10s
<i>Sistema del glucógeno-ácido láctico</i>	De 1,3 a 1,6min
<i>Sistema aeróbico</i>	Tiempo ilimitado

1.2.3 Forma Física

Es la capacidad de realizar un trabajo físico, la realización de un trabajo físico requiere buen funcionamiento cardiorrespiratorio, fuerza y resistencia musculares y flexibilidad musculoesquelética. Para estar en forma se requiere la práctica de ejercicio con regularidad poniendo a prueba el sistema cardiorrespiratorio, los niveles de forma física se basan en el gasto de energía durante el ejercicio midiendo el consumo de oxígeno máximo. Existen diferentes métodos como el YMCA Cycle Ergometer Test y el Åstrand-Rhyming Test en el cicloergómetro, otras como el 3-Min Step Test, la Caminata de una milla (1,5 km) y el Rockport Fitness Walking Test que se aplica a personas mayores o inactivas y las carreras de fondo que se emplean para someter a prueba a personas activas, como la carrera de 1,5 milla (2,5 km) y la carrera de 12 minutos (Kisner y Allen, 2005).

1.2.4 Consumo de oxígeno máximo

Kisner y Allen 2005 refieren que: “Es la capacidad del cuerpo para utilizar el oxígeno, es la cantidad máxima de oxígeno consumido por minuto cuando se ha alcanzado el esfuerzo

máximo”. Se expresa en relación con el peso corporal, como milímetros de oxígeno por kilogramo de peso corporal por minuto. Se relaciona al transporte de oxígeno, de la capacidad para fijar el oxígeno en la sangre, de la función cardíaca, la capacidad para extraer el oxígeno y del potencial oxidativo de los músculos. El vO_2 se define matemáticamente con el principio de Fick”. La ley de Fick refiere que el vO_{2max} depende de la máxima capacidad del corazón para bombear sangre (gasto cardíaco) y de la máxima diferencia en el contenido arteriovenoso de oxígeno (Chicharro y Vaquero, 2006).



Figura 1. Volumen de oxígeno



Figura 2. Gasto Cardíaco



Figura 3. Diferencia arteriovenosa de O2

El Vo_{2max} determina la capacidad funcional de las personas o de la potencia aeróbica, puede variar de acuerdo con los siguientes factores:

- ✓ Dotación genética

- ✓ Edad
- ✓ Composición corporal
- ✓ Sexo
- ✓ Grado de entrenamiento o acondicionamiento físico

1.2.5 Consumo miocárdico de oxígeno

Es una medida del oxígeno consumido por el miocardio, determinada por la frecuencia cardíaca, la tensión arterial general, la contractilidad miocárdica y la poscarga. La capacidad depende del contenido de oxígeno de la sangre arterial. El miocardio extrae el 70-75% del oxígeno de la sangre en reposo por lo que durante el ejercicio el principal suministro de sangre es el aumento del riego sanguíneo coronario (Kisner y Allen, 2005).

1.2.6 Resistencia

Es la capacidad para trabajar durante largos periodos de tiempo, abarca la resistencia muscular y la capacidad cardiovascular realizando un ejercicio con grandes músculos (Kisner y Allen, 2005). Se produce cuando aumenta la capacidad de resistencia a la fatiga durante actividades en las que existe una resíntesis del ATP, de ello se obtiene ciertos productos de desecho como la acumulación de iones de hidrógeno (acidosis metabólica) y el calor (Chicharro y Vaquero, 2006).

La resistencia aeróbica se conoce como la capacidad funcional de una persona en los ámbitos clínicos (Chicharro y Vaquero, 2006). El sistema cardiovascular y los músculos atraviesan por un proceso de adaptación al ejercicio provocando eficiencia en su función. El umbral de estímulo del entrenamiento que es la respuesta al ejercicio (Kisner y Allen, 2005).

1.2.7 Respuesta Cardiovascular al ejercicio

Al realizar estímulo en las fibras mielínicas y amielínicas de los músculos esqueléticos se estimula el sistema nervioso simpático esto genera una vasoconstricción periférica generalizada y un aumento en la contractilidad del miocardio, el aumento de la frecuencia cardíaca y presión arterial por lo que se incrementa el gasto cardíaco que es el resultado de la intensidad del ejercicio y la masa muscular implicada. En el corazón la frecuencia de la despolarización del nódulo sinusal aumenta al igual que la frecuencia cardíaca se descienden los estímulos vagales, se produce una respuesta ionotrópica aumentando la contractilidad del miocardio. Luego ocurre una vasoconstricción que provoca la derivación de sangre de los músculos que no están activos y de los órganos, los metabolitos reducen la resistencia del lecho vascular arterial y como consiguiente ocurre una reducción neta de la resistencia periférica total (Kisner y Allen, 2005).

1.2.8 Prescripción del ejercicio

1.2.9 Intensidad

La intensidad determina la carga del entrenamiento, el parámetro más utilizado es la frecuencia cardíaca porque se obtiene con mayor accesibilidad en relación con el volumen de oxígeno máximo o la concentración de lactato en la sangre. Ésta se determina por medio de una prueba de esfuerzo que permitirá conocer la frecuencia cardíaca máxima, si no se cuenta con ello, puede medirse por medio de la siguiente fórmula (Moraga, 2008):

220 latidos por minuto - edad = Frecuencia cardíaca máxima

También se obtiene la frecuencia cardiaca de reserva por medio de la siguiente fórmula:

$$\text{FC de reserva} = \text{FC máxima} - \text{FC reposo}$$

Para obtener la intensidad se toma en cuenta el principio de sobrecarga que es una presión a la que se somete un organismo superior a la que soporta en la vida cotidiana, ésta debe superar el umbral del estímulo de entrenamiento para producir la adaptación. La respuesta al ejercicio se produce con una frecuencia máxima del 70 al 85% (Kisner y Allen, 2005).

Para obtener un mayor esfuerzo es necesario aplicar la fórmula de Karbonen que expresa la intensidad del ejercicio por medio de un porcentaje de la frecuencia cardiaca de reserva (Chicharro y Vaquero, 2006):

$$\text{Frecuencia cardíaca de esfuerzo} = \text{FC reposo} + 60\%-70\% (\text{FC máx} - \text{FC reposo})$$

1.2.10 Frecuencia del entrenamiento

La duración del ejercicio para mejorar las condiciones cardiovasculares depende del trabajo total, intensidad y frecuencia del ejercicio. Cuanto mayor sea la intensidad del ejercicio más corta será la duración para la adaptación, cuanto menor sea la intensidad mayor será la duración necesaria. (Kisner y Allen, 2005). La magnitud y tipo de adaptación que se obtenga en base al entrenamiento aeróbico están más relacionados a la intensidad que a la frecuencia (Chicharro y Vaquero, 2006).

1.2.11 Tipo de actividad

Chicharro y Vaquero (2006) afirman que: “Cualquier tipo de ejercicio que implique grandes masas musculares realizado con la intensidad, el volumen y la frecuencia necesarios produce adaptaciones similares que conducen a una mejora de la resistencia”.

Los ergómetros permiten una mejor evaluación funcional aeróbica. Dentro de los equipos de entrenamiento aeróbico se utilizan los siguientes:

- Tapiz rodante

En el tapiz rodante se alcanzan valores elevados de VO_2 debido a que se utiliza mayor masa muscular en los movimientos, para conseguir el VO_{2max} se debe activar el 50% de la masa muscular del cuerpo. El esfuerzo físico difiere en el gasto energético hasta un 30% si se utiliza ayuda del soporte de seguridad (Chicharro y Vaquero, 2006).

- Cicloergómetro

Se trata de una bicicleta estática que ofrece resistencia por medio de fricción mecánica, eléctrica, por aire o por fluido hidráulico al realizar movimientos recíprocos y repetitivos. Una persona es capaz de llegar a la fatiga periférica local sin haber alcanzado su máxima capacidad funcional aeróbica debido a que utiliza menor masa muscular (Chicharro y Vaquero, 2006).

CAPITULO II

2.1 Planteamiento del problema

La hipertensión arterial se encuentra dentro de la clasificación de enfermedades no transmisibles que han tenido un gran impacto en la población mundial, especialmente en países en vías de desarrollo. La Organización Mundial de la Salud (2015) destacó las enfermedades no transmisibles como responsables del 70% de las muertes en 2015, dichas enfermedades son causa de alteraciones en procesos metabólicos y se relacionan entre sí por un factor común denominado

sedentarismo, sin embargo, existen otros factores de riesgo como los hábitos alimenticios y el tabaquismo que juegan un papel importante en la incidencia de estas enfermedades.

En la actualidad nos encontramos ante una sociedad sedentaria, las actividades de la vida diaria requieren cada vez menos gasto de energía, las personas tienden a sustituir actividades que representan un mayor gasto metabólico como ir caminando al trabajo, por las que aportan un menor gasto metabólico como conducir al trabajo y pasar tiempo en el tráfico en sedestación, a ello le agregamos el consumo de una dieta poco saludable con alto aporte calórico lo que provoca un desequilibrio del gasto con relación al consumo de energía y aumenta el riesgo de padecer enfermedades no transmisibles.

“La hipertensión arterial afecta ya a mil millones de personas en el mundo, y puede provocar infartos de miocardio y accidentes cerebrovasculares. Los investigadores calculan que la hipertensión es la causa por la que mueren anualmente nueve millones de personas” (Organización Mundial de la Salud, 2013). En Guatemala, a pesar de que se cuenta con una institución encargada de estadística, no existen datos recientes de indicadores de salud, por lo que según la Organización Panamericana de la Salud en el istmo centroamericano para el 2015 la hipertensión arterial sistólica en hombres era de 21.8% y la de mujeres era de 19.2%.

Debido a la incidencia de esta enfermedad y los riesgos que induce a la población se busca un tratamiento multidisciplinario que permita brindar al paciente el control de la enfermedad y al mismo tiempo se crea una interrogante a los fisioterapeutas, ¿De qué manera interviene la fisioterapia en la hipertensión?, el abordaje fisioterapéutico incluye ejercicio físico que ha sido fundamental en el tratamiento para mejorar la condición de las personas que padecen enfermedades no transmisibles, principalmente de la hipertensión, sin embargo se requiere de personal

capacitado para supervisar los programas de ejercicio aeróbico que permitan lograr los beneficios en el paciente. Por ello, es necesario conocer sobre los métodos más efectivos en la prescripción de ejercicio físico.

2.3. Justificación

El tratamiento médico aporta avances en el control de la hipertensión, sin embargo, tiene muchos efectos secundarios y puede representar un alto costo en la salud del paciente, por ello el ejercicio físico se presenta como un apoyo en el tratamiento a corto y largo plazo en el manejo de la hipertensión arterial, que además reduce los factores de riesgo coronario siendo parte de la prevención de enfermedades cardiovasculares. En el metaanálisis realizado por Cornelissen et al. en 2011 se exponen los beneficios de diversos tipos de entrenamiento de fuerza en la reducción de la tensión arterial, la mejora del consumo de oxígeno pico, el descenso de la grasa corporal y de los triglicéridos en plasma, por lo que el ejercicio parte fundamental en la atención integral del paciente proporcionando beneficios en el metabolismo.

En Guatemala no hay referencia de tratamientos terapéuticos aplicados a pacientes con hipertensión arterial pero en una reciente publicación de la Asociación Americana del Corazón plantea que “para grupos de población con una larga historia de estilos de vida sedentarios, las

iniciativas para aumentar la actividad física de baja intensidad y posiblemente múltiples períodos breves de actividad física moderada-vigorosa pueden tener más probabilidades de ser implementadas para mejorar la condición de la enfermedad”, (Brent 2017, p. 405). Esto permite aplicar entrenamientos que se hayan utilizado en otros países, tomando en cuenta que el nivel de sedentarismo en un paciente sería un elemento modificable para cumplir con los objetivos que busca la investigación.

El ejercicio aeróbico está asociado con una reducción de 4,9/3,7 mmHg en la presión arterial en pacientes hipertensos, descenso que no varía según la frecuencia o intensidad del ejercicio (Moraga 2008, p.19), esto confirma que las mejoras con del entrenamiento aeróbico son capaces de reducir la presión arterial post-ejercicio y que es capaz de mantenerse a medida que el paciente adopta un plan de entrenamiento dentro de las actividades de la vida diaria. El ejercicio aeróbico tiene efectos terapéuticos agudos (sesión de ejercicio único) y crónicos (entrenamiento) en la reducción de presión arterial (Dressendorfer, 2017), convirtiéndose en un tratamiento terapéutico que guía al paciente hacia una mejoría permanente y que a medida que disminuye los factores de riesgo cardiovasculares puede retroceder el curso de la enfermedad.

La aplicación de ejercicio físico en pacientes con hipertensión arterial crea la oportunidad de aplicar diversos métodos de entrenamiento en un entorno controlado, debido al conocimiento de riesgos, mejoras y procesos que se deben tomar en cuenta en la dosificación del ejercicio y que puedan inducir cambios significativos en el organismo.

2.2 Objetivos de la investigación

2.2.1 Objetivo general

Fundamentar el impacto del ejercicio aeróbico supervisado en el ámbito clínico en adultos de 40-50 años que presentan hipertensión arterial, mediante revisión documental para implementarlo dentro del plan de tratamiento fisioterapéutico.

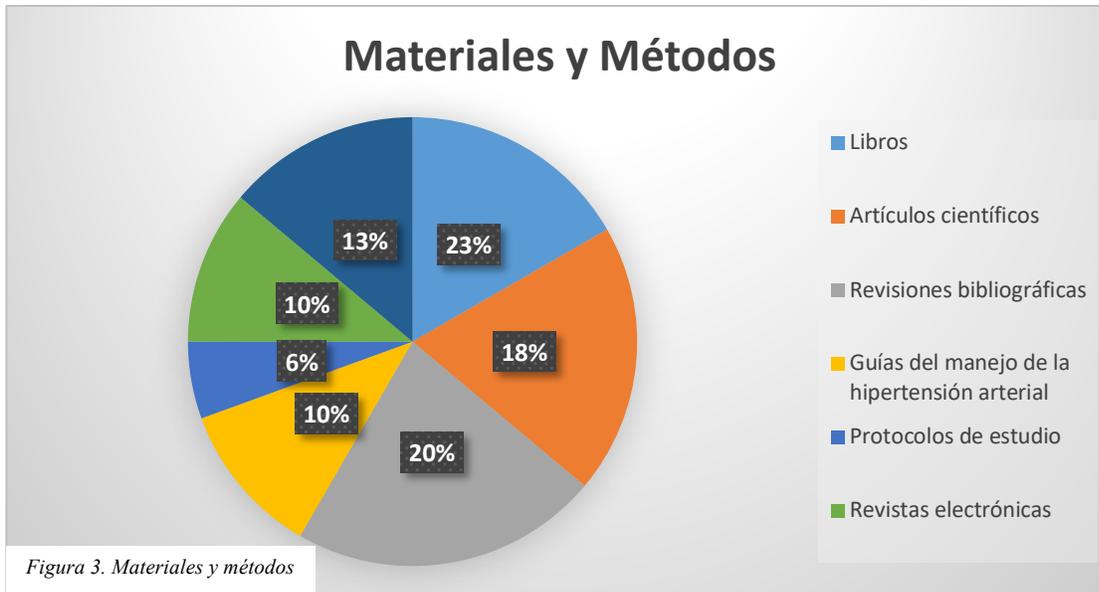
2.2.2 Objetivos Específicos

- Describir las limitaciones funcionales que presenta un paciente con hipertensión arterial basado en revisión documental para delimitar la población a estudiar.
- Destacar los efectos del ejercicio aeróbico de corta duración mediante un metaanálisis actualizado para su aplicación en el ámbito clínico.
- Integrar los efectos del ejercicio aeróbico de corta duración en el ámbito clínico en las limitaciones funcionales en los pacientes de 40-50 años con hipertensión arterial para considerarlos útiles dentro del programa.

CAPITULO III

3.1 Marco Metodológico

3.1.1 Materiales y Métodos



Entre los materiales empleados para realizar esta investigación, se consultaron 9 libros que corresponden al 23% que se observa en la gráfica entre ellos: Tratado de Medicina Interna, Gray Anatomía para estudiantes, Tratado de fisiología medica Guyton y Hall, Principios de Anatomía y fisiología, Tórtora y Derrickson, Ejercicio Terapeutico, Kisner y Allen, Ejercicio Terapeutico: Fundamentos y técnicas, Kisner, Allen y Borstad, Patología estructural y funcional, Kumat et al., Ganong fisiología médica, Barret et, al. Se utilizaron 7 artículos científicos que pertenecen al 18%, 8 revisiones bibliográficas que representan al 20%, 4 guías del manejo de hipertensión arterial que tienen un 10%, 2 protocolos de estudio con 6%, 4 revistas electrónicas que abarcan 10% y 5 páginas web que pertenecen al 13% de los materiales que se utilizaron y que se muestran en la gráfica

Base de datos que se emplearon en la investigación: ElSevier, Scielo, EBSCO, Biomed central, Dovepress.

Las palabras clave fueron: Hipertensión arterial, Ejercicio terapéutico, Ejercicio aeróbico, Fisioterapia.

3.1.2 Variables

Tabla 4

Tipo	Nombre	Definición conceptual	Definición operacional	Fuentes
Independiente	Ejercicio Aeróbico	Es un aumento de la utilización de la energía del músculo, por medio de un programa de ejercicios que involucra grupos musculares grandes de forma rítmica y continua.	El consumo máximo de oxígeno (VO ₂ máx.) Es una medida de la capacidad del cuerpo para usar oxígeno. Es la cantidad máxima de oxígeno consumido por minuto cuando el individuo ha alcanzado el máximo esfuerzo.	(Kisner y Allen, 2015)
Dependiente	Hipertensión	Es el aumento crónico y persistente de la presión arterial sistólica superior o igual a 140 mmHg y presión arterial	La tensión arterial se mide en milímetros de mercurio y se registra en forma de dos números separados por una barra. El primero corresponde a la tensión arterial	

		diastólica superior o igual a 90 mmHg	sistólica, que se produce cuando el corazón se contrae. El segundo corresponde a la tensión arterial diastólica, que se produce cuando el músculo cardíaco se relaja entre un latido y otro	(OMS, 2013)
--	--	---------------------------------------	---	-------------

3.1.3 Tipo o Enfoque de investigación

Es una investigación pura debido a que su objetivo es ampliar el conocimiento del manejo de la fisioterapia en la hipertensión y de carácter cualitativo por que se basa más en una lógica y proceso inductivo como explorar y describir para luego generar perspectivas teóricas (Sampieri, 2014) al recopilar diversas investigaciones acerca del entrenamiento que permite disminuir los índices de riesgos que presenta un paciente con hipertensión, se describen modalidades de tratamiento que podrían aplicar los profesionales de la salud para el control en los pacientes hipertensos y complemento a los tratamientos conservadores. También busca describir los efectos fisiológicos por los cuales atraviesa un paciente con hipertensión durante el ejercicio aeróbico. Por la manipulación de las variables es una investigación descriptiva. Surgen algunas dudas debido a la secuencia de los datos y los procesos que van aconteciendo a nivel fisiológico para que la presión arterial disminuya de manera crónica o aguda post ejercicio, este tipo de investigación permite

resolver dudas durante el análisis de la información. Pueden desarrollar preguntas e hipótesis antes, durante o después de la recolección y el análisis de los datos (Sampieri, 2014).

3.1.4 Tipo de estudio

El estudio es de tipo descriptivo, busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis (Sampieri, 2014). Relaciona procesos que demuestran la efectividad del ejercicio en la disminución de la presión arterial, busca un análisis que permita individualizar el ejercicio aeróbico a cada paciente hipertenso basado en la información que brindan los materiales y métodos, no se realiza ningún tipo de experimentación por lo que se enfoca a sintetizar conceptos y relacionarlos para obtener respuestas.

3.1.5 Método de estudio

Es teórico ya que, implica exponer y analizar las teorías, las conceptualizaciones, las investigaciones previas y los antecedentes en general que se consideren válidos para encuadrar el estudio (Rojas, 2011). Reúne información verídica y sustenta la investigación con materiales tales como libros, artículos científicos, bases de datos que se complementan al igual que las ideas y conocimiento de cada investigador para responder la hipótesis de la investigación.

3.1.6 Diseño de investigación

Arias (2012) define que la investigación documental es un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios, es decir, los obtenidos y

registrados por otros investigadores en fuentes documentales: impresas, audiovisuales o electrónicas. La investigación es de tipo documental debido a que no utiliza métodos experimentales, los recursos que se ocupan para cumplir con los objetivos de la investigación son a partir de la interpretación de datos de diversas fuentes de información, sin manipular variables.

3.1.7 Criterios de selección

Tabla 5

Inclusión	Exclusión
Revistas científicas	Embarazo
Artículos científicos	Artículos con mas de 10 años de publicación
Libros	Con diversas enfermedades
Revisiones bibliográficas	Artículos en portugués y francés
Protocolos de estudio	Ejercicio isométrico
Bases de datos	Tratamiento farmacológico
Guías de manejo de la hipertensión	
Artículos en inglés y español	

En la tabla anterior se muestran ciertos criterios que se utilizaron en la búsqueda de información, lo que muestra que en los criterios de inclusión se utilizaron revistas científicas, artículos científicos, libros, revisiones bibliográficas, protocolos de estudio, bases de datos, guías de manejo de la hipertensión y artículos en inglés y español. En los criterios de exclusión no se utilizó material que contuviera personas en estado gestacional, que tuvieran alguna otra enfermedad además de hipertensión o en que hayan utilizado ejercicio isométrico como parte del entrenamiento, tratamiento farmacológico. También se excluyeron algunos artículos que fueron publicados hace más de 10 años o estuvieran redactados en portugués y francés.

CAPITULO IV

4.1 Resultados

Dressendofer (2018). Autores llevaron a cabo un metaanálisis acerca de las conductas sedentarias autoinformadas que se asocian con la hipertensión. Se realizó una revisión sistemática en la que incluyeron 28 trabajos que evaluaron el comportamiento sedentario de adultos y niños, 10 de ellos utilizaron acelerometría y el resto utilizó el autoinforme, los resultados de este metaanálisis revelaron que una hora adicional de comportamiento sedentario se asoció con un aumento de 0.08 mm Hg de PA sistólica y 0.20 mm.

Ojukwu et. al. (2017) realizaron un estudio para explorar la percepción, el conocimiento, la actitud y participación en actividad física en pacientes nigerianos, incluyeron 200 hombres y mujeres con un rango de edad de 45 hasta 60 años con manejo ambulatorio de hipertensión arterial. Los pacientes refirieron tener limitaciones de tiempo para participar en actividades físicas en un (58%; $p = 0.02$), otros que las relaciones y los amigos tienen influencia en la participación de actividad física regular con (68%; $p = 0.001$). Al modificar estos aspectos se informaron reducciones moderadas de 5–15 mm Hg de presión arterial sistólica.

Lopes et. al. (2018) Expone un metaanálisis de ensayos controlados aleatorios con una duración de 4 semanas en las cuales el ejercicio aeróbico disminuye significativamente la presión arterial sistólica de -10.7 a -6.0 mm Hg y presión arterial diastólica de -6.9 a -3.4 mm Hg en pacientes hipertensos. La magnitud de la disminución fue mayor en los pacientes con hipertensión en comparación a pacientes con prehipertensión de -7.7 a -0.9 diastólica y -2.7 a -0.7 mm Hg presión arterial sistólica. Una revisión reciente de 27 ensayos controlados aleatorios, un total de 1,480 participantes con hipertensión y se observó una media reducción de 10.8 / 4.7 mm Hg, en los incluidos ensayos con 3 + nivel de evidencia. Asimismo, los resultados de un metaanálisis de 15 ensayos controlados aleatorios de al menos 4 semanas investigando los efectos del

entrenamiento aeróbico, la presión sanguínea en los adultos con hipertensión mostró una reducción significativa de 3.8 y 3.0 mm Hg. Se realizó un abordaje en 20 pacientes con hipertensión resistente para obtener efectos hemodinámicos agudos de 45 minutos con ejercicio aeróbico de intensidad moderada de 50% a 75% de frecuencia cardíaca máxima y tasa media de esfuerzo percibido de 11.7 ± 0.4 y 14.0 ± 0.2 [escala de Borg]. Ambas intensidades de ejercicio redujeron la presión sistólica a lo largo de 5 horas, -7.7 ± 2.4 mm Hg moderada y -5.7 ± 2.2 mm Hg presión diastólica. También se redujo la presión arterial sistólica y diastólica con ejercicio de intensidad moderada, más de 10 horas durante el día (-3.8 ± 1.3 y -4.0 ± 1.3 mm Hg, respectivamente) y durante la noche (-6.0 ± 2.4 y -6.1 ± 1.6 mm Hg, respectivamente).

Dressendofer (2018) refiere que el Colegio Americano de Medicina Deportiva recomienda el ejercicio aeróbico en los programas supervisados de los pacientes con hipertensión con una frecuencia preferentemente todos los días utilizando una intensidad moderada, es decir, de 40% hasta 60% de reserva de vO_2 durante 30 a 60 minutos. Cuatro semanas de ejercicio crónico se han asociado con una reducción en la PA en reposo de 10/6 mm Hg que puede persistir durante siete días, los autores de un estudio realizado en Canadá examinaron la relación entre la respuesta de la presión arterial crónica al ejercicio, los sujetos incluyeron 17 hombres y mujeres prehipertensos de 45 a 60 años; cada sujeto se sometió a ejercicio un programa de caminata y trote de 8 semanas, 4 veces por semana, 30 minutos por sesión, a 65% consumo máximo de oxígeno. La actividad física, la hemodinámica, la variabilidad de la frecuencia cardíaca y la sensibilidad barorrefleja se evaluaron al inicio y después de la ejercicio agudo y entrenamiento aeróbico crónico. Los investigadores encontraron que la magnitud de la reducción de la presión arterial sistólica y la presión arterial diastólica después del ejercicio agudo se relaciona con la magnitud de la presión

arterial sistólica en reposo y la presión arterial diastólica después del entrenamiento crónico con ejercicios.

4.2 Discusión

Existe un debate que busca determinar si realmente el ejercicio aeróbico favorece la condición de los pacientes con hipertensión arterial para poder integrarlo en el manejo de la enfermedad. Dressendorfer (2018) menciona que, tanto el ejercicio crónico como el ejercicio agudo pueden afectar la hipotensión postejercicio esto se refiere al período de disminución prolongada de la presión arterial en reposo que se produce en los minutos y las horas siguientes al ejercicio agudo cuatro semanas de ejercicio crónico se ha asociado con un reducción de la presión arterial en reposo de 10/6 mm Hg que puede persistir durante 7 días, en una revisión clínica reciente de 27 ensayos controlados aleatorios un total de 1,480 participantes Lopes et al. (2018) refiere que se observó una reducción media de 10.8/4.7 mm Hg en los ensayos incluidos, utilizando ejercicio aeróbico para disminuir la presión arterial en participantes con hipertensión. Otra revisión clínica que apoya la referencia de Lopes et al. analizó las pruebas científicas del efecto reductor del ejercicio aeróbico en 27 estudios controlados aleatorios en individuos con hipertensión y muestra que la actividad aeróbica regular de intensidad media a alta reduce la presión arterial en una media de 11/5 mm Hg (Börjesson et al., 2015). Sin embargo, una revisión de Anuncio et al, observó que aunque algunos estudios demostraron que la alta intensidad (70% –75% VO₂máx) promueven mayores reducciones en valores de presión arterial superiores a intensidad leve (50% VO₂ máx.) actividades, otros no han reportado diferencias en la prescripción sanguínea Seguro entre diferentes intensidades de ejercicio.

En contraparte Schaw et al. (2014) afirma que las recomendaciones actuales de los médicos generales para el ejercicio en el gimnasio aumentan la actividad física, pero los metaanálisis muestran que, si bien son efectivos, la reducción del riesgo absoluto para la salud es pequeña debido a que los pacientes no mantienen los niveles de actividad a lo largo del tiempo. Guyton y Hall (2011) refiere que uno de los efectos de la estimulación simpática del ejercicio es el aumento de la presión arterial a consecuencia de la vasoconstricción de las arteriolas aumento del bombeo del corazón y el aumento de la presión media del llenado sistémico lo que puede llevar la presión arterial hasta 20 mm Hg a 80 mm Hg por encima de los valores normales. Sin embargo, Börjesson et al. (2015) explica que, durante la actividad aeróbica aguda de intensidad suficiente, la presión sistólica aumenta mientras que la presión diastólica no se modifica o aumenta. En el paciente hipertenso, la respuesta de la puede ser exagerada durante la actividad aeróbica, pero al finalizar la presión arterial disminuirá por debajo de la presión arterial en reposo, y esto se denomina “hipotensión después del ejercicio”, también añade que la calidad científica de muchos estudios disponibles varía debido al pequeño número de participantes o al seguimiento corto. Además, la intervención puede ser vagamente o en absoluto descrita, sin una descripción adecuada del tipo, intensidad, frecuencia o duración del ejercicio lo que afectará seriamente la posibilidad de mostrar un efecto de la presión arterial en la hipertensión.

4.3 Conclusiones

Actualmente la hipertensión arterial un alto impacto de incidencia a nivel mundial, se ha empezado a notar un auge en la adultez temprana, de 1980 a 2008, el número de adultos con hipertensión aumentó de 600 millones a un billón, lo que representa alrededor del 40% de los

adultos mayores de 25 años (Lopes et al., 2018). En los Estados Unidos, la prevalencia de hipertensión es aproximadamente un 50% más alta entre los individuos de ascendencia africana africana o euro-caucásica o hispana estos grupos comparten un factor común que son niveles más bajos de actividad física relacionados con los estilos de vida sedentarios. La presión arterial sistólica es un mejor predictor de complicaciones a partir de los 50 años.

En las guías del manejo de la hipertensión arterial se menciona la importancia de las modificaciones en el estilo de vida, entre ellas el aumento tanto de actividad física como del ejercicio que puede ayudar a para reducir la presión arterial. Entre los beneficios del entrenamiento con ejercicios se encuentran la mejora de los factores de riesgo cardiovascular tradicionales, el aumento de la capacidad cardiorrespiratoria, la perfusión miocárdica y periférica, la rigidez arterial, la función autonómica, la mejora de la función endotelial y la reparación, y la disminución de inflamación de la pared vascular.

Moraga (2018) menciona que, en los pacientes hipertensos se ha asociado trastornos en la función vasodilatadora endotelial tanto en la macro como en la microcirculación, mediados por una disminución de óxido nítrico. El ejercicio incrementa el flujo sanguíneo a los músculos produciendo un estrés directo sobre las paredes de los vasos estimulando la liberación del óxido nítrico que posteriormente genera una vasodilatación. Las adaptaciones vasculares contribuyen a la reducción de la presión arterial, al parecer mediada por una disminución en la estimulación de los receptores alfa-adrenérgicos. Se ha encontrado que el entrenamiento físico en personas hipertensas altera la respuesta vascular de 2 potentes vasoconstrictores como son la norepinefrina y la endotelina. En pacientes hipertensos con disfunción endotelial, hay un aumento en el tono vascular y una disminución en la capacidad vasodilatadora, esta última dependiente de la producción de óxido nítrico, cuya producción aumenta en el ejercicio.

Es de gran importancia la supervisión en el ámbito clínico del ejercicio aeróbico para obtener los efectos esperados dentro de un entorno controlado. En un estudio realizado en Canadá con hombres y mujeres de 45 a 60 años prehipertensivos con evaluaciones post ejercicio en un programa de 8 semanas de caminata 4 veces por semana durante 30 minutos por sesión al 65% del consumo de oxígeno máximo se obtuvo una reducción de la presión arterial en reposo de 4 mm Hg a 6 mm Hg (Palmer, 2018).

Específicamente, la actividad física puede reducir la actividad simpática y aumentar el tono vagal, logrando una reducción en la resistencia periférica, también puede reducir los niveles de noradrenalina aproximadamente en un 30% que provoca una disminución de la presión sanguínea. Otro efecto reductor de la presión arterial también podría reflejarse en la función renal ya que, se observa en la disminución de los niveles de plasma-renina, además de los efectos sobre otros factores de riesgo, como el sobrepeso. En el sistema renina-angiotensina la angiotensina II es un poderoso vasoconstrictor y regulador del volumen sanguíneo; reducciones en la renina y la angiotensina II a través de entrenamiento físico, podrían contribuir a reducir la presión arterial. En sujetos normotensos se ha reportado disminución en los niveles de angiotensina II y renina después de ejercicio físico. Existe importante evidencia que sugiere que el entrenamiento físico produce cambios en la estructura vascular; estos incluyen el remodelamiento vascular y los fenómenos angiogénicos.

Diversas investigaciones apoyan el ejercicio aeróbico como parte del programa de tratamiento en el paciente con hipertensión arterial. Lopes et al. en 2018, menciona que la mayoría de los tipos de programas de entrenamiento con ejercicios individualizados y supervisados parecen ser efectivos para complementar el control farmacológico de la hipertensión arterial en adultos mayores, ya que se generan adaptaciones cardiovasculares con el ejercicio. La actividad física

aeróbica disminuye la presión arterial sistólica (promedio 2–5 mm Hg) y la presión arterial diastólica (promedio 1–4 mm Hg) en todos los adultos, sin importar el sexo o el nivel de presión arterial (Palmer, 2018). En la revisión clínica de Börjesson et al. en 2015 se muestra el efecto promedio de disminución de la presión arterial del entrenamiento aeróbico en pacientes hipertensos es de 10.8 mm Hg sistólica y 4.7 mm Hg diastólica, con un nivel de evidencia 3+. También describe que la mayoría de los estudios han incluido entrenamiento aeróbico de intensidad alta o media, mientras que algunos estudios han incluido actividades de intensidad media y alta; estos muestran reducciones de la presión arterial son similares a las de la actividad aeróbica en general. La duración de una sesión asociada con el mayor efecto fue de 40 a 60 minutos por sesión, con una frecuencia de al menos tres veces por semana. La mayoría de estas intervenciones se realizaron en un cicloergómetro, lo que permitió delinear la intensidad del ejercicio, lo que respalda lo expuesto anteriormente apoyando la posibilidad de su uso dentro de los programas de rehabilitación fisioterapéutica.

4.4 Perspectivas y/o aplicaciones prácticas

Luego de realizar la revisión documental con el interés de hacer uso del ejercicio aeróbico en el ámbito clínico con pacientes hipertensos, se concluye que existe evidencia científica que promueve la practica supervisada del ejercicio aeróbico. Esto complementa el manejo de la hipertensión y permite de disminuir los factores de riesgo cardiovasculares mejorando la condición de la enfermedad al reducir la presión arterial. Por lo tanto, es necesario para el fisioterapeuta siendo el profesional que cuenta con el conocimiento para supervisar el ejercicio, pueda aplicar los parámetros de ejercicio aeróbico que presentan los investigadores en pacientes con hipertensión arterial en los diferentes centros de rehabilitación y clínicas.

Sin embargo, aún se necesita evidencia científica en diferentes grupos de control en relación con la distribución geográfica, en América Latina, específicamente en Guatemala no se cuenta con investigaciones que proporcionen datos del ejercicio aeróbico en la población con hipertensión arterial, lo que genera la oportunidad de que surja nuevo conocimiento relacionado al tratamiento fisioterapéutico aplicado en hipertensos.

REFERENCIAS

- Bakker, E., Sui, X., Brellenthin, G. (2018). Physical activity and fitness for the prevention of hypertension, 33. DOI:10.1097/HCO.0000000000000526
- Borjesson, M., Onerup, A., Lundqvist, S., Dahlof, B. (2016) Physical activity and exercise lower blood pressure in individuals with hypertension: narrative review of 27 RCTs, 0, 1–8. doi:10.1136/bjsports-2015-095786
- Bueno, D., Nunes, M., Suemi C., Araujo R., Aparecida, Y., Lebao, M., (2017). Objectively measured physical activity and healthcare expenditures related to arterial hypertension and diabetes mellitus in older adults: SABE Study, 25, 553-558 <https://doi.org/10.1123/japa.2016-0023>
- Carey, M., Whelton, P. (2017) Prevention, detection, evaluation, and management of high blood pressure in adults: Synopsis of the 2017 American College of Cardiology/American Heart Association hypertension guideline, 168, 351-358. doi:10.7326/M17-3203
- Chicharro J. y Vaquero A. (2006). Fisiología del Ejercicio. Madrid, España. Médica Panamericana.
- Drake R.L., Wayne V. y Mitchell W. M. (2010). Gray, anatomía para estudiantes. Inglaterra. Elsevier.
- Dressendorfer, R. (2018) Hypertension: an Overview. Recuperado de <http://www.nhlbi.nih.gov/guidelines/hypertension/index.htm>
- Dressendorfer, R. (2018) Hypertension in older adults. Recuperado de <http://www.nhlbi.nih.gov/guidelines/hypertension/index.htm>
- Egan, M. (2018). Physical activity and hypertension. American Heart Association, 69, 404-406. DOI: 10.1161/HYPERTENSIONAHA.116.08508.
- Gallegos, K., García, C., Salmerón, J., Salgado, V., Vázquez, G., Lobelo, F. (2014). Exercise-referral scheme to promote physical activity among hypertensive patients: design of a cluster randomized trial in the primary health care units of Mexico's social security system, 14, 706. Recuperado de <http://www.biomedcentral.com/1471-2458/14/706>
- Goldman L. y Schafer A. I. (2013). Tratado de medicina interna. Barcelona. Elsevier.
- Guyton A. C. y Hall J. E. (2011). Tratado de fisiología médica. España. Elsevier.
- Kisner C. y Allen L. (2015). Ejercicio Terapéutico. Madrid. Panamericana.
- Kisner C., Allen L. y Borstad J. (2018). Ejercicio Terapéutico. Philadelphia. F.A. Davis Company.

Maruf, A., Ojukwu, C., Akindele, O. (2017) Perception, knowledge, and attitude toward physical activity behaviour: Implications for participation among individuals with essential hypertension DOI 10.1007/s40292-017-0235-y

Moraga, C. (2008) Prescripción de ejercicio en pacientes con hipertensión arterial, 10, 1-2.

Organización Mundial de la Salud. (2013). Hipertensión. Recuperado de <https://www.who.int/features/qa/82/es/>.

Palmer, E. (2018) Hypertension in women. Recuperado de <http://www.nhlbi.nih.gov/guidelines/hypertension/index.htm>.

Prieto, M. (2014) Guías del manejo de la hipertensión, 4, 2-10.

Rondanelli, R. (2015) Hipertensión arterial secundaria en el adulto: Evaluación diagnóstica y manejo, 26 (2), 164-174.

Sampieri, R., Fernández, C., Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación: Roberto Hernández Sampieri, Carlos Fernández Collado y Pilar Baptista Lucio 6 edición.

Schaw, C., Lusignan, S., Wainwright, J., Sprake, H., Laver, S., Heald, V., Orton, J., Prescott, M., Carr, H., O'Neill, M. (2014). Comparing exercise interventions to increase persistence with physical exercise and sporting activity among people with hypertension or high normal blood pressure: study protocol for a randomised controlled trial, 15, 336. <https://doi.org/10.1186/1745-6215-15-336>.

Torija, A., Pérez, J., Sarmiento, A., Fernández, E., González, J., Guisado, R. (2016) Efecto de un programa lúdico de actividad física general de corta duración y moderada intensidad sobre las cifras de presión arterial y otros factores de riesgo cardiovascular en hipertensos mayores de 50 años. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aprim.2016.11.005>.

Tórtora G. J. y Derrickson B. (2006). Principios de anatomía y fisiología. Valencia. Panamericana.

