

**UNIVERSIDAD NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA CIENCIAS DEL DEPORTE**

**RESPUESTA AGUDA DE LA PRESIÓN ARTERIAL SISTÓLICA Y
DIASTÓLICA, PRESIÓN ARTERIAL MEDIA, PRESIÓN DE PULSO
Y DOBLE PRODUCTO, EN SUJETOS SEDENTARIOS CON
HIPERTENSIÓN PRIMARIA NO FARMACODEPENDIENTES,
CUANDO SON SOMETIDOS A UN TRABAJO AERÓBICO
EN DOS DIFERENTES INTENSIDADES Y ERGÓMETROS.**

Tesis sometida a la consideración del Tribunal Examinador de Trabajos de Graduación para
optar por el título de Licenciatura en Ciencias del Deporte con Énfasis en Salud

**Karen Yorleth Villalobos Acuña
Jeffry Roberto Urbina Espinoza**

Campús Presbítero Benjamín Núñez, Heredia, Costa Rica
2010.

**RESPUESTA AGUDA DE LA PRESIÓN ARTERIAL SISTÓLICA Y
DIASTÓLICA, PRESIÓN ARTERIAL MEDIA, PRESIÓN DE PULSO
Y DOBLE PRODUCTO, EN SUJETOS SEDENTARIOS CON
HIPERTENSIÓN PRIMARIA NO FARMACODEPENDIENTES,
CUANDO SON SOMETIDOS A UN TRABAJO AERÓBICO
EN DOS DIFERENTES INTENSIDADES Y ERGÓMETROS.**

Karen Yorleth Villalobos Acuña

Jeffry Roberto Urbina Espinoza

Tesis sometida a la consideración del Tribunal Examinador de Trabajos de Graduación para optar por el título de Licenciatura en Ciencias del Deporte con Énfasis en Salud. Cumple con los requisitos establecidos por la Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica.

Miembros del Tribunal Examinador

.....
M.Sc. María Antonieta Corrales Araya
Vicedecana de Facultad de Ciencias de la Salud

.....
M.Sc. Pedro Rojas Arce
Tutor

.....
M. Sc. Braulio Sánchez Ureña
Lector

.....
M. Sc. Gerardo Araya Vargas
Lector

.....
Karen Yorleth Villalobos Acuña
Sustentante

.....
Jeffry Roberto Urbina Espinosa
Sustentante

Tesis sometida a la consideración del Tribunal Examinador de Trabajos de Graduación para optar por el título de Licenciatura en Ciencias del Deporte con Énfasis en Salud. Cumple con los requisitos establecidos por la Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica.

Resumen

El diseño de este estudio es analizar la respuesta aguda de la presión arterial sistólica y diastólica, presión arterial media, presión de pulso y doble producto en sujetos sedentarios con hipertensión primaria no fármacodependientes, cuando son sometidos a un trabajo aeróbico en intensidades de 40 y 60% del VO_2 máx. en banda sin fin y cicloergómetro.

Para la muestra se contó con la participación de 20 personas del EBAIS de La Aurora de Heredia y EBAIS de Guarari de Heredia con edades entre los 28 y 51 años, los cuales debían ser sedentarios y presentar hipertensión arterial inicial (por sintomatología y diagnosticados como tal), sin tratamiento farmacológico (médico).

Para la aplicación de las pruebas se contó con las instalaciones del Programa de Ciencias del Ejercicio y la Salud (PROCESA) de la Universidad Nacional, en el cual se facilitaron los instrumentos para la recopilación de datos, ayudados también por los encargados de este.

Los resultados obtenidos en el estudio demuestran que la presión arterial sistólica, presión arterial diastólica, presión media y el doble producto presentan un aumento significativo en la toma al final del ejercicio; la cual disminuía 30min. después del ejercicio alcanzando los mismos niveles que se tenían antes del ejercicio, y también se encontró disminución significativa de estas variables de la toma al final del ejercicio y 1 hora después de éste alcanzando niveles más bajos que los que tenían antes del ejercicio.

La presión pulso presentó efectos significativos en los momentos de medición. Donde se dio un aumento de la presión pulso inmediatamente después de finalizado el ejercicio la cual disminuyó significativamente alcanzando niveles similares a la presión pulso que tenía antes del ejercicio.

Dentro de las conclusiones se determinó que al trabajar a ambas intensidades (40 y 60%) se pueden dar respuestas agudas al ejercicio similares, eso quiere decir que si trabajamos a un 40% de intensidad los resultados van a ser iguales que si trabajáramos a un

60% de intensidad en personas sedentarias con hipertensión primaria no farmacodependiente. Asimismo, cuando se trabajó en los ergómetros se observó que al ejercitarse en banda sin fin se dan los mismos resultados que si se ejercitaran en cicloergómetro. Se obtuvo una respuesta aguada significativamente mejor en las variables la hora después del ejercicio comparado a los niveles que presentaban antes del ejercicio.

A si mismo se demostró que los sujetos presentaban cambios fisiológicos favorables al finalizar dichas pruebas ya que estos disminuían los niveles de presión arterial y frecuencia cardiaca comparados con la primera toma. Esto se da porque al ejercitarse los sujetos mejoraron el flujo de sangre por las arterias ya que la resistencia periférica que presentan después del ejercicio es menor.

Descriptores

Hipertensión arterial, respuesta aguda, presión arterial sistólica y diastólica, presión arterial media, presión de pulso, doble producto, ergómetro, intensidad.

Agradecimiento y Dedicatoria

Les agradecemos a nuestro Tutor y Lectores que con su apoyo nos incentivaron día a día a seguir adelante y lograr nuestros propósitos y metas. A nuestros colegas que nos brindaron ayuda para poder ser quienes ahora somos. A el Programa de Ciencias del Ejercicio y la salud (PROCESA) por facilitarnos el equipo y las instalaciones para la ejecución de las pruebas.

Yo Karen le dedico este trabajo a mi hija Brittanie pues es el ángel que Dios puso en mi vida. A mis padres que son mis mejores amigos y quienes siempre me han apoyado para ser mejor cada día. Y a todas aquellas personas quienes me impulsaron para lograr todas mis metas y sueños. A todas ellas..... Bendiciones!!!

Yo Jeffry les dedico este trabajo a mis padres por el apoyo y esfuerzo que me dieron para seguir adelante. A mi compañera que con esfuerzo y fe desarrollamos la conclusión de este trabajo. A nuestro profesor Pedro Rojas que nos guio correctamente y a todos aquellos que indirectamente estuvieron cerca de uno siempre se les agrádese y bendice de todo corazón....

ÍNDICE

Miembros del tribunal examinador.....	III
Resumen.....	IV
Descriptores	VI
Agradecimiento y Dedicatoria	VII

CAPITULO I

Introducción.....	1
Planteamiento y delimitación del problema.....	1
Justificación.....	2
Objetivos.....	14
Conceptos claves	15

CAPITULO II

Marco conceptual.....	17
Enfermedades cardiovasculares a nivel Mundial.....	17
Enfermedades cardiovasculares a nivel Nacional.....	18
Enfermedades del Sistema Circulatorio.....	19
Tensión arterial.....	21
Factores hemodinámicos.....	22
Medición de la presión arterial.....	23
Hipertensión arterial.....	23
Otros componentes a evaluar	23
Fisiopatología de la hipertensión arterial.....	24
Tipos y causas de la hipertensión arterial	24
Tratamiento de la hipertensión arterial.....	27
La actividad física y el ejercicio en la hipertensión.....	27
Intensidad del ejercicio.....	30
Utilización de ergómetros como medios para controlar la intensidad.....	31
Investigaciones crónicas.....	31
Investigaciones agudas.....	35

CAPITULO III

Metodología.....	39
Sujetos.....	39
Instrumentos.....	39
Procedimientos.....	40
Análisis estadístico.....	43

CAPITULO IV

Resultados	44
-------------------------	-----------

CAPITULO V

Discusión.....	54
-----------------------	-----------

CAPITULO VI

Conclusiones	57
---------------------------	-----------

CAPITULO VII

Recomendaciones.....	59
-----------------------------	-----------

BIBLIOGRAFÍA.....	60
--------------------------	-----------

ANEXOS.....	66
--------------------	-----------

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resumen de promedios y desviaciones estándar de Presión Arterial Sistólica medida en tres mujeres y un hombre adultos hipertensos esenciales no fármaco dependientes en dos diferentes intensidades de ejercicio, en dos ergómetros distintos y en cuatro momentos.....	80
Tabla 2. Resumen de análisis de varianza de tres vías con medidas repetidas en los tres factores (momento de medición, intensidad y ergómetro) aplicado para los datos de la variable presión arterial sistólica medida en tres mujeres y un hombre hipertensos esenciales no farmacodependientes.....	44
Tabla 3. Resumen de promedios y desviaciones estándar de Presión Arterial Diastólica medida en tres mujeres y un hombre adultos hipertensos esenciales no farmacodependientes en dos diferentes intensidades de ejercicio, en dos ergómetros distintos y en cuatro momentos.	81
Tabla 4. Resumen de análisis de varianza de tres vías con medidas repetidas en los tres factores (momento de medición, intensidad y ergómetro) aplicado para los datos de la variable presión arterial diastólica medida en tres mujeres y un hombre hipertensos esenciales no farmacodependientes.....	47
Tabla 5. Resumen de promedios y desviaciones estándar de Presión Arterial Media medida en tres mujeres y un hombre adultos hipertensos esenciales no farmacodependientes en dos diferentes intensidades de ejercicio, en dos ergómetros distintos y en cuatro momentos.....	82
Tabla 6. Resumen de análisis de varianza de tres vías con medidas repetidas en los tres factores (momento de medición, intensidad y ergómetro) aplicado para los datos de la variable presión arterial media medida en tres mujeres y un hombre hipertensos esenciales no farmacodependientes.....	49
Tabla 7. Resumen de promedios y desviaciones estándar de Presión Pulso medida en tres mujeres y un hombre adultos hipertensos esenciales no farmacodependientes en dos diferentes intensidades de ejercicio, en dos ergómetros distintos y en cuatro momentos.....	83

Tabla 8. Resumen de análisis de varianza de tres vías con medidas repetidas en los tres factores (momento de medición, intensidad y ergómetros) aplicado para los datos de la variable presión pulso medida en tres mujeres y un hombre hipertensos esenciales no farmacodependientes.....	50
Tabla 9. Resumen de promedios y desviaciones estándar de Doble Producto medida en tres mujeres y un hombre adultos hipertensos esenciales no farmacodependientes en dos diferentes intensidades de ejercicio, en dos ergómetros distintos y en cuatro momentos.....	84
Tabla 10. Resumen de análisis de varianza de tres vías con medidas repetidas en los tres factores (momento de medición, intensidad y ergómetro) aplicado para los datos de la variable doble producto medida en tres mujeres y un hombre hipertensos esenciales no farmacodependientes.....	51

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Resumen de promedios y desviaciones estándar de Presión Arterial Sistólica medida en tres mujeres y un hombre adultos hipertensos esenciales no farmacodependientes en dos diferentes intensidades de ejercicio, en dos ergómetros distintos y en cuatro momentos.....	45
Gráfico 2. Resumen de promedios y desviaciones estándar de Presión Arterial Diastólica medida en tres mujeres y un hombre adultos hipertensos esenciales no farmacodependientes en dos diferentes intensidades de ejercicio, en dos ergómetros distintos y en cuatro momentos.....	48
Gráfico 3. Resumen de promedios y desviaciones estándar de Presión Arterial Media medida en tres mujeres y un hombre adultos hipertensos esenciales no farmacodependientes en dos diferentes intensidades de ejercicio, en dos ergómetros distintos y en cuatro momentos.....	49
Gráfico 4. Resumen de promedios y desviaciones estándar de Presión Pulso medida en tres mujeres y un hombre adultos hipertensos esenciales no farmacodependientes en dos diferentes intensidades de ejercicio, en dos ergómetros distintos y en cuatro momentos.....	51
Gráfico 5. Resumen de promedios y desviaciones estándar de Doble Producto medida en tres mujeres y un hombre adultos hipertensos esenciales no farmacodependientes en dos diferentes intensidades de ejercicio, en dos ergómetros distintos y en cuatro momentos.....	52

Capítulo I

INTRODUCCIÓN

Planteamiento del problema:

Los cambios abruptos de los estilos de vida en la sociedad moderna, como la disminución de la actividad física, mala alimentación y aumento del estrés laboral favorecen a la formación de enfermedades cardiovasculares y del sistema circulatorio las cuales ayudan a su vez a desencadenar enfermedades isquémicas del corazón, enfermedades cerebro vasculares y la enfermedad hipertensiva; juntas constituyen la causa de morbilidad y mortalidad número uno a nivel mundial. (OPS, 1998; OMS 2003).

La hipertensión arterial es una de las patologías que se ha desarrollado con mayor frecuencia en el último decenio, donde la causa de esta enfermedad surge de factores adquiridos y hereditarios, dentro de los cuales se mencionan la edad, factores posmenopáusicos, raza, personas con historial familiar de cardiopatías, sobrepeso, tabaco, alcohol, embarazo entre otras. Estas causas provocan que las arterias aumenten el grosor de los músculos que tapizan las paredes de éstas, obstruyendo el flujo adecuado de la sangre, este estrechamiento provoca una tensión ejercida por la demanda que requiere el organismo para el buen funcionamiento de nuestro cuerpo. Esta problemática ha generado en Costa Rica una tasa de mortalidad de 119,9 por 100.000 habitantes, por lo que el tratamiento de este padecimiento genera gastos dispendiosos para la Caja Costarricense del Seguro Social la cual invierte \$2,5 millones en la compra de medicamentos, siendo esta inversión el 4% del presupuesto dedicado a la compra de medicamentos para los asegurados. (Wilmore y Costil, 2007; Shreeve, 1998; CCSS, 1999; OPS, 2008)

En los últimos años se ha comprobado que la actividad física es un factor que contribuye a revertir y combatir la hipertensión arterial (Wilmore y Costil, 2007). Donde en diversos estudios se han encontrado respuestas positivas tanto crónicas como agudas en personas normotensas, hipotensas e hipertensas (Kingwell y Jennings, 1993; Rogers, M. W.; M. M. Probst, J. J. Gruver, R. Berger, and J. B. Boone, 1996; Marceau, M., Kouamé N, Lacourcière Y, Cléroux J. (1993); Kasaniemi, A., Danforth, E., Jensen, M., Kopelman, P.,

Lefevre, P. and Reeder, B. (2001). Se sabe de un efecto positivo mayor cuando la intensidad del ejercicio aeróbico es moderada (50-60% del VO₂ máx.) y que ha intensidades altas la respuesta no es tan positiva (Taylor-Tolbert, Dengel y Brown, 2000; Wallace, J. P., P. Boogle, B. A. King, J. B. Krasnoff, and C. A. Jastrenski, 1999; Pescatello, L. S., A. E. Fargo, C. N. Leach, and H. H. Scherzer, 1991). Más no se conoce la respuesta cuando se trabaja a intensidades bajas (40% del VO₂ máx.), y si el efecto se da de igual manera cuando el ejercicio se realiza soportando el peso del cuerpo (caminar en una banda sin fin), o cuando no se soporta el peso del cuerpo (pedaleo en un cicloergómetro).

Dado lo anterior y a pocos estudios realizados se da la necesidad de determinar si por medio del ejercicio aeróbico en banda sin fin y cicloergómetro, trabajados con intensidades de 40 y 60% del VO₂ máx., existen cambios positivos en la respuesta aguda de la presión arterial sistólica y diastólica, presión arterial media, presión de pulso y doble producto en sujetos sedentarios hipertensos no fármaco-dependientes.

Justificación:

Las enfermedades cardiovasculares incluyen un grupo de afecciones del aparato circulatorio, entre las que se destacan las enfermedades isquémicas del corazón, la cerebrovascular y la hipertensiva. Las dos primeras constituyen la causa de morbilidad y mortalidad circulatoria más frecuente y comparten, junto con la enfermedad hipertensiva y la aterosclerosis, factores de riesgo comunes que pueden ser identificados tempranamente y sobre las cuales se puede intervenir favorablemente, lo que facilita su prevención y control (OPS, 2008).

Entre mediados y finales de la década de los 60 el número de fallecimientos relacionados con las enfermedades coronarias, crisis cardíacas y problemas cardiovasculares asociados han ido aumentando. La Organización Mundial de la Salud, ha determinado que más de 2 millones de personas mueren anualmente a causa de: enfermedades coronarias, cáncer, diabetes, dislipidemia, osteoporosis, depresión y ansiedad. Estas enfermedades representan el 60% de las muertes a nivel mundial, cifras que se proyectan a un 75% para el 2020. Dado lo anterior los grupos de población específicos afectados incluyen a diabéticos,

hipertensos, dislipidemicos y tabaquistas, así como a personas con dietas ricas en sal, colesterol y grasas saturadas, sobrepeso, sedentarias, con antecedentes familiares de cardiopatías, hombres mayores de 40 años, mujeres posmenopáusicas, embarazadas y puérperas. Otros factores como drogas, estrés y tipo de personalidad también se postulan (CCSS, 1999 y OPS, 2002).

En Costa Rica no se cuenta con datos para calcular la incidencia ni la prevalencia de estas patologías. Las enfermedades del sistema circulatorio fueron responsables, como grupo de 12.569 defunciones en el trienio 1995 a 1997, con una tasa general de mortalidad de 119,9 por 100.000 habitantes (primera causa de muerte). Tercer lugar en 1996 como causa de años de vida potencialmente perdidos, tanto en los hombres como en las mujeres. Para 1997, la enfermedad isquémica del corazón y la cerebrovascular, presentaron tasas de 55,8 y 26 fallecidos por cada cien mil habitantes, respectivamente. Las enfermedades del sistema circulatorio constituyen la decimatercera causa de consulta externa y la decimacuarta causa de hospitalización en la Caja Costarricense de Seguro Social (CCSS) durante 1997. Para el mismo período, en egresos masculinos las enfermedades del sistema circulatorio fueron la cuarta causa (CCSS, 1999a y CCSS, 1999b).

En Costa Rica la mortalidad ha aumentado por las enfermedades coronarias en la última década, y su prevalencia va en aumento año tras año a tal punto que un 35% de las muertes anuales son por esta causa lo que la convierte en la principal causa de mortalidad del país (CCSS, 1999c). Para el 2007 se establece en Costa Rica los cinco grandes grupos de causas de muerte, en donde las enfermedades del sistema circulatorio presentan una tasa de 10.8 por cada 10 mil habitantes, seguido por los tumores con una tasa de 8.4, las causas externas con un 4.3, las enfermedades del sistema respiratorio con un 3.6 y finalmente las enfermedades del sistema digestivo con un 2.8 (OPS, 2008).

Dentro de las enfermedades del sistema circulatorio se encuentran el infarto del miocardio que es el término que se utiliza para describir la lesión y necrosis celular caracterizada por una oclusión coronaria reduciendo el flujo sanguíneo hacia ciertas regiones del músculo cardiaco, o un insuficiente flujo sanguíneo coronario con respecto a la demanda regional de oxígeno durante periodos de estrés intenso; el derrame cerebral que es la

interrupción del suministro sanguíneo a una parte del encéfalo por lo que la isquemia lesiona o mata las células en la región afectada y la hipertensión arterial que es una de las causas primordiales en los problemas circulatorios, donde su origen se presenta en el endurecimiento y aumento del grosor de las arterias obstruyendo así el flujo adecuado de la sangre, este estrechamiento provoca una tensión ejercida por la demanda que requiere el organismo para el buen funcionamiento de nuestro cuerpo produciendo un incremento del riesgo de padecer un infarto (Wyngaarden y Smith, 1991, Ganong, 2000 y Chávez, 1987).

La enfermedad hipertensiva es conocida como el “asesino silencioso” y sigue siendo un factor de riesgo mayor para enfermedades isquémicas del corazón, enfermedades cerebrovasculares e insuficiencia cardíaca. Entre un 10% y 20% de personas en el mundo padecen de hipertensión arterial, ósea que 20 de cada 100 personas mayores de 18 años tienen hipertensión arterial. Así mismo se indica que en los Estados Unidos había más de 60 millones de individuos que padecían de hipertensión. La prevalencia de la hipertensión arterial aumenta con la edad, con énfasis en los mayores de 60 años, y afecta especialmente a grupos de poblaciones tales como hombres, mujeres posmenopáusicas, personas negras, personas con historia familiar de cardiopatía, mujeres menores de 65 años y hombres menores de los 55 años, consumidores excesivos de sal, consumidores excesivos de proteína, personas con sobrepeso, sedentarias, diabéticas, dislipidémicas, alcohólicas, tabaquistas, embarazadas. (Wyngaarden y Smith, 1991).

La tensión arterial (TA), es la presión ejercida por la sangre sobre las paredes de los vasos, y el término se refiere generalmente a la presión de la sangre en las arterias, esta se expresa en dos números, la tensión arterial sistólica (TAS), es decir, cuando la contracción ventricular empuja la sangre a través de la arteria con gran fuerza, lo que ejerce una elevada presión sobre la pared arterial y la tensión arterial diastólica (TAD), está correspondiente a la diástole ventricular cuando el corazón está en reposo. La hipertensión se establece como cifras anormales en estas presiones, es decir que la hipertensión arterial es una condición en la que la tensión arterial está crónicamente elevada por encima de los niveles considerados deseables o saludables para la edad y el tamaño de una persona. La hipertensión, depende de muchas variables como actividad simpática, postura, estado de hidratación y tono del músculo esquelético (Wilmore y Costill, 2007).

Existen otros factores hemodinámicos como la presión de pulso que es definida como una onda de presión que viaja a lo largo de las arterias, cuando la sangre es forzada hacia la aorta durante la sístole. La tensión arterial media, la cual durante un ciclo cardiaco va a determinar el ritmo del flujo sanguíneo a través del circuito sistémico, dependiendo básicamente del gasto cardiaco y de las resistencias periféricas totales. La presión arterial media representa la presión media ejercida por la sangre cuando se mueve por las arterias. El doble producto, es cuando el consumo miocárdico de oxígeno y el flujo miocárdico de sangre son directamente proporcionales al producto de la frecuencia cardiaca y de la tensión arterial sistólica (Wilmore y Costil, 2007; Berne y Levy, 1998 y Tortora, 1998).

La fisiopatología de la hipertensión no se conoce bien, de hecho, se estima que el 90% o más de las personas identificadas como hipertensas se clasifican como idiopáticas, o hipertensión de origen desconocida, también llamada hipertensión esencial o primaria y la hipertensión secundaria que se presenta de un 5 a 10% de todos los pacientes, donde las causas específicas de este tipo de hipertensión se puede identificar, como las enfermedades renales crónicas o las causas glandulares: la actividad excesiva de las glándulas tiroideas y el funcionamiento incorrecto de la corteza de las glándulas suprarrenales que producen cantidades excesivas de algunas hormonas que afectan la presión arterial, el estrechamiento de una parte de la aorta, la toxemia del embarazo, el exceso de glóbulos rojos o hematíes y los fármacos (Shervee, 1998 y Wilmore y Costill 2007).

En Costa Rica 10 de cada 100 personas están recibiendo tratamiento contra la hipertensión y otros están en riesgo de sufrir severas discapacidades y hasta de morir por las complicaciones de esta patología, la cual es conocida entre los médicos como la asesina silenciosa. En promedio un paciente hipertenso consume cinco tabletas diarias de una combinación de medicina, entre las que esta el atenol, anlodipino y enalapril. Esto sin contar otras que pudiera estar tomando para enfermedades que, generalmente, acompañan a la hipertensión, entre ellas, la diabetes y la obesidad. En cuanto a causas de consulta externa, en ambos sexos, fue el primer motivo de consulta después de los 45 años y la octava causa de consulta en los servicios de emergencia, para 1996 en emergencias produjo 34.407 consultas en el año de 1997. Los años de vida potencialmente perdidos ascienden a 1833 para el año

1998 por enfermedades hipertensivas, cifra que ha aumentado en relación con los años precedentes en los últimos doce años (Quesada, 1999).

A los sujetos hipertensos se les recomienda una adecuada alimentación y evitar la ingesta de sal, como también existe evidencia que la actividad física es un factor que contribuye a revertir y combatir la hipertensión arterial. Entre los beneficios fisiológicos que produce la práctica de la actividad física en las enfermedades cardiovasculares se pueden mencionar: Favorece en la disminución de la patología; incrementa la capacidad funcional por aumento del consumo de oxígeno debido a las adaptaciones centrales y periféricas, disminución en el consumo de oxígeno del miocardio, disminución de la presión arterial, reducción de la frecuencia cardíaca, mejor vascularización del corazón tanto a nivel del miocardio como a nivel periférico, incremento del umbral de ejercicio, incremento de la densidad capilar del músculo esquelético, reducción de la producción de ácido láctico, aumento en la utilización de los ácidos grasos libres, mejora la resistencia general e incrementa el metabolismo basal, entre otros (Paffenbarger, R., Hyde, R., Wing, A., Lee, M., Jung, D., and Kampert, J., 1985; Astrand, 1992 y ACSM, 2000).

La practica habitual de ejercicio reduce potencialmente la mortalidad y la morbilidad ya que un nivel bajo de actividad se asocia con una mayor frecuencia de defunciones por enfermedad coronaria y como prevención secundaria tiene un efecto protector que va a tener influencia sobre la longevidad, otros beneficios de la actividad física son la disminución de la ansiedad y la depresión, aumento de la sensación de bienestar, aumento del rendimiento de trabajo y de las actividades deportivas y recreativas. De igual manera disminuye los factores de riesgo de enfermedad coronaria tales como la tensión arterial sistólica y diastólica en reposos, un incremento del colesterol de alta densidad HDL y una disminución de triglicéridos en sangre además reduce los depósitos de grasa corporal y disminuye la necesidad de insulina y mejora la tolerancia a la glucosa (Paffenbarger y cols, 1985; Astrand, 1992; Wenger, 1996 y ACSM, 2000).

La función del ejercicio en la reducción del riesgo de hipertensión no ha sido determinada también como en las enfermedades de las arterias coronarias sin embargo se

conoce que la actividad ayuda a disminuir la tensión ejercida en las arterias (Wilmore y Costill, 2007).

Howley (2001), argumentó, para que el ejercicio provoque efectos positivos sobre las patologías hay diversos componentes que se deben de controlar: Las características de la frecuencia, duración, intensidad y modo o tipo son importantes y utilizados para describir la dosis de la actividad física o la prescripción del ejercicio determinado para lograr una respuesta particular. La frecuencia se describe como el número de sesiones por día, semana o mes; la duración se describe como el número de minutos en cada sesión, la intensidad se describe en términos absolutos y relativos. El término absoluto esta relacionado con el gasto de energía y se expresa en $L \cdot \text{min}^{-1}$, $\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ y kcal o kj por minuto. En relación con la intensidad relativa para el trabajo aeróbico ha sido descrito en término de porcentaje del consumo máximo de oxígeno (VO_2 máx.), consumo de oxígeno de reserva (VO_2R), frecuencia cardiaca máxima (FCM) o frecuencia cardiaca de reserva (FCR), de acuerdo a la percepción subjetiva al esfuerzo (RPE). El modo o tipo, se refiere a si es trabajo aeróbico o anaeróbico, entendiendo anaeróbico como el ejercicio dinámico de alta intensidad que se realiza sin presencia de oxígeno y aeróbico como el ejercicio que se realiza con presencia de oxígeno. También al tipo de actividades en donde se soporte el peso corporal como caminar, correr o no se soporte el peso corporal, como el ciclismo, remos, entre otros.

En relación con la intensidad de trabajo, el American Collage Of Sport Medicine (2000) recomendó que el ejercicio se prescriba oscilando entre el 50% y el 80% del VO_2 máx., sin embargo, en personas cuyo nivel inicial es muy bajo responden mejor a niveles entre el 40% y el 50% del VO_2 máx. Existen algunos factores importantes que se deben tomar en cuenta antes de determinar el nivel de intensidad del ejercicio, como son el nivel de rendimiento de cada persona, las medicaciones u ortopédica, el tipo de actividad que se realizara y los objetivos individuales (ACSM, 2000).

Kasaniemi y cols (2001), concluyeron después de realizar un metanálisis en donde se involucró 68 estudios, 2677 sujetos, hombres y mujeres con edades que oscilan entre 21 y 79 años; la utilización de ejercicio aeróbico e intensidades entre 30 y 85% de la capacidad máxima (determinada por métodos heterogéneos); reducciones en la presión sistólica y

diastólica en normotensos -2.6 y -1.8 mmHg respectivamente y en hipertensos de -7.7 y -5.8 mmHg.

El ejercicio provoca respuestas o reacciones agudas en el organismo, las cuales a su vez van a desarrollar adaptaciones crónicas en el cuerpo, gracias a las series repetidas de ejercicios (Wilmore y Costill, 2007). Kesaniemi y col (2001), analizaron que los cambios de presión arterial sistólica y diastólica no tienen relación significativa con la intensidad o con el tiempo de sesión; éste como efecto crónico. Pero agregan que la duración de los programas tienen una importancia significativa en la respuesta sistólica, más no en la diastólica.

En investigaciones en donde se busca un efecto crónico al ejercicio sobre la presión arterial en sujetos normotensos, se puede citar la de Kingwell y Jennings (1993), quienes compararon en normotensos tres niveles de intensidad diferentes del ejercicio es decir 50%, 60-70%, y 80-90% una carga de trabajo máximo, trabajando durante cuatro semanas, cinco veces por semana, con actividades de caminata; logrando determinar una disminución de la presión sistólica y diastólica de -3 y -2 mmHg respectivamente en la intensidad más baja; en la moderada de -5 y -3 mmHg y en la más alta 0 y -1 mmHg. Otra investigación es la Duncan, Gordon y Scout (1991), los cuales realizaron un estudio en mujeres normotensas con edades entre los 20 y 40 años a quienes pusieron a trabajar por un periodo de 24 semanas, cinco veces por semana con tiempos que oscilaban entre los 36 y 60 minutos e intensidades de 56, 67 y 86 de la frecuencia cardiaca máxima, logrando medirse para la primera intensidad una disminución de -3 mmHg en la presión arterial sistólica y ningún cambio en la diastólica; con la segunda intensidad se presentó la disminución de -1 mmHg en ambas presiones y con la última intensidad una disminución de -2 mmHg en la sistólica y un aumento de +1 mmHg en la diastólica.

Kesaniemi y col (2001), comentaron que hay evidencia de que el entrenamiento con intensidades del 50% del ejercicio máximo es más efectivo para la disminuir la presión arterial y que el entrenamiento de alta intensidad no brinda ningún beneficio adicional. Se han realizado investigaciones para determinar la respuesta crónica al ejercicio en sujetos hipertensos, como la de Rogers, Probst, Gruber, Berger, Boone (1996), que compararon el efecto del entrenamiento en intensidades aproximadamente a 45% y a 75% de la capacidad de oxígeno máximo con una frecuencia de 3 veces por semanas y una duración de 12

semanas en la banda sin fin en pacientes con hipertensión crónica y encontró que el ejercicio de intensidades más bajas provocó una disminución de -15 y -6 mmHg en la presión sistólica y diastólica respectivamente. De igual manera, se puede citar a Moreira, Fuchs, Ribeiro y Appel (1999), quienes realizaron la investigación con pacientes hipertensos en dos niveles diferentes de entrenamiento físico 20% o 70% de la carga de trabajo máximo en un cicloergómetro, por un periodo de 10 semanas, entrenando 3 veces por semana, una duración de 40 minutos, determinando una disminución de -15 y -8 mmHg y a las 24 horas -6 y -3 mmHg en la sistólica y diastólica respectivamente en la intensidad más alta.

Tashiro, Miura y Koga (1993) y Matsusaki, Ikeda y Tashiro (1992) realizaron investigaciones similares en sujetos hipertensos, en donde compararon dos intensidades 50% y 70% VO_2 máx. en cicloergómetro una duración de 10 semanas, frecuencia de 3 veces por semanas, con duraciones diferentes para cada intensidad, en pacientes con hipertensión. Matsusaki encuentra que hubo reducción en la presión sistólica de -9 mmHg y de -6 mmHg en presión diastólica en las intensidades más bajas. Tashiro, E., S. Miura, M. Koga (1993) observaron una disminución mayor en la presión diastólica (-9 mmHg), pero no de presión sistólica (-7 mmHg) en el grupo de trabajo con cargas más altas.

Marceau, Kouame, Lacourcierre y Cleroux (1993), realizaron la investigación en mujeres hipertensas sedentarias, por un periodo de 10 semanas, con una frecuencia de 3 veces por semanas y en el cicloergómetro buscando pasar de un periodo sedentario a después entrenar a intensidades moderada y fuertes del consumo de oxígeno máximo, donde se midió la presión de la sangre al inicio del ejercicio y durante el ejercicio submáximo, este no fue influenciado significativamente durante el entrenamiento considerando que ambas intensidades de entrenamiento redujeron el promedio de la presión de 24 h. la sangre, aproximadamente 5 mmHg. Sin embargo la intensidad más baja de entrenamiento redujo la presión de la sangre de día y el entrenamiento más alto redujo la presión de la sangre en la noche.

Hagberg, Montain, Martin y Ehsani (1989), en su estudio se aplicó un programa a pacientes con hipertensión esencial, por un periodo de 37 semanas, trabajando tres veces por semana, una duración de 60 minutos en el cual tenían que caminar en la casa a intensidad

moderada del 50 y 77% VO₂ máx. Se logró determinar disminuciones significativas en la intensidad moderada con disminuciones de -22 y -12 mmHg en la presión sistólica y diastólica respectivamente.

Ciolac EG, Guimaraes GV, D'Avila VM, Bortolotto LA, Doria EL, Bocchi EA. (2008) realizaron una investigación con 50 sujetos hipertensos tratados (18 hombres y 32 mujeres) con edades aproximadas entre los 46 años; con el objetivo de determinar si hay una respuesta aguda al ejercicio aeróbico, 24- H después en niveles ambulatorios de la presión arterial. Se realizó el ejercicio durante 40 minutos en un ciclo - ergómetro a un 60 % de la reserva cardíaca. Obteniendo como resultados una disminución de la presión arterial ambulatoria durante 24 h sistólica de 8,6 /8,7 mmHg y la presión arterial diastólica de 8/ 8,5 mmHg. Así también comentan la disminución de la presión arterial tanto la sistólica como la diastólica durante el día, en la noche, y post-ejercicio.

De Souza Nery S, Gomides RS, da Silva GV, de Moraes Forjaz CL, Mion D Jr, Tinucci T. (2010) realizaron una investigación con el objetivo de describir las respuestas de la presión arterial durante el ejercicio de resistencia en pacientes hipertensos y para determinar si un protocolo de ejercicio altera estas respuestas. Contaron con la participación de 10 sujetos normotensos e hipertensos, dos protocolos de ejercicios diferentes, al 40 y 80% del máximo de una repetición (1RM). La presión arterial radial intra -arterial se midió antes y durante cada protocolo, teniendo como resultado que en comparación con los normotensos , hipertensos muestran mayores incrementos en la presión sistólica durante el ejercicio al 80 % (3/2 mmHg) y el 40% (3/3 mmHg).

Scher LM, Ferriolli E, Moriguti JC, Scher R, Lima NK, (2010) realizaron una investigación con 16 participantes (7 hombres y 9 mujeres) de edad avanzada (mayores de 65 años) los cuales eran hipertensos tratados, donde determinaron el efecto de diferentes volúmenes de ejercicio de resistencia aguda. El trabajo constaba en realizar 2 circuitos al 40%; el primero con una duración de 20 min. y el segundo de 40 con un descanso de 40 min. por circuito. Como resultados se determino que la respuesta aguda de las sesiones de ejercicios reducía los niveles de presión arterial los primeros 60 minutos después del ejercicio.

Shephard (2001), expresó que se han realizado investigaciones en donde el trabajo con alta intensidad reporto menor resultados que la moderada intensidad. Hagberg, Montain, Martin, and Ehsane (1989), realizaron una investigación en 33 sujetos con edades entre 60-69 años, con hipertensión esencial, en donde se trabajo con intensidades entre 53 y 73% del VO_2 máx. logrando encontrar una disminución de 20 mmHg en la intensidad moderada, de 8 mmHg en la intensidad alta. Matsusaki, Ikeda e Tashiro (1992), con intensidades entre 50-75% del VO_2 máx. lograron disminuciones de 9/6 mmHg y 3/5 mmHg, en la baja y alta intensidad.

Shephard (2001), cita investigaciones en donde la intensidad no ha provocado efecto, por ejemplo Braith, Pollock, Lowenthal, Graves y Limacher (1994) realizaron una investigación con 44 sujetos normotensos con edades entre 60-79 años y con intensidades entre 70-85% de la frecuencia cardiaca de reserva determinando disminuciones de 8-9 mmHg para ambas intensidades. Tashiro, Miura y Koga (1993) en 10 sujetos hipertensos con intensidades entre 50-75% VO_2 máx. no se presentó una diferencia de acuerdo a la intensidad. Moreira, Fuchs, Riveiro y Appel (1999) en 28 sedentarios hipertensos con intensidades entre 20 a 60% del poder máximo, logro determinar igual disminución para ambas intensidades.

Thompson, P. D., S. F. Crouse, B. Goodpaster, D. Kelley, N. Moyna, ande L. Pescatello (2001), comentaron que la reducción de la presión arterial sistólica y diastólica inmediatamente después de haber terminado el ejercicio, fue notado inicialmente por Kaul, Chrastek y Adamirova en 1966. Al respecto Kesaniemi y col. (2001), anotaron que una sesión de ejercicio con intensidades entre el 50-100% del VO_2 máx. produce una disminución entre el 18-20 mmHg en la presión sistólica y entre 7-9 mmHg en la diastólica, además, que los cambios más significativos se han logrado observar con sujetos con hipertensión esencial. Hay evidencias de las disminuciones en la presión arterial como respuesta aguda al ejercicio, pero hay insuficiente evidencia para definir cual es la respuesta a diferentes dosis.

Se han realizado investigaciones tanto para determinar el efecto crónico y agudo al ejercicio aeróbico por medio de un monitoreo ambulatorio de la presión arterial sistólica y diastólica. En el caso de las investigaciones agudas podemos citar a: Taylor-Tolbert, Dengel

y Brown (2000), con 11 hombres hipertensos con un promedio de edad de 60 años, trabajando el 70% VO_2 máx. midió una disminución de 6 mmHg en la presión arterial sistólica y 5 mmHg en la presión arterial diastólica. Wallace, Boogle, King, Krasnoff y Jastrenski (1999), quienes trabajaron con 21 sujetos hipertensos y 25 normotensos, con un promedio de edad de 49 años, realizando ejercicio con una intensidad del 50% VO_2 máx. . Dentro de las mediciones se determina una disminución de 5 mmHg en la presión arterial sistólica y de 4 mmHg en la diastólica en los sujetos hipertensos. Pescatello y col. (1999), trabajaron con 7 mujeres hipertensas y 11 mujeres normotensas, con un promedio de edad de 36 años, trabajo aeróbico con intensidad de 60% VO_2 máx. determinó una disminución de 9 y 6 mmHg para la presión sistólica y diastólica respectivamente en las mujeres hipertensas. Wallace, Boogle, King, Krasnoff y Jastrenski (1997), trabajaron con 25 sujetos hipertensos y 36 normotensos, con un promedio de edades de 48 años, realizando ejercicio a un 50% VO_2 máx. . Logrando medir una disminución de 5 y 4 mmHg en la presión sistólica y diastólica respectivamente en los sujetos hipertensos. Brownley, West, Hinderliter y Light (1996), con un grupo mixto de 11 hipertensos y 20 normotensos, con promedio de edad de 35 años, trabajando a un 55% de VO_2 máx., medio disminuciones de 6.32 y 3.80 mmHg en la presión sistólica y diastólica respectivamente en los sujetos hipertensos. Pescatello, Fargo, Leach y Scherzer (1991), trabajo con 6 hombres hipertensos, 6 normotensos, con un promedio de edad de 42 años, con un trabajo dinámico con una intensidad del 55% del VO_2 máx. logrando una disminución en los sujetos hipertensos de 10 mmHg para la presión arterial sistólica y 4 mmHg para presión diastólica.

En la investigación de Macdonald, Macdougall y Hogben (1999), se trabajó con 10 sujetos hipotensos, mayores de los 35 años, la cual constó en la aplicación de ejercicios con intensidades entre el 50% y 75% del VO_2 máx. Por medio de las evaluaciones se logró medir similares reducciones en la presión sanguínea 60 min. después de la actividad física. Por otro lado Forjaz, Matsudaira, Rodríguez, Nunes y Negrao (1998) reclutaron a 12 jóvenes normotensos utilizando un cicloergómetro como instrumento en el cual aplicaron intensidades del 30, 50 y 80% del VO_2 máx. por un periodo de 45 min., tratando de determinar efectos en la presión arterial sistólica y diastólica, frecuencia cardiaca y el doble producto. Como resultado se obtuvieron resultados similares para las tres intensidades. Williams (1998), en su estudio con 7059 hombres y 1839 mujeres atletas, determinó si la

velocidad o la distancia tienen un efecto positivo en la presión sanguínea donde obtuvo como resultado que la velocidad tiene un efecto mayor que la distancia. Por último que Marceau, Kouame, Lacourciere y Cleroux. (1993), realizaron su investigación con 10 sujetos masculinos y 1 femenino, ambos sexos presentaban hipertensión arterial en el cual se le aplicó intensidades entre los 50% y 70% del VO_2 máx. Entre los resultados obtenidos se logró determinar que la disminución de la presión arterial es igual (5 mmHg), para ambos sexos; pero la intensidad mayor tiene menos efecto en la presión arterial durante el día.

Shephard (2001), propone como necesidades para investigar: Estudios que compartan el efecto de la actividad física e intensidades relativas diferentes, en donde también se considera la determinación absoluta del gasto energético, además, distinguir las posibles diferencias entre la intensidad relativa y absoluta requeridas para la prevención y el tratamiento de la enfermedad.

Dada la presentación de la información anterior queda evidenciado que el ejercicio aeróbico produce respuestas favorables en las personas hipertensas, ya que proporciona disminuciones tanto en la presión sistólica como diastólica, además de que estas respuestas se manifiestan de manera aguda y crónica. De igual manera se ha demostrado que la intensidad juega un papel importante principalmente en los efectos agudos y que trabajos con intensidades moderadas, presentan mejores resultados que trabajos con intensidades altas. Ligado a lo anterior se ha comentado que con intensidades bajas y moderadas se limita el riesgo de lesionar a un sujeto. También son pocas las investigaciones que se han realizado para comparar el efecto agudo al ejercicio aeróbico de acuerdo a diferentes intensidades, de estas una fue en sujetos normotensos sedentarios y otra en atletas, una en sujetos hipotensos y solamente una en sujetos hipertensos. De todas las investigaciones anteriores solamente utilizaron un tipo de ergómetro, por lo que ninguna investigación a comparado el efecto agudo de dos diferentes intensidades en sujetos sedentarios hipertensos no farmacodependientes, cuando se tiene que soportar el peso corporal (caminata en banda sin fin), o cuando no se tiene que soportar el peso corporal (pedaleo en cicloergómetro). Es con base en los argumentos anteriores que plantean los siguientes objetivos:

OBJETIVOS

Objetivo general:

- Determinar la respuesta aguda de la presión arterial sistólica y diastólica, presión arterial media, presión de pulso y doble producto, en sujetos sedentarios con hipertensión primaria, cuando son sometidos a trabajo aeróbico en dos diferentes intensidades y ergómetros.

Objetivos específicos:

- Determinar la respuesta aguda de la presión arterial sistólica y diastólica, presión arterial media, presión de pulso y doble producto, en sujetos sedentarios con hipertensión primaria, cuando son sometidos a un trabajo aeróbico en banda sin fin con intensidades del 40% y 60% de su VO_2 máx.

- Medir la respuesta aguda de la presión arterial sistólica y diastólica, presión arterial media, presión de pulso y doble producto, en sujetos sedentarios con hipertensión primaria, cuando son sometidos a un trabajo aeróbico en cicloergómetro con intensidades del 40% y 60% de su VO_2 máx.

- Comparar la respuesta aguda de la presión arterial sistólica y diastólica, presión arterial media, presión de pulso y doble producto, en sujetos sedentarios con hipertensión primaria, cuando son sometidos a un trabajo aeróbico en cicloergómetro y banda sin fin con intensidades del 40% y 60% de su VO_2 máx.

DEFINICIÓN DE CONCEPTOS:

Doble producto: es cuando el consumo miocárdico de oxígeno y el flujo miocárdico de sangre son directamente proporcionales al producto de la frecuencia cardiaca y de la tensión arterial sistólica (Wilmore y Costil, 1999; Berne y Levy, 1998 y Tortora, 1998).

Ergómetro: un instrumento utilizado para medir la respuesta de trabajo y energía (ACSM, 2000).

Hipertensión: presión sanguínea arterial superior a la normal; a menudo definida como una presión sanguínea en reposo superior a 140/90mm Hg. (ACSM, 2000).

Intensidad: porcentaje que maneja el trabajo a realizar; la cual puede ser medida por medio del consumo máximo de oxígeno (VO_2 máx.), el consumo de oxígeno de reserva, frecuencia cardiaca de reserva, frecuencia cardiaca máxima, y la utilización de la tabla subjetiva de la percepción al esfuerzo (Howley, 2001).

Presión arterial media: presión media ejercida por la sangre cuando se mueve por las arterias. (Wilmore y Costil, 1999; Berne y Levy, 1998 y Tortora, 1998).

Presión de pulso: es una onda de presión que viaja a lo largo de las arterias, cuando la sangre es forzada hacia la aorta durante la sístole (ACSM, 2000).

Presión sanguínea: la presión ejercida por la sangre contra las paredes de los vasos capilares. (ACSM, 2000).

Presión sanguínea diastólica: es la presión del sistema arterial durante la diástole ventricular, ofrece una indicación de la resistencia periférica, unos valores elevados de presión diastólica indican una resistencia periférica alta, la presión sanguínea diastólica en reposo es por regla aproximadamente de 80 mmHg (Milímetros de mercurio) (ACSM, 2000).

Presión sanguínea sistólica: es el resultado de dos efectos compensatorios de ejercicio dinámico intenso. La dilatación de los vasos sanguíneos arteriales en los músculos activos

reduce la resistencia periférica y esta respuesta tiende a reducir la presión sanguínea, se aproxima a 120 mmHg (ACSM, 2000).

Tensión arterial media: un ciclo cardiaco va a determinar el ritmo del flujo sanguíneo a través del circuito sistémico, dependiendo básicamente del gasto cardiaco y de las resistencias periféricas totales. (Wilmore y Costil, 1999; Berne y Levy, 1998 y Tortora, 1998).

Capítulo II

MARCO CONCEPTUAL

ENFERMEDADES CARDIOVASCULARES

Realidad Mundial

La tasa de mortalidad adulta ha disminuido en los últimos decenios en la mayoría de las regiones del mundo. Entre las excepciones más destacadas figuran los países con altos niveles de mortalidad de África, donde la esperanza de vida a los 75 años de edad disminuyó entre 1980 y 2002 en cerca de 7 años, y de Europa oriental (principalmente países antes pertenecientes a la Unión Soviética), donde en ese mismo periodo se registró una disminución de 4,2 años para los varones y de 1,6 años para las mujeres. De los 45 millones de muertes en sujetos mayores de 15 años registradas en el 2002, 32 millones (es decir, cerca de tres cuartas partes), se debieron a enfermedades no transmisibles (OMS, 2003).

La enfermedad cardiovascular es una categoría diagnosticada de varias enfermedades separadas, incluyendo un grupo de afecciones del aparato circulatorio, entre las que se pueden recalcar las enfermedades isquémicas del corazón, la cerebrovascular y la hipertensiva. Donde las dos primeras constituyen las causas de morbilidad y mortalidad circulatoria más frecuente y comparten, junto con la enfermedad hipertensiva y la aterosclerosis, factores de riesgo comunes que pueden ser identificados tempranamente y sobre las cuales se puede intervenir favorablemente, lo que facilita su prevención y control (OPS, 1998).

Las principales causas de muerte a nivel mundial la encabezan la enfermedad isquémica con un 12.7%, seguido con los accidentes cerebro vasculares con 9.9%, el Síndrome (SIDA) con un 4.8%, la obstrucción pulmonar crónica con un 4.6%, condiciones perinatales con un 4.2%, la enfermedad diarreica aguda con un 4.0%, tuberculosis con un 3.0% y como última causa la malaria con un 1.9% (OMS, 2000).

A mediados y finales de la década de los 60 el número de defunciones relacionadas con las enfermedades coronarias, crisis cardíacas y problemas cardiovasculares asociados han ido aumentando. La Organización Mundial de la Salud (OMS) (2000), ha determinado que

más de 2 millones de personas mueren anualmente a causa de: enfermedades coronarias, cáncer, diabetes, dislipidemia, osteoporosis, depresión y ansiedad. Estas enfermedades representan el 60% de las muertes a nivel mundial, cifras que se proyectan a un 75% para el 2020. Dado lo anterior los grupos de población específicos afectados incluyen a diabéticos, hipertensos, dislipidemicos y tabaquistas, así como a personas con dietas ricas en sal, colesterol y grasas saturadas, sobrepeso, sedentarias, con antecedentes familiares de cardiopatías, hombres mayores de 40 años, mujeres posmenopáusicas, embarazadas y puérperas. Otros factores como drogas, estrés y tipo de personalidad también se postulan (OPS, 2002 y CCSS, 2001).

Las enfermedades crónicas y degenerativas del sistema cardiovascular son las causas principales de muerte especialmente en Estados Unidos afectando a más de 70 millones de norteamericanos cada año señalando que más de 60 millones de personas tienen alguna forma de enfermedad cardiovascular. Cada año 930,000 personas en los Estados Unidos mueren a causas de las enfermedades cardiovasculares donde 500,000 de estas muertes se deben a las enfermedades coronarias, 180,000 se deben a los infartos del miocardio, y aproximadamente 163,000 son provocadas por ataques cerebrales. Estimando que el costo asociado con las enfermedades cardiovasculares en el 2005 es de \$393.5 mil millones, se predice que en un futuro el costo de estas enfermedades será mayor que cualquier otro padecimiento o enfermedad (Wilmore y Costil, 2007 y American Heart Association, 2005).

Realidad Nacional (Costa Rica):

En Costa Rica no se cuenta con datos para calcular la incidencia ni la prevalencia de estas patologías. Las enfermedades del sistema circulatorio fueron responsables, como grupo de 12.569 defunciones en el trienio 1995 a 1997, con una tasa general de mortalidad de 119,9 por 100.000 habitantes (primera causa de muerte). Tercer lugar en 1996 como causa de años de vida potencialmente perdidos, tanto en los hombres como en las mujeres. Para 1997, la enfermedad isquémica del corazón y la cerebrovascular, presentaron tasas de 55,8 y 26 fallecidos por cada cien mil habitantes, respectivamente. Las enfermedades del sistema circulatorio constituyen la decimatercera causa de consulta externa y la decimacuarta causa de hospitalización en la Caja Costarricense de Seguro Social (CCSS) durante 1997. Para el

mismo período, en egresos masculinos las enfermedades del sistema circulatorio fueron la cuarta causa (CCSS, 1999a y CCSS, 1999b).

En Costa Rica la mortalidad ha aumentado por las enfermedades coronarias en la última década, y su prevalencia va en aumento año tras año a tal punto que un 35% de las muertes anuales son por esta causa lo que la convierte en la principal causa de mortalidad del país (CCSS, 1999c). Para el 2007 se establece en Costa Rica los cinco grandes grupos de causas de muerte, en donde las enfermedades del sistema circulatorio presentan una tasa de 10.8 por cada 10 mil habitantes, seguido por los tumores con una tasa de 8.4, las causas externas con un 5.3, las enfermedades del sistema respiratorio con un 3.6 y finalmente las enfermedades del sistema digestivo con un 2.8 (OPS, 2008).

Enfermedades del Sistema Circulatorio

Dentro de las enfermedades del sistema circulatorio se encuentran el infarto del miocardio llamado también ataque cardíaco, el derrame cerebral, accidente vascular cerebral o apoplejía y la hipertensión arterial.

El infarto del miocardio o ataque cardíaco es el término que se utiliza para describir una área del músculo cardíaco cuando muere o se lesiona permanentemente debido a una provisión inadecuada de oxígeno a esa área, esta lesión y necrosis celular es caracterizada por una oclusión coronaria reduciendo el flujo sanguíneo hacia ciertas regiones del músculo cardíaco; acaeciendo el incremento insuficiente en el flujo sanguíneo coronario con respecto a la demanda regional de oxígeno durante periodos de estrés intenso; el coágulo se forma en una arteria coronaria que presenta un estrechamiento previo causado por cambios relacionados con aterosclerosis. La placa aterosclerótica (acumulación) dentro de la pared arterial algunas veces se rompe y desencadena la formación de un trombo o coágulo en la arteria coronaria, el cual interrumpe el flujo de sangre y oxígeno al músculo cardíaco, lo que lleva a la muerte de las células cardíacas en esa zona. El músculo cardíaco dañado pierde permanentemente la capacidad de contracción y el resto del músculo necesita compensar esa pérdida (Wyngaarden y Smith, 1998; Sunthareswaran, 1999 y Wilmore y Costil, 2007).

El derrame cerebral, accidente vascular cerebral o apoplejía es un daño cerebral provocado por la interrupción del suministro sanguíneo a una parte del encéfalo por lo que la

isquemia lesiona o mata las células en la región afectada. Sus causas pueden ser la trombosis (donde aproximadamente un 60% de los derrames cerebrales se deben a esta) que es un estrechamiento progresivo y bloqueo eventual de una arteria del cerebro o el cuello, por lo general debido a la acumulación de colesterol y depósitos grasos; la embolia que es un bloqueo de una arteria del cerebro o del cuello por un coágulo o "émbolo", donde los coágulos pueden ser sanguíneos que se forman en otra parte del organismo (por lo general en el corazón) y que se trasladan al cerebro, o pueden ser pequeños desprendimientos de los depósitos grasos que revisten las arterias. Aproximadamente un 20% de todos los derrames cerebrales se deben a la embolia; y la hemorragia que es una ruptura de una arteria del cerebro o de la superficie cerebral. Dichas rupturas pueden deberse a un aneurisma (una zona fina y débil de la pared arterial) o a una malformación congénita del sistema circulatorio cerebral. Las hemorragias pueden producirse dentro del propio cerebro o en el espacio que media entre el cerebro y la membrana protectora exterior. Aproximadamente un 20% de todos los derrames cerebrales se deben a las hemorragias. En EEUU se dan aproximadamente 500.000 casos de este padecimiento cada año, produciéndose cerca de 150.000 defunciones anuales (Wyngaarden y Smith, 1998; Sunthareswaran, 1999 y Wilmore y Costil, 2007).

La hipertensión arterial conocida como el "asesino silencioso", es una de las causas primordiales en los problemas circulatorios, donde su origen se presenta en el endurecimiento y aumento del grosor de las arterias obstruyendo así el flujo adecuado de la sangre, este estrechamiento provoca una tensión ejercida por la demanda que requiere el organismo para el buen funcionamiento de nuestro cuerpo produciendo un incremento del riesgo de padecer un infarto y sigue siendo un factor de riesgo mayor para enfermedades isquémicas del corazón, enfermedades cerebrovasculares e insuficiencia cardíaca. Los años de vida potencialmente perdidos hacían a 1833 para el año 1998 por enfermedades hipertensivas, cifra que ha aumentado en relación con los años precedentes en los últimos doce años (Quesada, 1999; Wyngaarden y Smith, 1991; Ganong, 2000 y Chávez, 1987).

Entre un 10% y 20% de personas en el mundo padecen de hipertensión arterial, ósea que 20 de cada 100 personas mayores de 18 años tienen hipertensión arterial. En los Estados Unidos había más de 60 millones de individuos que padecían de hipertensión. La prevalencia de la hipertensión arterial aumenta con la edad, con énfasis en los mayores de 60 años, y

afecta especialmente a grupos de poblaciones tales como hombres, mujeres posmenopáusicas, personas negras, personas con historia familiar de cardiopatía, mujeres menores de 65 años y hombres menores de los 55 años, consumidores excesivos de sal, consumidores excesivos de proteína, personas con sobrepeso, sedentarias, diabéticas, dislipidemicas, alcohólicas, tabaquistas, embarazadas. (Wyngaarden y Smith, 1991).

Tensión Arterial

La tensión arterial (TA), es la presión ejercida por la sangre sobre las paredes de los vasos y el término se refiere generalmente a la presión de la sangre en las arterias, esta se expresa en dos números, la tensión arterial diastólica (TAD) y la tensión arterial sistólica (TAS), la hipertensión se establece como cifras anormales en estas presiones, es decir que la hipertensión arterial es una condición en la que la tensión arterial esta crónicamente elevada por encima de los niveles considerados deseables o saludables para la edad y el tamaño de una persona. La hipertensión, depende de muchas variables como actividad simpática, postura, estado de hidratación y tono del músculo esquelético (Wilmore y Costil, 2007).

La presión sanguínea sistólica es el resultado de dos efectos compensatorios de ejercicio dinámico intenso. La dilatación de los vasos sanguíneos arteriales en los músculos activos reduce la resistencia periférica y esta respuesta tiende a reducir la presión sanguínea, se aproxima a 120 mmHg. La presión sanguínea diastólica es la presión del sistema arterial durante la diástole ventricular, ofrece una indicación de la resistencia periférica, unos valores elevados de presión diastólica indican una resistencia periférica alta, la presión sanguínea diastólica en reposo es por regla aproximadamente de 80 mmHg. (Milímetros de mercurio) (ACSM, 2000).

La presión arterial cumple una función importante en nuestro organismo ya que sin esta no podríamos vivir. En una persona sana, la presión de la sangre que sale del corazón por medio de la contracción es de alrededor 120 mmHg; puesto que los canales donde fluye la sangre son anchas apenas se encuentra resistencia y su presión prácticamente no se altera. Sin embargo, la presión de la sangre disminuye progresivamente a medida que el calibre de las arterias hace cada vez menor ofreciendo una mayor resistencia al flujo de la sangre. La presión arterial media normal en reposo se encuentra en el intervalo entre 90 y 100 mmHg, aumenta

de forma regular durante el ejercicio con el incremento del ritmo de trabajo y los valores máximos de la presión arterial media durante el ejercicio se aproximan a 130 mmHg (ACSM, 2000 y Arias, 2003).

La función de la presión arterial es mantener un flujo de sangre a todas partes del cuerpo y hasta el cerebro. Cuando la resistencia periférica es alta la presión dentro de las arterias después de la contracción (sístole) no se disipa y permanece elevada en una gran parte del ciclo cardiaco (Guyton y Hall, 1997).

El papel de la presión sanguínea elevada como un factor de riesgo importante de enfermedades cardiovasculares (EC) y crisis cardíaca la cual esta fuera de toda duda. Párese ser que el riesgo de EC relacionado con la presión sanguínea aumenta de forma continua desde los valores mas bajos a los más altos, no hay ningún valor ideal de presión sanguínea: sin embargo, las pruebas indican que con cada incremento tanto de la presión sistólica como de la diastólica, el riesgo de que se produzca efectos cardiovasculares adversos aumenta con el tiempo. La presión sanguínea alta rara vez funciona por si sola: tiende a trabajar en comparación con otros factores de riesgo identificados , que incluyen la ingesta dietética, el nivel de lípidos elevado, la obesidad, el tabaco, la diabetes mellitas y la falta de ejercicio (ACSM, 2000).

Factores hemodinámicos

La resistencia al flujo de la sangre se determina por el radio de los vasos sanguíneos y por la viscosidad de la sangre: Viscosidad: el plasma resulta cerca de 1.8 veces más viscoso que el agua, en tanto que la sangre total resulta 3 a 4 veces más viscosa que el agua. Por lo tanto, la viscosidad depende en su mayor parte del volumen sanguíneo ocupado por los eritrocitos (hematocrito), sin embargo este cambio representa poco efecto sobre la resistencia periférica. La viscosidad de la sangre se afecta por la composición del plasma así como por la resistencia de las células a la deformación. Los incrementos significativos de la viscosidad se presentan en aquellas enfermedades en las que las proteínas plasmáticas, como las inmunoglobulinas, aumentan notablemente y también en las enfermedades como la esferocitosis hereditaria, en la cual los eritrocitos se presentan rígidos (Ganong, 2000).

Medición de la presión arterial

Para medir de forma indirecta (por auscultación) la presión arterial sistémica, que es la fuerza ejercida por la sangre contra las paredes de los vasos sanguíneos se utiliza un estetoscopio y un esfigmomanómetro. Donde el manguito deshinchado se ajusta alrededor del brazo con la cámara de aire centrada sobre la arterial humeral, donde el margen inferior del manguito debe encontrarse aproximadamente a 2.5 cm por encima de la fosa antecubital, seguido se palpa la arterial humeral (situada en la zona medial de la fosa antecubital) y se coloca el diafragma del estetoscopio firmemente ejerciendo una ligera presión sobre la arteria humeral, la arteria humeral se encuentra en la hendidura situada entre el bíceps braquial (músculo posterior del brazo), en la cara interna del codo (fosa antecubital) (ACSM, 2000).

Hipertensión Arterial

Cuando hay un aumento sostenido de la presión arterial (padecimiento crónico) se esta en presencia de un cuadro de hipertensión arterial, que en la mayoría de los casos no son conocidas, donde por lo general es una afección sin síntomas en la que la elevación anormal de la presión dentro de las arterias aumenta el riesgo de los diferentes y ya mencionados trastornos (Hall, Murillo, Quesada, Rocha y Rodríguez, 2001).

Hall, V., Murillo, N., Quesada., Rocha, M y Rodriguez, E, (2001) informaron la clasificación de la presión arterial que hace el Comité Nacional de los Estados Unidos para la prevención, detención, evaluación y tratamiento de la presión alta: optima: sistólica 120 mmHg y diastólica 80 mmHg; normal: sistólica menor a 130 mmHg y diastólica menor a 85 mmHg; normal alta: sistólica de 130-139 mmHg y diastólica menor a 85-95 mmHg; hipertensión leve: sistólica de 140-159 mmHg y diastólica entre 90-99 mmHg; ; hipertensión moderada: sistólica de 160-179 mmHg y diastólica entre 100-119 mmHg; e hipertensión intensa: sistólica mayor a 180 mmHg y diastólica mayor a 120 mmHg.

Otros componentes que se pueden evaluar

Existen otros factores hemodinámicos como la presión de pulso que es definida como una onda de presión que viaja a lo largo de las arterias, cuando la sangre es forzada hacia la aorta durante la sístole. La tensión arterial media, la cual durante un ciclo cardiaco va a

determinar el ritmo del flujo sanguíneo a través del circuito sistémico, dependiendo básicamente del gasto cardíaco y de las resistencias periféricas totales. La presión arterial media representa la presión media ejercida por la sangre cuando se mueve por las arterias. El doble producto, es cuando el consumo miocárdico de oxígeno y el flujo miocárdico de sangre son directamente proporcionales al producto de la frecuencia cardíaca y de la tensión arterial sistólica (Wilmore y Costill, 1999; Berne y Levy, 1998 y Tortora, 1998).

Fisiopatología de la hipertensión arterial

Wilmore y Costill (2007), señalan que la fisiopatología de la hipertensión no se conoce bien, de hecho, se estima que el 90% o más de las personas identificadas como hipertensas se clasifican como idiopáticas, que es la hipertensión de origen desconocida, también llamada hipertensión esencial o primaria, la cual se ha relacionado con una serie de factores que suelen estar presentes en la mayoría de estos sujetos. Algunos factores que pueden desarrollarla HTA esencial son:

La hipertensión primaria

Herencia: De padres a hijos se transmite una tendencia o predisposición a desarrollar cifras elevadas de tensión arterial. Se desconoce su mecanismo exacto, pero la experiencia acumulada demuestra que cuando una persona tiene un progenitor(o ambos) hipertenso/s, las posibilidades de desarrollar hipertensión son el doble que las de otras personas con ambos padres normo tensos. “Si en la familia existen parientes consanguíneos que han sufrido ataques cardíacos (infarto de miocardio) a edad temprana (menores de 50 años) o hipertensión arterial, es recomendable tomarse la tensión con cierta regularidad”. Como se carece de momento de medio para identificar el gen o los genes (en el caso de que intervengan los genes realmente en este proceso). Se debería insistir en la conveniencia de que los hijos y descendientes de las personas hipertensas se tomaran la tensión arterial una vez al año (en cualquier caso toda persona debería de tomarla con esa periodicidad) y que estas personas presentaran especial atención a los factores que elevan la tensión arterial y que se han llamado modificables y por tanto susceptibles de control como la obesidad, el exceso de sal en la dieta, consumo elevado de alcohol y la vida sedentaria (Shreeve, 1998).

Sexo: Los hombres tienen más predisposición a desarrollar hipertensión arterial que las mujeres, hasta que éstas llegan a la edad de la menopausia, a partir de la cual la frecuencia en ambos sexos es igualada. Esto es así porque la naturaleza ha dotado a la mujer mientras se encuentra en edad fértil con unas hormonas protectoras que son los estrógenos y por ello tiene menos riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares. De esta forma la naturaleza protege a la mujer asegurando la procreación. Sin embargo, en las mujeres más jóvenes existe un especial riesgo cuando toman pastillas anticonceptivas (Shreeve, 1998).

Edad y raza: La edad es otro factor, por desgracia no modificable, que va a influir sobre las cifras de presión arterial, de manera que tanto la presión arterial sistólica o máxima como la diastólica o mínima aumentan con la edad y lógicamente se encuentra un mayor número de hipertensos en los grupos de más edad. En los países industrializados la frecuencia de hipertensos entre la población mayor de 65 años es de casi el 60% lo que no quiere decir que por ser frecuente la hipertensión en los ancianos, esto sea lo normal ya que ser hipertenso a cualquier edad conlleva aumento del riesgo cardiovascular, es decir, del riesgo de padecer complicaciones como infarto de miocardio, hemorragia o trombosis cerebral, insuficiencia renal, etc. En cuanto a la raza, según estudios realizados en África, Estados Unidos y en las Antillas, se ha manifestado un porcentaje similar entre los blancos y los de raza negra; sin embargo, algunas de las muestras de los estudios indican un porcentaje considerablemente mayor entre los negros. Esto contrasta con los resultados de los estudios llevados a cabo en la India, donde el número de los individuos hipertensos es relativamente baja, al igual que en los habitantes de las islas del Pacífico, y nómadas y bosquimanos de África; es posible que la razón de esta diferencia resida en la dieta, el ejercicio y la ausencia del estrés habitual de las sociedades no desarrolladas. (Shreeve, 1998).

Sobrepeso: Independientemente de los factores no modificables que condicionan la hipertensión arterial, otros factores a los que llamamos *ambientales* (estilo de vida, dieta, etc.) son capaces de poner de manifiesto la enfermedad de forma más leve o más severa. En este sentido, indudablemente, en la gran mayoría de los casos, el nivel de presión arterial e incluso la hipertensión arterial es el resultado del estilo de vida de una persona. La relación que existe entre peso y presiones arteriales, y entre sobrepeso e hipertensión, se conoce desde hace

muchos años, y la reducción del sobrepeso se utiliza en el tratamiento de la misma también desde hace mucho tiempo (Shreeve, 1998).

La hipertensión secundaria

La hipertensión secundaria que se presenta en un 5 a 10% de todos los pacientes, donde las causas específicas de este tipo de hipertensión se puede identificar, tales como las enfermedades renales crónicas, las causas glandulares, esto significa que dichas causas son relativamente raras, pero han sido características en los pacientes en los que se ha podido diagnosticarla: Las enfermedades renales crónicas provocan un aumento de la presión arterial, ya que producen una lesión de los vasos sanguíneos de los riñones y disminuyen el flujo sanguíneo; las causas glandulares donde la actividad excesiva de las glándulas tiroideas y el funcionamiento incorrecto de la corteza de las glándulas suprarrenales, que producen cantidades excesivas de algunas hormonas que afectan la presión arterial; el estrechamiento de una parte de la aorta poco después de salir del corazón produce una presión sanguínea muy elevada en la cabeza y en los brazos, y una baja en el resto del cuerpo. Es presente en el nacer, más común en los hombres, y en general produce dolores de cabeza, hemorragias nasales y dolores en las piernas entre los 15 y 30 años de edad; la toxemia del embarazo: se debe mantener un control de la presión arterial, ya que es común el aumento ligero de ésta (no debe sobrepasar los 140/90 mm Hg). Se ha determinado que las mujeres que luego del embarazo han tenido este problema, son más propensas a seguirlo padeciendo; exceso de glóbulos rojos o hematíes: aumenta la viscosidad de la sangre, y, por ésta razón, la resistencia al flujo de ésta, y a la presión de la sangre; fármacos: algunos como la píldora anticonceptiva, los esteroides y los antiinflamatorios no esteroides (AINE) utilizados para tratar la artritis y distintos reumatismos que provocan dolor e inflamación. Los AINES pueden provocar retención de líquidos, y, en consecuencia, aumentar la presión arterial (Shervee, 1998).

El organismo necesita responder ante la demanda que nuestro cuerpo genera para la adecuada función de este, cuando en las arterias no circula adecuadamente la sangre por este estrechamiento “hipertensión” en el cuerpo se producen una serie de síntomas causa de tal demanda, dentro de los que se pueden mencionar están: la cefalea (que es un dolor de cabeza) especialmente de tipo matinal, decaimiento, mareos, visión borrosa, visión de puntos destellantes, todos síntomas muy inespecíficos (Acosta, 1993).

Tratamiento de la hipertensión

En Costa Rica 10 de cada 100 personas están recibiendo tratamiento contra la (hipertensión) y otros están en riesgo de sufrir severas discapacidades y hasta de morir por las complicaciones de esta patología, la cual es conocida entre los médicos como la asesina silenciosa. En promedio un paciente hipertenso consume cinco tabletas diarias de una combinación de medicina, entre las que está el atenol, anlodipino y enalapril. Esto sin contar otras que pudiera estar tomando para enfermedades que, generalmente, acompañan a la hipertensión, entre ellas, la diabetes y la obesidad. En cuanto a causas de consulta externa, en ambos sexos, fue el primer motivo de consulta después de los 45 años y la octava causa de consulta en los servicios de emergencia, para 1996 en emergencias produjo 34.407 consultas en el año de 1997. Los años de vida potencialmente perdidos ascienden a 1833 para el año 1998 por enfermedades hipertensivas, cifra que ha aumentado en relación con los años precedentes en los últimos doce años (Quesada, 1999).

A los sujetos hipertensos se les recomienda una adecuada alimentación y evitar la ingesta de sal, como también existe evidencia que la actividad física es un factor que contribuye a revertir y combatir la hipertensión arterial.

Según el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC), la hipertensión arterial en Costa Rica para el año 2007 la padecieron un total de 578 personas de las cuales los hombres de edades entre los 45 y 65 años se presenta en mayor porcentaje que en mujeres de igual edad, sin embargo en edades comprendidas entre los 65 y más las mujeres tienden a padecer más de esta patología. (OPS, 2008).

LA ACTIVIDAD FÍSICA Y EL EJERCICIO EN LA HIPERTENSIÓN:

Actividad física y prevención:

La función que debe desempeñar la actividad física en la prevención o retraso de la hipertensión ha sido una cuestión de gran interés para la comunidad médica durante muchos años. La función de la actividad física en la reducción de esta patología no ha sido determinada tan bien como en las arterias coronarias (Wilmore y Costill, 2007).

La actividad física hace referencia al movimiento, la interacción, el cuerpo y la práctica humana. Tiene tres dimensiones: biológica, personal y sociocultural. Desde una dimensión biológica (la más extendida), se define como cualquier movimiento corporal realizado con los músculos esqueléticos que lleva asociado un gasto de energía. Pero una buena definición debería integrar las tres dimensiones citadas: “la actividad física es cualquier movimiento corporal intencional, realizado con los músculos esqueléticos, que resulta en un gasto de energía y en una experiencia personal, y nos permite interactuar con los seres y el ambiente que nos rodea” (Astrand, 1992; Russell, 1995; Camiña, Cancela y Roma 2001).

El ejercicio físico es el movimiento planeado, estructurado y repetitivo mejorando o manteniendo uno o más componentes de la aptitud física o todas aquellas actividades rítmicas, en las que se emplean grandes grupos musculares, se caracterizan por: ser planeadas, estructuradas, constantes, progresivas y específicas además de tener un fin o objetivo, el cual es mantener la salud del individuo. Existen dos tipos de ejercicios: anaeróbicos y aeróbicos, en donde este último se define como la capacidad de realizar tareas vigorosas que implican participación de grandes masas musculares durante períodos de tiempo prolongados con presencia de oxígeno, basándose en la capacidad funcional de los aparatos circulatorio y respiratorio de ajustarse y recuperarse de los efectos del ejercicio muscular (Astrand, 1992; Russell, 1995; Camiña, Cancela y Roma 2001).

La práctica habitual de ejercicio reduce potencialmente la mortalidad y la morbilidad ya que un nivel bajo de actividad se asocia con una mayor frecuencia de defunciones por enfermedad coronaria y como prevención secundaria tiene un efecto protector que va a tener influencia sobre la longevidad, otros beneficios son la disminución de la ansiedad y la depresión, aumento de la sensación de bienestar, aumento del rendimiento de trabajo y de las actividades deportivas y recreativas. De igual manera disminuye los factores de riesgo de enfermedad coronaria tales como la tensión arterial sistólica y diastólica en reposos, un incremento del colesterol de alta densidad HDL y una disminución de triglicéridos en sangre además reduce los depósitos de grasa corporal y disminuye la necesidad de insulina y mejora la tolerancia a la glucosa (Paffenbarger, 1985; Astrand, 1986; Wenger, 1996 y ACSM, 1999).

Entre los beneficios fisiológicos que produce el ejercicio físico en las enfermedades cardiovasculares se pueden mencionar aspectos que favorecen en la disminución de la patología; como un incremento en la capacidad funcional por aumento del consumo de oxígeno debido a las adaptaciones centrales y periféricas, un menor consumo de oxígeno del miocardio, una disminución de la presión arterial, la reducción de la frecuencia cardiaca, una mejor vascularización del corazón tanto a nivel del miocardio como a nivel periférico, un incremento del umbral de ejercicio, incremento de la densidad capilar del músculo esquelético, la reducción de la producción de ácido láctico, un aumento en la utilización de los ácidos grasos libres, mejora la resistencia general e incrementa el metabolismo basal (Paffenbarger, 1985; Astrand, 1986 y ACSM, 1999).

La función del ejercicio en la reducción del riesgo de hipertensión no ha sido determinada también como en las enfermedades de las arterias coronarias sin embargo se conoce que la actividad ayuda a disminuir la tensión ejercida en las arterias. La actividad física y el ejercicio tienen un efecto beneficioso como elemento preventivo y de tratamiento de la hipertensión arterial (Wilmore y Costill, 2007).

Existen una serie de efectos agudos sobre la Tensión de las arterias durante el ejercicio, donde la respuesta ante este estímulo proporciona un aumento de la tensión arterial (TA), en reposo siendo esta similar en normotensos como en hipertensos. Sin embargo, el tipo de respuesta es distinta dependiendo del tipo de contracción muscular y la intensidad del ejercicio realizado. Aunque no de todo claros, entre los mecanismos que probablemente expliquen la respuesta exagerada de la TA al ejercicio figuran: la acción central y periférica de las catecolaminas, una disfunción del sistema nervioso autónomo, una reducción en la distensibilidad miocárdica, una capacidad de vasodilatación muscular disminuida, una alteración de los barorreceptores o la acción local de las endotelinas (López, 1998).

Está claramente demostrado que la TA de reposo después de un ejercicio es menor que la previa al ejercicio, y que lo sigue siendo durante horas. Se ha postulado que este efecto funcionaría como un mecanismo beneficioso que estaría reduciendo el aumento de TA en el tiempo. Entre los mecanismos responsables de este efecto se incluyen: una inhibición central de las vías eferentes simpáticas, probablemente asociada a vías y receptores opiáceos y

serotoninérgicos, el efecto vasodilatador del péptido atrial natriurético (PAN), las acciones de los factores liberados por el endotelio vascular (endotelinas) (López, 1998).

Para que la actividad física y/o ejercicio provoque efectos positivos sobre las patologías hay diversos componentes que se pueden controlar como lo son el tipo de ejercicio (aeróbico y anaeróbico), el volumen, el periodo de descanso o densidad, la duración, el modo o la forma (caminando, nadando, etc.), y el manejo de la intensidad, la cual puede ser medida por medio del consumo máximo de oxígeno (VO_2 máx.), el consumo de oxígeno de reserva, frecuencia cardiaca de reserva, frecuencia cardiaca máxima, y la utilización de la tabla subjetiva de la percepción al esfuerzo (Howley, 2001).

Howley (2001), argumentó, para que el ejercicio provoque efectos positivos sobre las patologías hay diversos componentes que se deben de controlar: Las características de la frecuencia, duración, intensidad y modo o tipo son importantes y utilizados para describir la dosis de la actividad física o la prescripción del ejercicio determinado para lograr una respuesta particular. La frecuencia se describe como el número de sesiones por día, semana o mes; la duración se describe como el número de minutos en cada sesión, la intensidad se describe en términos absolutos y relativos. El término absoluto esta relacionado con el gasto de energía y se expresa en $L \cdot \text{min}^{-1}$, $\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ y kcal o kj por minuto. En relación con la intensidad relativa para el trabajo aeróbico ha sido descrito en término de porcentaje del consumo máximo de oxígeno (VO_2 máx.), consumo de oxígeno de reserva (VO_2R), frecuencia cardiaca máxima (FCM) o frecuencia cardiaca de reserva (FCR), de acuerdo a la percepción subjetiva al esfuerzo (RPE). El modo o tipo, se refiere a si es trabajo aeróbico o anaeróbico, entendiéndolo anaeróbico como el ejercicio dinámico de alta intensidad que se realiza sin presencia de oxígeno y aeróbico como el ejercicio que se realiza con presencia de oxígeno. También al tipo de actividades en donde se soporte el peso corporal como caminar, correr o no se soporte el peso corporal, como el ciclismo, remos, entre otros.

La intensidad del ejercicio:

En relación con la intensidad, se recomienda que el ejercicio se prescriba oscilando entre el 50% y el 80% del VO_2 máx., sin embargo, en personas cuyo nivel inicial es muy bajo responden mejor a niveles entre el 40% y el 50% del VO_2 máx. Existen algunos factores

importantes que se deben tomar en cuenta antes de determinar el nivel de intensidad del ejercicio, como son el nivel de rendimiento de cada persona, las medicaciones u ortopédica, el tipo de actividad que se realizara y los objetivos individuales (ACSM, 1999).

Kesaniemi y col. (2001), comentaron que la intensidad con la que se realice la actividad física va a tener relación con los efectos fisiológicos alcanzados y con el grado o nivel de lesiones que puedan ocasionarse. La premisa dicta que con la ejecución de ejercicio a alta intensidad o con una carga muy alta del volumen, se aumenta el riesgo de lesiones y los beneficios que se logran no son tan significativos. Cuando se trabaja con intensidades moderadas, se obtienen mejores beneficios y el riesgo de lesiones es bajo y que cuando se trabaja con intensidades bajas los beneficios son pocos y el grado de lesión casi nulo.

Utilización de ergómetros como medios para controlar la intensidad:

Cuando en un estudio de laboratorio se valoran las reacciones fisiológicas al ejercicio, el esfuerzo físico del participante debe controlarse para proporcionar un ritmo de esfuerzo constante y conocido el cual se logra generalmente usando ergómetros. Un ergómetro (ergo = trabajo; meter = medida), es un instrumento para hacer ejercicio que permite controlar (estandarizar) y medir la intensidad y el ritmo del esfuerzo físico de una persona. Como por ejemplo el cicloergómetro: el cual a sido el principal instrumento en uso para efectuar pruebas, el cual se puede usar tanto en posición erguida normal como en posición supina. Las cintas ergométricas por su parte es un sistema compuesto por un motor y una polea que hace girar una larga cinta sobre la que se puede andar o correr. La longitud y amplitud de la cinta debe acomodar el tamaño de nuestro cuerpo y la longitud de nuestra zancada; en esta la intensidad del ejercicio no es preciso controlarla estrechamente (Wilmore y Costil, 2007).

Investigaciones en donde se determina el efecto o respuesta crónica al ejercicio en diferentes intensidades:

Shephard (2001), expresó que se han realizado investigaciones en donde el trabajo con alta intensidad reporto menor resultados que la moderada intensidad. Hagberg, N., S. J. Montain, W. H. Martin and M. A. Ehsane, (1989), realizaron una investigación en 33 sujetos con edades entre 60-69 años, con hipertensión esencial, en donde se trabajo con intensidades entre 53 y 73% del VO_2 máx. logrando encontrar una disminución de 20 mmHg en la

intensidad moderada, de 8 mmHg en la intensidad alta. Matsusaki y col. (1992), con intensidades entre 50-75% del VO₂ máx. lograron disminuciones de 9/6 mmHg y 3/5 mmHg, en la baja y alta intensidad. Kesaniemi y col. (2001), comentaron que hay evidencia de que el entrenamiento con intensidades del 50% del ejercicio máximo es más efectivo para la disminuir la presión arterial y que el entrenamiento de alta intensidad no brinda ningún beneficio adicional.

Hay investigaciones en donde la intensidad no ha provocado efecto, por ejemplo Braith y col. (1994), realizaron una investigación con 44 sujetos normotensos con edades entre 60-79 años y con intensidades entre 70-85% de la frecuencia cardiaca de reserva determinando disminuciones de -8-9 mmHg para ambas intensidades. Tashiro y col. (1993), en 10 sujetos hipertensos con intensidades entre 50-75% VO₂ máx. no se presentó una diferencia de acuerdo a la intensidad. Moreira y col. (1999), en 28 sedentarios hipertensos con intensidades entre 20 a 60% del poder máximo, lograron determinar igual disminución para ambas intensidades.

Se han realizado investigaciones con sujetos normotensos para determinar el efecto de diferentes intensidad, se pueden citar: Kingwell y Jennings (1993), en donde compararon tres niveles de intensidad de ejercicio diferentes 50, 60-70 y 80-90% de una carga de trabajo máximo, ejercicio realizado durante cuatro semanas, cinco veces por semana, en donde la acción era caminata. Como resultados se puede resaltar una disminución de la presión sistólica y diastólica de -3 y -2 mmHg respectivamente en la intensidad más baja; en la moderada de -5 y -3 mmHg y en la más alta 0 y -1 mmHg. De igual manera Duncan y col. (1991), realizaron un estudio en mujeres normotensas con edades entre los 20 y 40 años a las cuales pusieron a trabajar por un periodo de 24 semanas, cinco veces por semana con tiempos que oscilaban entre los 36 y 60 minutos e intensidades de 56, 67 y 86 de la frecuencia cardiaca máxima, logrando medirse para la primera intensidad una disminución de -3 mmHg en la presión arterial sistólica y ningún cambio en la diastólica; con la segunda intensidad se presentó la disminución de -1 mmHg en ambas presiones y con la última intensidad una disminución de -2 mmHg en la sistólica y un aumento de +1 mmHg en la diastólica.

Investigaciones en donde se ha determinado el efecto crónico de la intensidad del ejercicio sobre una banda sin fin en la presión arterial, se pueden citar: Rogers y cols. (1996), compararon el efecto del entrenamiento en intensidades aproximadamente a 45 y 75% de la capacidad de oxígeno máximo con una frecuencia de 3 veces por semanas y una duración de 12 semanas en la banda sin fin en pacientes con hipertensión crónica y encontró que el ejercicio de intensidades más bajas provocó una disminución de -15 y -6 mmHg en la presión sistólica y diastólica respectivamente.

Existen investigaciones donde por medio de un cicloergómetro se obtienen resultados positivos en la presión arterial, como por ejemplo: Moreira, W. D., F. D. Fuchs, J. P. Riveiro, and L. J. Appel (1999), realizaron la investigación con pacientes hipertensos en dos niveles diferentes de entrenamiento físico 20 o 70% de la carga de trabajo máximo en un cicloergómetro, por un periodo de 10 semanas, entrenando 3 veces por semana, una duración de 40 minutos, logrando determinar una disminución de -15 y -8 mmHg y a las 24 horas de -6 y -3 mmHg en la sistólica y diastólica respectivamente en la intensidad más alta. Asimismo, Emmanuel y cols (2008) realizaron la investigación con 50 sujetos hipertensos tratados (18 hombres y 32 mujeres) con edades aproximadas entre los 46 años; con el objetivo de determinar si hay una respuesta aguda al ejercicio aeróbico, 24- H después en niveles ambulatorios de la presión arterial. Se realizó el ejercicio durante 40 minutos en un cicloergómetro a un 60 % de la reserva cardíaca. Obteniendo como resultados una disminución de la presión arterial ambulatoria durante 24 h sistólica de 8,6 /8,7 mmHg y la presión arterial diastólica de 8 / 8,5 mmHg. La presión arterial diastólica durante el día disminuyó 8,5/8,8 mmHg, y en la noche disminuye la sistólica en 9,9/9,2 mmHg , y la presión arterial diastólica 8,8 / 8,4 mmHg. Post- ejercicio de la presión arterial sistólica durante el día también tienden a reducirse 9,3 / 9,4 mmHg.

Diversos estudios han determinado el efecto crónico de la intensidad del ejercicio sobre un cicloergómetro en la presión arterial, de los que se pueden citar: Tashiro y col. (1993) y Matsusaki y col. (1992), realizaron investigaciones similares en sujetos hipertensos, en donde compararon dos intensidades 50% y 70% VO₂ máx. en cicloergómetro, con una duración de 10 semanas, frecuencia de 3 veces por semanas, con duraciones diferentes para cada intensidad, en pacientes con hipertensión. Tashino y col., observaron una disminución mayor

en la presión diastólica (-9 mmHg), pero no de presión sistólica (-7 mmHg) en el grupo de trabajo con cargas más altas, a su vez Matsusaki y col. encontraron una reducción en la presión sistólica de -9 mmHg y de -6 mmHg en presión diastólica en las intensidades más bajas.

Marceau y col. (1993), realizaron la investigación en mujeres hipertensas sedentarias, por un periodo de 10 semanas, con una frecuencia de 3 veces por semanas y en el cicloergómetro buscando pasar de un periodo sedentario a después entrenar a intensidades moderada y fuertes del consumo de oxígeno máximo, donde se midió la presión de la sangre al inicio del ejercicio y durante el ejercicio submáximo. De los resultados se rescata una disminución a las 24 horas de 5 mmHg en la presión arterial. Sin embargo la intensidad más baja de entrenamiento redujo la presión en las tomas de día y el entrenamiento más alto redujo la presión de la sangre en la toma de noche.

Hagberg y col. (1989), aplicaron un programa a pacientes con hipertensión esencial, por un periodo de 37 semanas, trabajando tres veces por semana, una duración de 60 minutos en el cual tenían que caminar en la casa a intensidad moderada del 50 y 77% VO_2 máx. Donde se logró determinar disminuciones significativas en la intensidad moderada con disminuciones de -22 y -12 mmHg en la presión sistólica y diastólica respectivamente.

Como conclusión de las investigaciones con efectos crónicos a causa del ejercicio, se puede citar a Kesaniemi y col. (2001), quienes afinaron que los cambios de presión arterial sistólica y diastólica no tienen relación significativa con la intensidad o con el tiempo de sesión. Pero agregan que la duración de los programas tienen una importancia significativa en la respuesta sistólica, más no en la diastólica. Lo anterior después de realizar un metanálisis en donde se involucró 68 estudios, 2677 sujetos, hombres y mujeres con edades que oscilan entre 21 y 79 años; la utilización de ejercicio aeróbico e intensidades entre 30 y 85% de la capacidad máxima (determinada por métodos heterogéneos); reducciones en la presión sistólica y diastólica en normotensos -2.6 y -1.8 mmHg respectivamente y en hipertensos de -7.7 y -5.8 mmHg.

Investigaciones en donde se determina el efecto o respuesta aguda al ejercicio:

El ejercicio provoca respuestas o reacciones agudas en el organismo, las cuales a su vez van a desarrollar adaptaciones crónicas en el cuerpo, gracias a las series repetidas de ejercicios (Wilmore y Costill, 2007). Kesaniemi, col. (2001) comentaron que una sesión de ejercicio con intensidades entre el 50-100% del VO_2 máx. produce una disminución entre el 18-20 mmHg en la presión sistólica y entre 7-9 mmHg en la diastólica. Los cambios más significativos se han logrado observar con sujetos con hipertensión esencial. Hay evidencias de las disminuciones en la presión arterial como respuesta aguda al ejercicio, pero hay insuficiente evidencia para definir cual es la respuesta a diferentes dosis.

Se han realizado investigaciones tanto para determinar el efecto crónico y agudo al ejercicio aeróbico por medio de un monitoreo ambulatorio de la presión arterial sistólica y diastólica. En el caso de las investigaciones agudas podemos citar a: Taylor-Tolbert, Dengel y Brown (2000), con 11 hombres hipertensos con un promedio de edad de 60 años, trabajando el 70% VO_2 máx. midió una disminución de 6 mmHg en la presión arterial sistólica y 5 mmHg en la presión arterial diastólica. Wallace, Boogle, King, Krasnoff y Jastrenski (1999), quienes trabajaron con 21 sujetos hipertensos y 25 normotensos, con un promedio de edad de 49 años, realizando ejercicio con una intensidad del 50% VO_2 máx. . Dentro de las mediciones se determina una disminución de 5 mmHg en la presión arterial sistólica y de 4 mmHg en la diastólica en los sujetos hipertensos.

Pescatello y col. (1999), trabajaron con 7 mujeres hipertensas y 11 mujeres normotensas, con un promedio de edad de 36 años, trabajo aeróbico con intensidad de 60% VO_2 máx. determinó una disminución de 9 y 6 mmHg para la presión sistólica y diastólica respectivamente en las mujeres hipertensas. Wallace, Boogle, King, Krasnoff y Jastrenski (1997), trabajaron con 25 sujetos hipertensos y 36 normotensos, con un promedio de edades de 48 años, realizando ejercicio a un 50% VO_2 máx. . Logrando medir una disminución de 5 y 4 mmHg en la presión sistólica y diastólica respectivamente en los sujetos hipertensos. Brownley, West, Hinderliter y Light (1996), con un grupo mixto de 11 hipertensos y 20 normotensos, con promedio de edad de 35 años, trabajando a un 55% de VO_2 máx., medio disminuciones de 6.32 y 3.80 mmHg en la presión sistólica y diastólica respectivamente en los sujetos hipertensos. Pescatello, Fargo, Leach y Scherzer (1991), trabajo con 6 hombres

hipertensos, 6 normotensos, con un promedio de edad de 42 años, con un trabajo dinámico con una intensidad del 55% del VO_2 máx. logrando una disminución en los sujetos hipertensos de 10 mmHg para la presión arterial sistólica y 4 mmHg para presión diastólica.

En la investigación de Macdonald y col (1999), se trabajó con 10 sujetos hipotensos mayores de los 35 años, en donde el tratamiento constó en la aplicación de ejercicios con intensidades entre el 50% y 75% del VO_2 máx. Por medio de las evaluaciones se logró medir similares reducciones en la presión sanguínea 60 min. después de la actividad física.

En una investigación realizada en normotensos Forjaz y col. (1998), reclutaron a 12 jóvenes y utilizaron un cicloergómetro como instrumento en el cual aplicaron intensidades del 30, 50 y 80% del VO_2 máx. por un periodo de 45 min., tratando de determinar efectos en la presión arterial sistólica y diastólica, frecuencia cardiaca y el doble producto. Como resultado se obtuvieron resultados similares para las tres intensidades.

Williams (1998), en su estudio con 7059 hombres y 1839 mujeres atletas, determinó si la velocidad o la distancia tienen un efecto positivo en la presión sanguínea donde obtuvo como resultado que la velocidad tiene un efecto mayor que la distancia.

Ciolac, E. y cols (2008) realizaron una investigación con 50 sujetos hipertensos tratados (18 hombres y 32 mujeres) con edades aproximadas entre los 46 años; con el objetivo de determinar si hay una respuesta aguda al ejercicio aeróbico, 24- H después en niveles ambulatorios de la presión arterial. Se realizó el ejercicio durante 40 minutos en un ciclo - ergómetro a un 60 % de la reserva cardíaca. Obteniendo como resultados que la presión arterial ambulatoria después del ejercicio se redujo durante 24 h obteniendo una mejora en la presión sistólica ($126 \pm 8,6$ vs $123,1 \pm 8,7$ mmHg , $p = 0,004$) y la presión arterial diastólica ($81,9 \pm 8$ vs $79,8 \pm 8,5$ mmHg , $p = 0,004$) , la arterial diastólica durante el día presión ($85,5 \pm 8,5$ vs $83,9 \pm 8,8$ mmHg , $p = 0,04$) , y la noche S ($116,8 \pm 9,9$ vs $112,5 \pm 9,2$ mmHg , $p < 0,001$) y la presión arterial diastólica ($73,5 \pm 8,8$ vs $70,1 \pm 8,4$ mmHg , $p < 0,001$). Post-ejercicio de la presión arterial sistólica durante el día también tienden a reducirse ($129,8 \pm 9,3$ vs $127,8 \pm 9,4$ mmHg , $p = 0,06$). Estas disminuciones post ejercicio en la presión arterial ambulatoria aumentó el porcentaje de pacientes que muestran la presión normal de 24 horas

arterial sistólica (58 % vs 76 %, $p = 0,007$). Una sola sesión de ejercicio aeróbico reduce los niveles de 24 horas ambulatoria de la presión arterial en pacientes hipertensos tratados de larga duración y aumentó el porcentaje de pacientes que alcanzaron valores normales de presión arterial ambulatoria. Estos efectos sugieren que el ejercicio aeróbico puede tener un papel potencial en el manejo de la presión arterial en hipertensos tratados de larga duración.

De Souza, Nery S. y cols (2010), realizaron una investigación con el objetivo de describir las respuestas de la presión arterial durante el ejercicio de resistencia en pacientes hipertensos y para determinar si un protocolo de ejercicio altera estas respuestas. Contaron con la participación de 10 sujetos normotensos e hipertensos, en orden aleatorio, dos protocolos de ejercicios diferentes, compuesta por tres conjuntos de la extensión de la rodilla ejercicio llevado a cabo hasta el agotamiento: el 40% del máximo de una repetición (1RM), con un descanso de 45 s. entre las series, y el 80% de 1RM con un descanso de 90 s. entre las series donde la presión arterial radial intra -arterial se midió antes y durante cada protocolo. En los resultados se puede destacar que en comparación con los normotensos, los hipertensos muestran mayores incrementos en la presión sistólica durante el ejercicio a 80 % ($+80 \pm 3$ vs 62 ± 2 mmHg , $P < 0,05$) y el 40% de 1RM ($+75 \pm 3$ vs 67 ± 3 mmHg , $P < 0,05$). En ambos protocolos de ejercicio la presión arterial sistólica regresó a línea de base durante los períodos de descanso entre series en los normotensos sin embargo, en los hipertensos se mantiene ligeramente elevada en el 40% de 1RM. Durante los períodos de descanso, la presión arterial diastólica volvió al valor basal en pacientes hipertensos y cayó por debajo de línea de base en normotensos.

Scher y cols (2010), realizaron una investigación donde el objetivo fue evaluar el efecto de diferentes volúmenes de ejercicio intenso de resistencia de baja intensidad sobre la magnitud y el alcance de los cambios de PA en hipertensos tratados con personas de edad avanzada. Dieciséis participantes (7 hombres, 9 mujeres), con edad media de $68 + / - 5$ años, realizó 3 sesiones independientes aleatorias. Donde se realizaban dos ejercicios (Ejercicio 1: 20 minutos, 1 vuelta en el circuito, y el ejercicio 2: 40 minutos, 2 vueltas en el circuito) (40 minutos de descanso), con la intensidad del 40% de un máximo de 1 repetición. La presión arterial se midió antes (durante 20 minutos) y después de cada sesión (cada 5 minutos durante 60 minutos) y después de eso a las 24 horas. La presión arterial disminuyó durante los

primeros 60 minutos (sistólica, $p < 0,01$, diastólica: $p < 0,05$) después de todas las sesiones de ejercicio. Sólo el mayor período de sesiones se da una reducción del promedio de la PAS de 24 horas despierto BP y BP ($p < 0,05$) después del ejercicio, con una mayor presión arterial diastólica durante el sueño ($p < 0,05$). Diastólica de 24 horas y BP sistólica y diastólica durante el sueño eran más altos después de E1 ($p < 0,05$). En conclusión, existió una disminución del volumen reducidos durante los primeros 60 minutos después del ejercicio en personas mayores con hipertensión tratada. Sin embargo, sólo el mayor volumen de promover una reducción de la PA sistólica media de 24 horas y despierto.

Por último que Marceau y col (1993), realizaron su investigación con diez sujetos masculinos y uno femenino, ambos sexos presentaban hipertensión arterial. Se les aplicó ejercicios con intensidades entre los 50 y 70% del VO_2 máx. Entre los resultados obtenidos se logró determinar que la disminución de la presión arterial es igual (5 mmHg) para ambos sexos; pero la intensidad mayor tiene menos efecto en la presión arterial durante el día.

Dada la presentación de la información anterior queda evidenciado que el ejercicio aeróbico produce respuestas favorables en las personas hipertensas, proporcionando disminuciones en la presión arterial tanto en la sistólica como diastólica, manifestándose estas además de manera aguda y crónica; donde se ha demostrado que la intensidad juega un papel importante principalmente en los efectos agudos y que trabajos con intensidades moderadas, presentan mejores resultados que trabajos con intensidades altas. Ligado a lo anterior se ha comentado que con intensidades bajas y moderadas se limita el riesgo de lesionar a un sujeto. También son pocas las investigaciones que se han realizado para comparar el efecto agudo al ejercicio aeróbico de acuerdo a diferentes intensidades, de estas una fue en sujetos normotensos sedentarios y otra en atletas, una en sujetos hipotensos y solamente una en sujetos hipertensos. De todas las investigaciones anteriores solamente utilizaron un tipo de ergómetro, por lo que ninguna investigación a comparado el efecto agudo de dos diferentes intensidades en sujetos sedentarios hipertensos no farmacodependientes, cuando se tiene que soportar el peso corporal (caminata en banda sin fin), o cuando no se tiene que soportar el peso corporal (pedaleo en cicloergómetro).

Capítulo III

METODOLOGÍA

Este capítulo da a conocer los elementos de la metodología del estudio: Los sujetos de investigación (edad, sexo, y características generales). La población (característica y tamaño del grupo y criterios para seleccionar la muestra). Los instrumentos a utilizar, los aparatos para la recopilación de los datos y el procedimiento que demanda la realización del estudio.

Sujetos:

Para el desarrollo de esta investigación se contó con la participación de 20 sujetos sedentarios, diagnosticados como hipertensos esenciales en la fase inicial (aguda) no farmacodependientes provenientes del EBAIS de La Aurora de Heredia y el EBAIS de Guararí de Heredia; de los cuales solo cuatro de ellos (tres mujeres y un hombre) pudieron finalizar las pruebas; esto porque 11 tuvieron que ser medicados en el transcurso de las pruebas y no podían ser parte así del estudio; y cinco por razones personales. Los colaboradores presentaron edades entre los 28 y 51 años. Contaron con un examen médico previo (prueba de esfuerzo) que se les facultó para la realización de las pruebas de laboratorio (medición de pliegues cutáneos, talla, peso, presión arterial y medición de intensidades en banda sin fin y cicloergómetro). La selección de los sujetos fue por conveniencia (los más aptos y en plena disposición para poder realizar las pruebas sin complicaciones médicas secundarias).

Instrumentos:

Los instrumentos que se utilizaron para recopilar la información requerida para este estudio son los siguientes.

1. Para la determinación del peso corporal (kg.), se utilizó una balanza electrónica marca “healthometer”, con una precisión de ± 1 gm.
2. Se utilizó un esfigmomanómetro marca “Healthometer” Modelo No. A-3 con una precisión de ± 2 mmHg y un estetoscopio marca “Healthometer” para la toma de la presión arterial.

3. Para la toma de la grasa corporal (pliegues cutáneos) se utilizó un calibrador de pliegues cutáneos marca. “Slimguide”, con una precisión de ± 1 mm.
4. Para la toma de la talla (cm.) se utilizó un tallímetro con una precisión de ± 0.01 cm.
5. Para la aplicación de la prueba de esfuerzo se utilizó una banda sin fin marca “Cardió – Stress Hill Med Corp”, un electrocardiograma de 12 derivaciones marca “Cardioline Delta”, modelo 30D, y electrodos marca 3M, (Ver Anexo 10).
6. Para la realización del tratamiento se utilizó una banda sin fin marca Nautilus, modelo 800.4
7. Para la realización del tratamiento se utilizó un ciclo ergómetro marca Monark, modelo 828 E.
8. Para la realización de la prueba de esfuerzo en la banda sin fin se utilizó el protocolo de Bruce (Ver Anexo 7).
9. Para la realización de la prueba sub-máxima se utilizó el protocolo de la YCMA (Ver Anexo 10).

Procedimientos:

I Parte: Aspectos Administrativos.

El primer paso a seguir en su aspecto administrativo será contactar al médico responsable de la administración del EBAIS de La Aurora de Heredia y el de Guararí de Heredia, con el objetivo de obtener los sujetos ideales para el desarrollo de la investigación (Ver Anexo 1).

Logrado lo anterior se realizará el contacto con el Programa de Ciencias del Ejercicio y la Salud (PROCESA) para obtener el permiso necesario para la utilización de las instalaciones y equipos para el desarrollo de la investigación (Ver Anexo 2).

Una vez realizado los contactos anteriores se procedió a reunir a los voluntarios para explicarles los antecedentes o pormenores de la investigación y a su vez lograr el consentimiento de participación, echo que quedará constatado con la firma de carta de consentimiento y causas (Ver Anexo 3).

II Parte: Aspectos Evaluativos:

Previa cita dada por el médico a los sujetos, debieron presentarse al EBAIS a la hora respectiva para realizar la toma de presión arterial días consecutivos durante un mes para diagnosticar su patología.

Previa cita los sujetos se presentaron en las instalaciones de PROCESA en donde se les tomó el peso (Ver Anexo 4), talla (Ver Anexo 5) y pliegues cutáneos para la determinación del porcentaje de grasa (Ver Anexo 6).

Posterior a las evaluaciones antropométricas se realizó una “prueba máxima de esfuerzo”, controlada por un cardiólogo, el cual realizó el diagnóstico y dio el permiso para que el paciente participara en la investigación de acuerdo a los resultados emanados de dicha evaluación. Para la prueba máxima se utilizó una banda sin fin y el protocolo de Bruce (Ver Anexo 7).

Con el tiempo alcanzado por el sujeto en la prueba de esfuerzo y utilizando los datos del Colegio Americano de Medicina Deportiva (ACSM, 1991), se determinó el consumo máximo de oxígeno para dicho sujeto (Ver Anexo 8).

Con la utilización del consumo de oxígeno y las formulas del Colegio Americano de Medicina Deportiva (ACSM, 1999), se determinó la velocidad y el grado de la pendiente con la cual el sujeto debió caminar con un gasto energético de un 40 y 60% de su consumo máximo de oxígeno (Ver Anexo 9).

Tres días después de haberse realizado la prueba de esfuerzo máxima, el sujeto realizó una prueba de esfuerzo sub-máxima en cicloergómetro para obtener su consumo máximo de

oxígeno para el cual se utilizó el protocolo de la Asociación de Jóvenes Cristianos por sus siglas en inglés YMCA (Ver Anexo 10).

Con la utilización del consumo de oxígeno y las fórmulas del Colegio Americano de Medicina Deportiva (ACSM, 1999), se determinó la tasa de trabajo, la resistencia y la cadencia con la cual el sujeto pedaleó con un gasto energético de un 40 y 60% de su consumo máximo de oxígeno (Ver Anexo 11).

III Parte: Aspecto Experimental

Una vez superada la fase de evaluación los sujetos se presentaron a PROCESA durante cuatro días no consecutivos para la realización de la fase experimental. La medición en determinado ergómetro o intensidad será establecida de manera aleatoria para cada uno de los sujetos.

Los sujetos se presentaron a las instalaciones de PROCESA 10 min antes de su cita, donde se les tomó la frecuencia cardíaca y la presión arterial (Anexo 12), antes de trabajar en el ergómetro y la intensidad establecidos para ese día, por un periodo determinado de 20 min. Finalizada la prueba se realizaron tres pos- evaluaciones la primera al finalizar la prueba, la segunda a los 30 minutos y la tercera 1 hora después.

Con base a las mediciones obtenidas se aplicaron las fórmulas para la determinación de la presión arterial sistólica y diastólica, de la presión arterial media, de la presión de pulso y la del doble producto (Anexo 13).

Intensidad al 40%	Intensidad al 60%
A, X1, F, 30 min, 1h	A, X1, F, 30 min, 1h
A, X2, F, 30 min, 1h.	A, X2, F, 30 min, 1h.

A: pre-evaluación (5 minutos antes del ejercicio)

F: post-evaluación (Al finalizar el ejercicio en el ergómetro)

30 min: post-evaluación (30 minutos después de finalizar el ejercicio).

1h: post-evaluación (1 hora después de finalizar el ejercicio).

X1: cicloergómetro

X2: banda sin fin.

Análisis estadístico:

Para el análisis de los datos obtenidos se utilizó el paquete estadístico SSPS versión 13.0 para Windows; donde se aplicó un tratamiento de estadística descriptiva (frecuencia absoluta, y relativa, desviación estándar y promedios) de cada variable dependiente, según medición, condición y prueba. Además, como estadística inferencial se aplicó el análisis de varianza de medidas repetidas de tres vías (intensidad-40% y 60% - x - máquina-cicloergómetro y banda sin fin- x - mediciones-pre y post), para la determinación de los efectos agudos en cada una de las variables dependientes. Se usó el análisis post hot de efectos simples y de interacciones simples y el de Bonferroni, según fue necesario.

Capítulo IV

RESULTADOS

En el siguiente capítulo se dan a conocer los resultados del estudio donde, primero se realizara un análisis grupal el cual determinara si existen diferencias significativas entre los grupos dependiendo de las variables (intensidad de trabajo, momento de medición y ergómetro), y después el análisis por casos. Las estadísticas descriptivas de estos análisis se encuentran basados en la comparación de las intensidades de trabajo, los momentos de medición del ejercicio y el equipo (ergómetro) que se utilizó dependiendo del día de trabajo, comparando primero la presión arterial sistólica, presión arterial diastólica, presión arterial media, presión de pulso y finalizando con el doble producto.

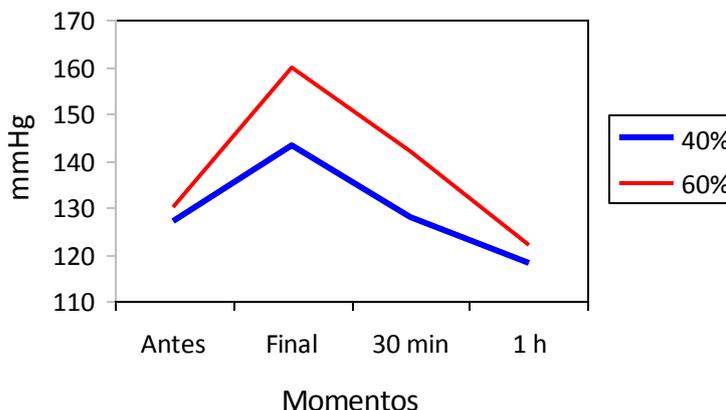
Tabla 2. Resumen de análisis de varianza de tres vías con medidas repetidas en los tres factores (momento de medición, intensidad y ergómetro) aplicado para los datos de la variable presión arterial sistólica medida en cuatro sujetos sedentarios hipertensos esenciales no farmacodependientes.

Fuente	F	Significación
Momento	27,976	<1X10⁻³**
Intensidad	4,920	0,113
Equipo	0,251	0,651
Momento * intensidad	6,710	0,011*
Momento * equipo	0,988	0,441
Intensidad * equipo	1,398	0,322
Momento * intensidad * equipo	0,294	0,829

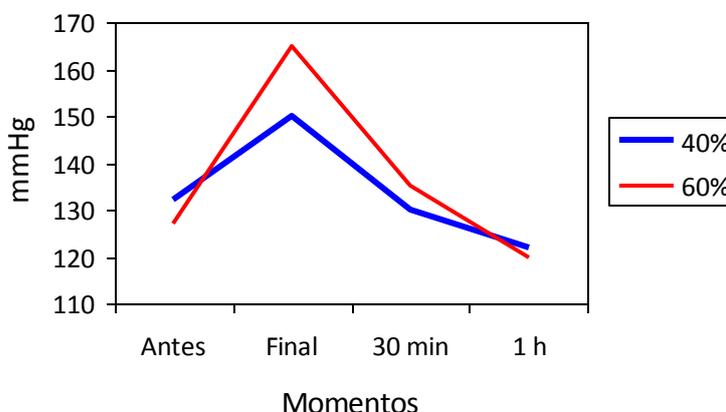
*Existe efecto significativo a estos niveles: *p<0,05 **p<0,01*

Gráfico 1. Resumen de promedios de Presión Arterial Sistólica medida en cuatro sujetos sedentarios hipertensos esenciales no farmacodependientes, en dos diferentes intensidades de ejercicio, en dos ergómetros distintos y en cuatro momentos.

BANDA 1.1



CICLOERGOMETRO 1.2



Con base a los resultados del análisis de varianza tal como se ilustra en los gráficos 1.1 y 1.2, la Presión Arterial Sistólica tuvo un patrón similar entre momentos de medición e intensidades, en los dos ergómetros, pues como se aprecia en el gráfico 1.1 y 1.2, la interacción entre momentos e intensidades, fue la misma en ambos equipos (además, en la tabla 2 se muestra que no existió interacción significativa entre mediciones o intensidades con los equipos). Solo se presentó interacción significativa entre momentos e intensidades, independientemente del equipo que se usase.

Lo anterior se interpreta como que la Presión Arterial Sistólica presentó un comportamiento entre los momentos de medición, diferente entre las dos intensidades de ejercicio (40 y 60%), pero no existió diferencias en el comportamiento que presentó la Presión Arterial Sistólica entre las mediciones, en función del tipo de equipo (banda y cicloergometro). Se aplicó el análisis post hoc de efectos simples a los resultados de la interacción. El análisis de efectos simples mostró que en ambas intensidades hubo efectos significativos de los momentos de medición.

También se encontró que hubo efecto significativo de las intensidades solamente en la medición realizada al final del ejercicio. Esto significa que solo existe diferencias significativas en la Presión Arterial Sistólica entre las dos intensidades, en el momento final del ejercicio y en los otros tres momentos no existió diferencias en la presión medida en las dos intensidades. Es decir que la presión arterial sistólica se incremento significativamente mas en el momento final de ejercicio, cuando se trabajo al 60%.

Además, se aplicó el análisis post hoc de Tukey, para analizar las diferencias entre los momentos de medición en cada intensidad, extendiéndose así los efectos simples significativos que se encontraron en ambas intensidades sobre los momentos de medición. El post hoc mencionado mostró que cuando los sujetos se ejercitaban al 40% de intensidad, ocurrió un aumento significativo de la presión arterial sistólica al final del ejercicio, pero hubo una disminución significativa de esa presión entre el final del ejercicio y 30 min. después y también se encontró disminución significativas entre la presión sistólica al final del ejercicio y la medida una hora después, pero no hubo diferencias entre la presión medida a los 30 min y la media una hora después del ejercicio. Es decir que cuando los sujetos trabajaron a un 40% de intensidad independientemente de cual fuera el equipo que utilizaron, aumentaban significativamente su presión arterial sistólica al final del ejercicio pero lograban disminuir esa presión significativamente 30 min. después y lograban mantener esa presión a ese nivel una hora después del ejercicio.

Con respecto al ejercicio realizado al 60% de intensidad, el post hoc de Tukey mostró que existió aumento significativo de la presión sistólica al final del ejercicio, pero 30 min.

después la presión había disminuido significativamente y entre los 30 min. y una hora posterior al ejercicio, la presión sistólica volvió a disminuir significativamente.

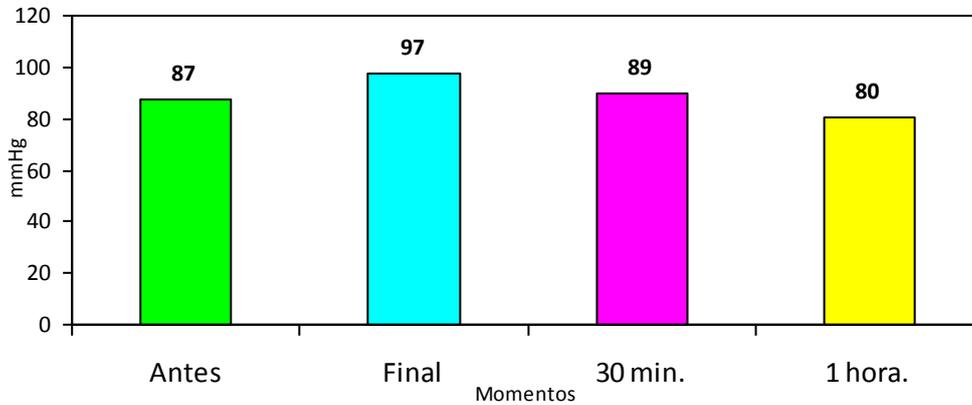
Por tanto, en ambas intensidades (40 y 60%) de ejercicio la presión sistólica presenta aumentos significativos inmediatamente después del ejercicio, pero 30 min. Después, se presenta disminución significativa de esa presión arterial, llegándose a alcanzar los mismos niveles de presión sistólica que se tenían antes del ejercicio, pero a partir de los 30 min. posteriores a la realización del ejercicio se aprecia un comportamiento diferente en la presión arterial sistólica, según la intensidad que se hubiese aplicado, pues cuando se trabajaba al 40% la presión arterial alcanzada a los 30 min. posteriores al ejercicio se mantenía estable hasta completar 1 hora después del ejercicio, mientras que cuando se ejercitaron los sujetos al 60% de intensidad, entre los 30 min. y una hora después del ejercicio la presión arterial sistólica seguía disminuyendo significativamente aunque, el nivel alcanzado una hora después del ejercicio no difería significativamente de la presión sistólica medida antes de ejercitarse.

Tabla 4. Resumen de análisis de varianza de tres vías con medidas repetidas en los tres factores (momento de medición, intensidad y ergómetro) aplicado para los datos de la variable presión arterial diastólica medida en cuatro sujetos sedentarios hipertensos esenciales no farmacodependientes.

Fuente	F	Significación
Momento	12,121	0,002**
Intensidad	23,905	0,016*
Equipo	11,533	0,043*
Momento * intensidad	1,596	0,258
Momento * equipo	1,977	0,188
Intensidad * equipo	3,155	0,174
Momento * intensidad * equipo	0,857	0,498

*Existe efecto significativo a estos niveles: * $p < 0,05$ ** $p < 0,01$*

Gráfico 2. Resumen de promedios de la Presión Arterial Diastólica medida en cuatro sujetos hipertensos esenciales no farmacodependientes, en dos diferentes intensidades de ejercicio, en dos ergómetros distintos y en cuatro momentos



Como se aprecia en la tabla 4, no existieron interacciones significativas en el caso de la presión arterial diastólica. Esto quiere decir que de existir un efecto del ejercicio este debería de manifestarse de forma similar independientemente del equipo o intensidad que se aplique. Esto puede comprobarse en los demás resultados de la tabla 4 donde se aprecia que hubo efectos significativos del equipo, de la intensidad y de los momentos de medición. Según estos resultados, la presión arterial diastólica tuvo un promedio significativamente mas alto cuando se trabajaba a una intensidad del 60% en comparación con la intensidad del 40%, independientemente del aparato que se usara para el ejercicio. Además estos resultados indican que la presión arterial diastólica en promedio se mantuvo significativamente más alta cuando se realizaba el ejercicio en banda independientemente de la intensidad. Finalmente para determinar entre cuales momentos de medición existió diferencias significativas, se aplico el análisis post hoc de Tukey.

El post hoc mostró que independientemente de cual fuera el aparato que se usase e independientemente de la intensidad del ejercicio, la presión arterial diastólica aumento significativamente inmediatamente después de la sección de ejercicio pero entre este momento y 30min después del ejercicio, la presión disminuyo significativamente, alcanzando niveles estadísticamente similares a los de la presión diastólica que se tenia antes de empezar el ejercicio. Además se encontró que entre 30min y una hora después del ejercicio la presión volvió a disminuir significativamente llegando a alcanzar en este punto un nivel

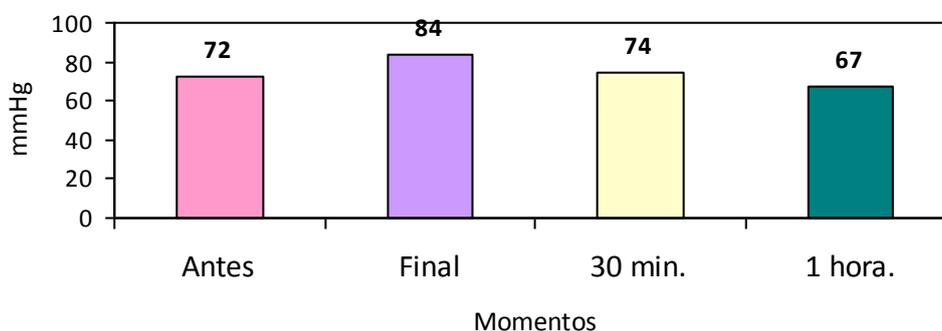
significativamente más bajo que el que tenía la presión diastólica antes del ejercicio (Ver Gráfico 2).

Tabla 6. Resumen de análisis de varianza de tres vías con medidas repetidas en los tres factores (momento de medición, intensidad y ergómetro) aplicado para los datos de la variable presión arterial media medida en cuatro sujetos sedentarios hipertensos esenciales no farmacodependientes.

Efecto	F	Significación
Momento	22,787	<1X10⁻³**
Intensidad	11,222	0,044*
Equipo	2,110	0,242
Momento * intensidad	3,873	0,050
Momento * equipo	1,788	0,219
Intensidad * equipo	2,983	0,183
Momento * intensidad * equipo	0,548	0,662

*Existe efecto significativo a estos niveles: *p<0,05 **p<0,01*

Gráfico 3. Resumen de promedios de la Presión Arterial Media medida en cuatro sujetos hipertensos esenciales no farmacodependientes, en dos diferentes intensidades de ejercicio, en dos ergómetros distintos y en cuatro momentos



Como se aprecia en la tabla 6, no existieron interacciones significativas en el caso de la presión arterial media. Esto quiere decir que de existir un efecto del ejercicio este debería de manifestarse de forma similar independientemente del equipo o intensidad que se aplique.

Esto puede comprobarse en los demás resultados de la tabla 6 donde se aprecia que hubo efectos significativos de la intensidad y de los momentos de medición. Según estos resultados, la presión arterial media tuvo un promedio significativamente más alto cuando se trabajaba a una intensidad del 60% en comparación con la intensidad del 40%, independientemente del aparato que se usara para el ejercicio.

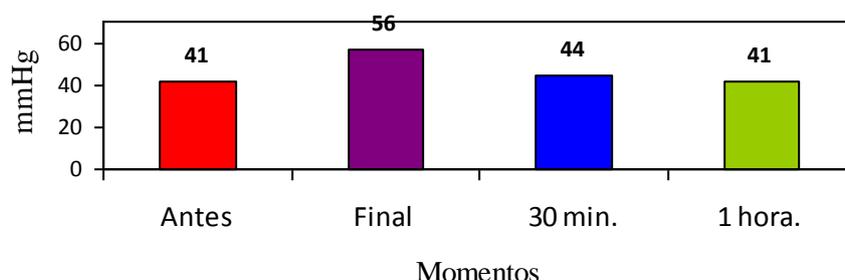
Finalmente para determinar entre cuales momentos de medición existió diferencias significativas, se aplicó el análisis post hoc de Tukey. El post hoc mostro que independientemente de cual fuera el aparato que se usase e independientemente de la intensidad del ejercicio, la presión arterial media aumento significativamente inmediatamente después de la sesión de ejercicio pero entre este momento y 30 min. después del ejercicio, la presión disminuyo significativamente, alcanzando niveles estadísticamente similares a los de la presión media que se tenia antes de empezar el ejercicio. Además se encontró que entre 30min y una hora después del ejercicio la presión volvió a disminuir significativamente llegando a alcanzar en este punto un nivel significativamente más bajo que el que tenía la presión media antes del ejercicio (Ver Gráfico3).

Tabla 8. Resumen de análisis de varianza de tres vías con medidas repetidas en los tres factores (momento de medición, intensidad y ergómetro) aplicado para los datos de la variable presión pulso medida en cuatro sujetos sedentarios hipertensos esenciales no farmacodependientes.

Efecto	F	Significación
Momento	19,998	<1X10 ⁻³ **
Intensidad	1,014	0,388
Equipo	3,352	0,165
Momento * intensidad	1,605	0,256
Momento * equipo	0,310	0,818
Intensidad * equipo	0,002	0,969
Momento * intensidad * equipo	0,241	0,865

*Existe efecto significativo a estos niveles: *p<0,05 **p<0,01*

Gráfico 4. Resumen de promedios de la Presión Pulso medida en cuatro sujetos hipertensos esenciales no farmacodependientes en dos diferentes intensidades de ejercicio, en dos ergómetros distintos y en cuatro momentos



Como se aprecia en la tabla 8 solo se encontró efectos significativo de los momentos de medición, sobre la presión pulso. El post hoc de Tukey mostro que existieron aumentos significativos de la presión pulso inmediatamente después del ejercicio, pero entre ese momento y 30min después del ejercicio la presión pulso disminuyo significativamente y esto mismo ocurrió entre 30 min después del ejercicio y una hora después. No obstante la presión pulso alcanzada a los 30 min y a la hora después del ejercicio, era estadísticamente similar a la presión pulso que se tenía antes del ejercicio (Ver Gráfico 4).

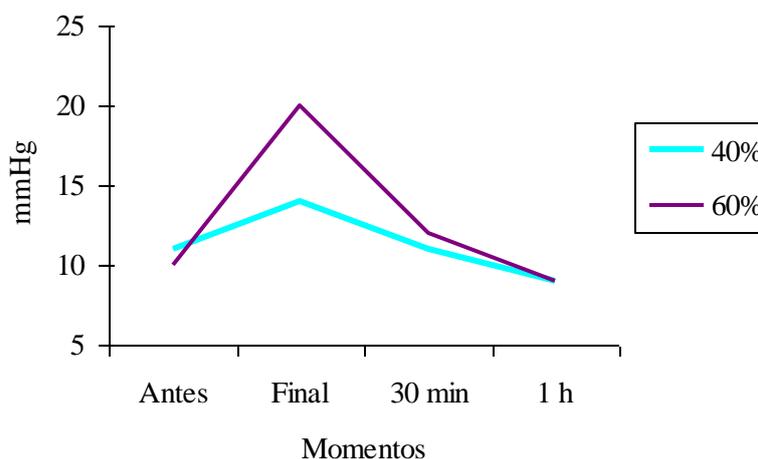
Tabla 10. Resumen de análisis de varianza de tres vías con medidas repetidas en los tres factores (momento de medición, intensidad y ergómetro) aplicado para los datos de la variable doble producto medida en cuatro sujetos sedentarios hipertensos esenciales no farmacodependientes.

Efecto	F	Significación
Momento	43,373	<1X10⁻³**
Intensidad	72,562	0,003**
Equipos	0,310	0,617
Momento * intensidad	46,797	<1X10⁻³**
Momento * equipos	0,401	0,756
Intensidad * equipos	0,000	0,984
Momento * intensidad * equipos	1,894	0,201

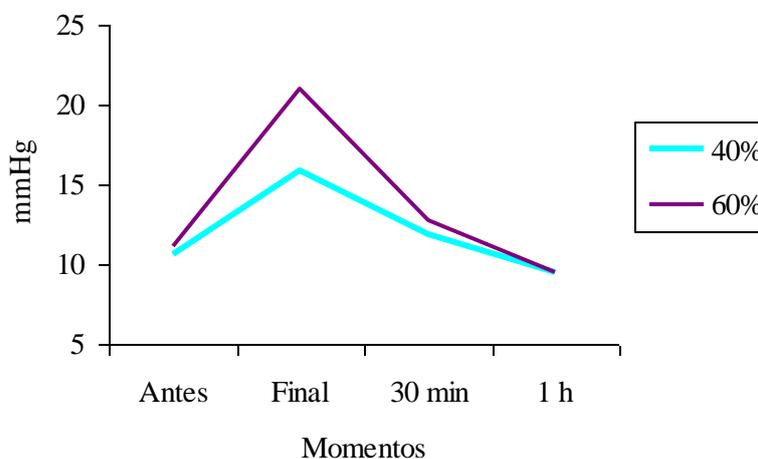
*Existe efecto significativo a estos niveles: *p<0,05 **p<0,01*

Gráfico 5. Resumen de promedios del Doble Producto medida en cuatro sujetos sedentarios hipertensos esenciales no farmacodependientes en dos diferentes intensidades de ejercicio, en dos ergómetros distintos y en cuatro momentos.

CICLOERGOMETRO 5.1



BANDA 5.2



Como se aprecia en la tabla 10 y en los gráficos 5.1 y 5.2, existió interacción significativa entre intensidades y momentos de medición. Esto quiere decir que el doble producto presentó un comportamiento entre los cuatro momentos de medición que fue diferente según la intensidad con la que se realizara el ejercicio. Al no existir interacción significativa entre mediciones, intensidades y equipo (aspecto que se ilustra en los gráficos

5.1 5.2), esto quiere decir que el comportamiento ya mencionado del doble producto entre mediciones e intensidades, fue similar tanto con banda como con cicloergómetro (nótese en los gráficos 5.1 y 5.2, como la interacción de mediciones e intensidad tiene la misma figura en los dos equipos). El análisis post hoc de efectos simples que se aplicó mostró efectos simples significativos de los momentos de medición a la intensidad del 40%, de los momentos de medición a la intensidad del 60% y de las intensidades en el momento final de la medición.

Se aplicó el post hoc de Tukey para profundizar el análisis de las diferencias entre los momentos de medición al 40% de intensidad y también al 60% de intensidad. En síntesis, de estos procedimientos surgió como resultado que el doble producto fue significativamente superior al 60% de intensidad en comparación con el doble producto alcanzado cuando se hizo el ejercicio al 40%, pero esta diferencia solo se observó en el momento final de la medición (inmediatamente después de haber terminado del ejercicio) por lo que en los otros tres momentos de medición no existió diferencias en el doble producto de ambas intensidades.

Otro aspecto importante de los resultados fue que el doble producto aumentó significativamente inmediatamente después del ejercicio, pero disminuyó significativamente entre ese momento y 30min después del ejercicio y lo mismo sucedió entre 30 min y 1 hora después de haber terminado el ejercicio y en este momento, el doble producto alcanzó un valor significativamente inferior del que tenía antes de iniciar el ejercicio.

Capítulo V

DISCUSIÓN

En este capítulo se dará a conocer las relaciones existentes entre los resultados obtenidos en la investigación con la literatura recopilada, para determinar si existen cambios significativos entre las variables investigadas.

Como se determinó en la investigación, la presión arterial sistólica aumentó al finalizar el ejercicio. Sin embargo, cuando se trabajó a un 60% de intensidad fue significativamente más alta que cuando se trabajó a un 40% de intensidad sin importar el tipo de ergómetro que se utilizase, esto quiere decir que cuando se trabajó a un 60% de la intensidad del ejercicio la presión arterial sistólica fue significativamente más alta que cuando se trabajó a un 40%. Esto se debe según Wilmore y Costil (1999), y Ganong (2000) a que cuando se hace ejercicio la frecuencia cardiaca aumenta rápidamente proporcionalmente a la intensidad del ejercicio, produciéndose así un aumento directamente en la frecuencia cardiaca cuando incrementamos la intensidad del ejercicio, dándose algunos cambios fisiológicos como el aumento del volumen sistólico por encima de los valores de reposo durante el ejercicio dado por el grado de estiramiento de los ventrículos, los cuales a una mayor intensidad de trabajo se contraerán con mayor fuerza demandando más oxígeno. Lo que quiere dar a entender que a mayor intensidad del trabajo también aumentará la frecuencia cardiaca y por ende la presión arterial sistólica la cual presentará un aumento significativo del consumo de oxígeno. Sin embargo los resultados obtenidos en la investigación arrojan que la presión arterial sistólica disminuye 30 min. después del ejercicio alcanzando los mismos niveles que presentaba antes del ejercicio y una hora después de finalizado el ejercicio la presión disminuyó presentándose mejorías significativas. Lo que quiere decir que si un hipertenso esencial sedentario trabaja a un 60 o 40% de intensidad se dan los mismos resultados. Sin embargo, Kesaniemi y col. (2001), comentan que el entrenamiento con intensidades menores como del 50% son más efectivos para disminuir la presión arterial y que el entrenamiento a intensidades más altas no brinda beneficio adicional. Por otro lado Tashiro y col. (1993), trabajaron con hipertensos en intensidades entre los 50-75%VO₂ máx. y no encontraron diferencias de acuerdo a esas intensidades. No obstante, Taylor-Tolbert, Dengel y

Brown (2000) determinaron que existe una disminución de la presión arterial sistólica y diastólica cuando se trabaja a un 70% del VO_2 máx. o sea a intensidades altas.

La presión arterial diastólica presentó un aumento conforme la persona pasó de un estado de reposo a un estado de actividad o ejercicio físico. Sin embargo se pudo observar que cuando se trabajó en banda o en cicloergómetro los resultados fueron similares presentándose el mismo aumento de la presión arterial diastólica sin importar la intensidad en que se trabajó. Rogers y col. (1996), indican que el ejercicio en banda sin fin provoca una disminución de la presión diastólica a intensidades bajas. No obstante, Moreira y col. (1999) determinan que existe una disminución significativa de la presión arterial diastólica a intensidades altas y trabajando en un cicloergómetro. Sin embargo, los sujetos sedentarios hipertensos no farmacodependientes presentaron efectos al ejercicio similares independientemente del ergómetro o intensidad que se aplicara. Donde, entre los momentos de medición la presión arterial diastólica aumentó después de la sesión del ejercicio pero entre este momento y 30 min. después la presión disminuyó alcanzando niveles similares a los que tenía antes de empezar el ejercicio. Además entre los 30 min. y 1 hora después de finalizar el ejercicio esta presión disminuyó alcanzando niveles más bajos que los que tenía antes de ejercitarse. Se debe recordar que el corazón esta más tiempo en diástole que en sístole por lo que las arterias experimentan presiones diastólicas más prolongadas que las sistólicas, dándose así mejoras en la tensión arterial producto de la dilatación de los vasos sanguíneos (Wilmore y Costil 1999).

Con lo que respecta a la presión media se puede encontrar que esta sigue el mismo patrón con respecto a los resultados anteriores conforme a su intensidad de trabajo y ergómetro, dándose respuestas solo en los momentos de medición. Donde la presión media aumenta con el ejercicio llegando a niveles superiores al finalizar este, la cual 30 min. después disminuye alcanzando valores similares a las que tenía antes de ejercitarse y una hora después del ejercicio esta presión disminuyó alcanzando niveles más bajos que los que tenía antes del ejercicio.

La presión pulso es la onda de presión que viaja a lo largo de las arterias, cuando la sangre es forzada hacia la aorta durante la sístole. Esta presión también se involucra significativamente cuando se habla de la tensión arterial, sin embargo esta solo sufre

alteraciones significativas en el momento de la medición, la cual disminuye 30 min. después alcanzando valores similares a las que tenía antes de ejercitarse y una hora después del ejercicio pero esta no presenta disminuciones de la presión pulso que se tenía antes de la ejecución del ejercicio.

En el doble producto uno de los parámetros o factores principales es la frecuencia cardíaca, la cual refleja la intensidad del esfuerzo que debe de hacer el corazón para satisfacer la demanda incrementada del cuerpo cuando está inmerso en una actividad (Wilmore y Costil, 1999). Los resultados obtenidos en esta variable determinaron que el doble producto aumentó al finalizar el ejercicio más cuando se trabajaba a niveles de intensidad superiores sin importar el tipo de ergómetro que se utilizase, esto quiere decir que cuando se trabajo a un 60% de la intensidad del ejercicio el doble producto fue significativamente más alto que cuando se trabajo a un 40% en la momento final del ejercicio. Sin embargo, el doble producto disminuyo 30 min. después de finalizado el ejercicio alcanzando niveles similares a los que tenía antes de la prueba. Además entre los 30 min. y una hora de finalizado el ejercicio esta presión disminuyo alcanzando niveles más bajos que los que tenía antes de ejercitarse.

Capítulo VI

CONCLUSIONES

Se ha determinado en esta investigación que la respuesta aguda dada en las variables presión arterial sistólica y diastólica, presión arterial media, presión de pulso y doble producto, cuando son tratadas con población especial en este caso personas sedentarias hipertensas esenciales no fármaco dependiente, al trabajar a intensidades del 40 y 60% del VO_2 máx. presentaron repuestas significativas al ejercicio para las dos intensidades comparadas a las que se tenían antes de ejercitarse. Por lo cual las personas con hipertensión arterial esencial pueden realizar ejercicio independientemente de las dos intensidades de trabajo (40 y 60% del VO_2 máx.) obteniendo los mismos beneficios.

Así mismo, cuando se midió la respuesta aguda de las variables presión arterial sistólica y diastólica, presión arterial media, presión de pulso y doble producto para los ergómetros se obtuvo que al trabajar en banda sin fin o en cicloergómetro los sujetos presentaron respuestas significativas similares, por lo que se puede aportar, que los sujetos con hipertensión esencial pueden ejercitarse en la banda sin fin o el cicloergómetro obteniendo los mismos beneficios.

Al comparar la respuesta aguda de las variables presión arterial sistólica y diastólica, presión arterial media, presión de pulso y doble producto entre ergómetros e intensidades se obtuvo como resultado que indiferentemente del ergómetro o la intensidad que se les aplicó en dicha evaluación los sujetos hipertensos esenciales no fármaco dependiente presentaron respuestas agudas significativas al ejercicio.

Por lo que se puede concluir que el ejercicio físico a intensidades del 40 y 60% del VO_2 máx. y en banda sin fin o cicloergómetro presentan beneficios fisiológicos como respuesta aguda al ejercicio cuando es tratado con personas sedentarias hipertensas esenciales no fármaco dependientes por lo que puede ser utilizado como tratamiento y prescripción para esta patología.

Se puede mencionar como dato importante que esta es la única investigación que presenta tantas variables a determinar, así también que pocas investigaciones han aplicado dos ergómetros para sus mediciones. Se da también la insuficiencia de investigaciones que compararen ejercicios físicos como por ejemplo nadar y caminar.

Capítulo VII

RECOMENDACIONES

Tomando en cuenta lo investigado se puede afirmar que el ejercicio físico en personas sedentarias hipertensas no farmacodependientes es recomendado cuando se trabaja a intensidades del 40 o 60% del VO_2 máx., y cuando el ejercicio se realiza soportando el peso del cuerpo (caminar en una banda sin fin), o cuando no se soporta el peso del cuerpo (pedalear en un cicloergómetro). Pues se conoce que el ejercicio tiene un efecto positivo sobre la salud, es un elemento preventivo y de tratamiento para personas que presentan esta patología, así mismo, también se recomienda para este tipo de población mejorar la ingesta de alimentos y por ende su estilo de vida.

La investigación proporciona un aporte a la prescripción del ejercicio para sujetos sedentarios con hipertensión arterial no farmacodependientes, se recomienda profundizar en esta línea con el fin de determinar si la respuesta aguda sería mejor al haber una post-evaluación al transcurso de un mayor tiempo o si se trabajara en intensidades mayores, o si con la utilización de otros ergómetros o medios se obtienen mejores resultados, dándose así la necesidad de desarrollar más investigaciones en esta área.

Se da la necesidad de promover la participación de profesionales preparados que concientizen sobre las causas y efectos de la hipertensión, prescribiendo ejercicios que contribuyan a retardar la aparición de esta patología o mejorar su estilo de vida en las ya diagnosticadas.

BIBLIOGRAFÍA

- American Collage of Sport Medicine. ACSM. (2000). *Manual de consulta para el control y prescripción del ejercicio*. Barcelona España. Editorial Paidrotivo.
- American Collage of Sport Medicine. ACSM. (2000). *Manual para la valoración y prescripción del ejercicio*. Barcelona España. Editorial Paidrotivo.
- Aragón, L y Fernández A (1995). *Fisiología del ejercicio: respuestas, entrenamiento y medición*. San José. CR. Editorial de la Universidad de Costa Rica.
- Arguedas, C. (1981). *Manual de hipertensión arterial*. Costa Rica; San José: Binass Hospital México.
- Arias, S. (2003). *Cambios de la presión arterial y la condición física en mujeres hipertensas mayores de 40 años inducidos por el plan de acondicionamiento físico de bajo impacto*. Tesis de licenciatura en educación física. Facultad Ciencias de la Salud, UNA. Heredia, C. R.:C. Conejo CH
- Astrand, P. (1992). *Fisiología del trabajo físico*. 3era. Buenos Aires. Editorial Médica Panamericana.
- Berne, R y Levy M. (1998). *Fisiología*. Harcourt Brace. Madrid, España.
- Braith, R. W., M. L. Pollock, D. T. Lowenthal, J. E. Graves, and M. C. Limacher (1994). *Moderate- and high-intensity exercise lowers blood pressure in normotensive subjects 60 to 79 years of age*. Am. J. Cardiol. 73:1124-1128.
- Brownley, K. A., S. G. West, A. L. Hinderliter. and K. C. Light. (1996). *Acute aerobic exercise reduces ambulatory blood pressure in borderline hypertensive men and women*. Am.J. Hypertens. 9:200-206.
- Buendía, J. (1998). *Estrés laboral y salud*. Madrid, España. Editorial biblioteca nueva S.L.
- Campos, C. (1999) *Respuestas y adaptaciones de la presión arterial y frecuencia cardiaca en personas mayores de 60 años posteriormente a la realización de ejercicios con pesas a diferentes intensidades*. . FaltUCR
- Camiaña, F; Cancela, J; y Romo, V. (2001). *La prescripción del ejercicio para personas mayores. Valores normativos de la condición física*. Internacional Médica de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. 2, Junio.
- Cardoso CG Jr, Gomides RS, Queiroz AC, Pinto LG, da Silveira Lobo F, Tinucci T, Mion D Jr, de Moraes Forjaz CL. (2009). *Acute and Chronic Effects of Aerobic and Resistance Exercise on Ambulatory Blood Pressure*. Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo - São Paulo/SP, Brazil. Received August 19, 2009.

- CCSS Caja Costarricense del Seguro Social. (1999a) *Análisis cuantitativo de la situación de salud en Costa Rica*. CCSS, 1999. pág. 44.
- CCSS Caja Costarricense del Seguro Social. (1999b) *Cambios en la morbilidad y la mortalidad por edad y sexo en Costa Rica: 1987, 1992 y 1997*. Serie Estadísticas de la Salud N° 8B.
- CCSS Caja Costarricense del Seguro Social. (1999c) *Revisión de la mortalidad costarricense. Comportamiento reciente 1990 – 1999*. San José: Publicación de la Dirección actuarial de la CCSS.
- Chávez, I. (1987). *Hipertensión arterial esencial*. Tomo 1. México: Grossier. S.A.
- Ciolac EG, Bocchi EA, Bortolotto LA, Carvalho VO, Greve JM, Guimarães GV. (2010). *Effects of high-intensity aerobic interval training vs moderate exercise on hemodynamic metabolic and neuro-humoral abnormalities of young normotensive women at high familial risk for hypertension*. Heart Institute do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, São Paulo, Brazil. egciolac@hcnet.usp.br. *Hypertens Res*. 2010 Aug; 33(8):836-43. Epub 2010 May 7
- Ciolac EG, Guimaraes GV, D'Avila VM, Bortolotto LA, Doria EL, Bocchi EA. (2008). *Acute Aerobic Exercise Reduces 24-H Ambulatory Blood Pressure Levels in Long-Term-Treated Hypertensive Patients*. Hospital das Clínicas da FMUSP. Hospital Universitário, Universidade de São Paulo - São Paulo/SP, Brazil. Email: egciolac@hcnet.usp.br.
- De Souza Nery S, Gomides RS, da Silva GV, de Moraes Forjaz CL, Mion D Jr, Tinucci T. (2010) *Intra-Arterial Blood Pressure Response in Hypertensive Subjects during Low- and High-Intensity Resistance Exercise*. Facultad de Medicina de la Universidad de São Paulo - São Paulo/SP, Brazil ttinucci@usp.br.
- Duncan. J. J., N. F. Gordon, and C. B. Scott (1991). *Women walking for Elath and fitness: How much is enough?* *JAMA* 266: 3295- 3299, 1991.
- Fauci, A. (1998) *Principios de medicina interna* McGraw-Hill. España. Volumen 1 14ed
- Forjaz, C. L., Y. Matsudaira, F. B. Rodriguez, N. Nunes, and C. E. Negro. (1998). *Post-exercise changes in blood pressure, heart rate and rate pressure product at different exercise intensities in normotensive humans*. *Braz. J. Med. Biol. Res.* 31:1247-1255.
- Ganong, William F. (2000) *Fisiología medica*. Editorial Manual moderno, Bogota, Colombia.
- González Del Campo, P (2000) *Manual ACSM de medicina deportiva*. Editorial Paidrotivo. Barcelona, España.
- Guyton, A. y Hall, J. (1997) *Tratado de fisiología medica*. (9 N^a ed). México: Editorial MC Graw – Hill Interamericana.

- Hagberg, N., S. J. Montain, W. H. Martin, and M. A. Ehsane (1989). *Effect of exercise training in 60- to 69 years-old persons with essential hypertension*. Am. J. Cardiol. 64:348-353.
- Hall, V., Murillo, N., Quesada, M., Rocha, M y Rodríguez, E. (2001). *Hipertensión arterial. Fisiopatología y tratamiento*. Costa Rica: Centro de Información de Medicamentos. (CIMED).
- Howley, E. (2001). *Type of activity: resistance, aerobic and leisure versus occupational physical activity*. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. V33, N°6, June Supplement 2001.
- Howley, E. y Franks, D (1995) *Manual del técnico en salud y fitness*. Editorial Paidrotivo. Barcelona, España.
- Howley, E. (2001). *Type of activity: resistance, aerobic and leisure versus occupational physical activity*. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. Vo. 33. No. 6. (June) p. 364-369.
- Kang S y cols, (2010). *Relationship between arterial stiffness and diastolic heart failure early in the half light of the general population and elderly*. Center of Cardiology, Shanghai East Hospital, Tongji University, Jimo Road 150, Shanghai 200120, China.
- Kasaniemi, A., Danforth, E., Jensen, M., Kopelman, P., Lefevre, P. and Reeder B. (2001). *Dose- response issues concerning physical activity and health: an evidence- based symposium*. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. Vo. 33. No. 6. (June) p. 351-358.
- Kaul, J., J. Chratek, and J. Adamirova. (1966). *The hypotensive effect of physical activity*. In: *Prevention of Ischemic Heart Disease: Principles and Practice*, W. Rabb (Ed.). Springfield, IL: Charles C Thomas, pp. 359-371.
- Kinwell, B. A., G. Jennings (1993). *Effects of walking and other exercise programs upon blood pressure in normal subjects*. *Med. J. Austr.* 158:234-238.
- La Salud en la Ameritas (1998). *Enfermedades Cardiovasculares*. V1. Pag. 168-175.
- Lacy, M. y Troyo, P. (1999). *Hipertensión arterial sistemática*. México: Comunicaciones Científicas Mexicanas.
- López, J. (1998). *Fisiología del ejercicio*. Editorial Médica Panamericana. S.A. Madrid, España.
- Macdonald, J. (1999). *The effect of exercise intensity on postexercise hypotension*. *J. Hum. Hypertens.* 13:527-531.

- Manisty C, (2010). *Wave reflection in hypertension predicts cardiovascular events independently of blood pressure and other cardiovascular risk factors a sub study of ASCOT (ASCOT) (Anglo-Scandinavian cardiac outcome trial).* International Centre for Circulatory Health, Imperial College London & Imperial College Healthcare NHS Trust, London, United J Am Coll Cardiol. 2010 Jun 29;56(1):24-30.
- Marceau, M., Kouamé N, Lacourcière Y, Cléroux J. (1993). *Effects of different training intensities on 24hour blood pressure in hypertensive subjects.* Circulation 88:2803-2811.
- Matsusaki, M., M. Ikeda, E Tashiro (1992). *Influence of work load on the antihypertensive effect of exercise.* Clin. Exp. Pharmacol. Physiol. 19:471-479.
- Mazorra, R. (1984). *Actividad Física y salud.* Ciudad de Haban, Cuba. Editorial Científico - técnico
- Moreira, W. D., F. D. Fuchs, J. P. Riveiro, and L. J. Appel. (1999). *The effects of two aerobic training intensities on ambulatory blood pressure in hypertensive patients: results of randomized trial.* J. Clin. Epidemiol. 52:637-642,
- OPS Organización Panamericana de la Salud, (1998). *La Salud en las Americas.* Edición de 1998 Washington. D.C.: OPS, 1998-2v. (OPS. Publicación Científica; 569) volumen 1 pág 168.
- OPS Organización Panamericana de la Salud, (1998). *Prevención clínica guía para médicos.* Washington, U.S.A. Publicaciones científicas, D.C.O.P.S.
- OPS Organización Panamericana de la Salud, (2002). *Actividad Física Regular para una Salud Mejor.* Programa de alimentación y Nutrición/División y Protección de la Salud.
- OPS Organización Panamericana de la Salud, (2008) *Situación de la Salud en Costa Rica.* Indicadores básicos 2008.
- Paffenbarger, R., Hyde, R., Wing, A., Lee, M., Jung, D., y Kampert, J: (1985) *The association of changes in physical activity level and other lifetyle characteristics with mortality among men.* The new England journal of medicine. 28:538-545.
- Passwater, R. (1982) *Corazones fuertes: Como rejuvenecer su corazón.* Tr. Esteban Rimbau Sauri. The dial press, New York:
- Peralta, H (1985). *Educación Física, Deporte y Recreación para personas en sillas de ruedas.* Col.: Géminis.
- Pérez, M. (1998). *Manual de la Psicología de la salud.* Madrid España. Editorial pirámide.
- Pescatello, L. S., A. E. Fargo, C. N. Leach, and H. H.Scherzer. (1991). *Shor-term effect of dynamic exercise on arterial blood pressure.* Circulation. 83:1557-1561.

- Pescatello, L. S., B.E. Miller, P. G. Danias, M., Werner, M.Hess, C. Baker, and M. J. de Souza. (1999). *Dynamic exercise normalizes resting blood pressure in mildly hypertensive premenopausal women*. Am. Heart J. 138:916-921.
- Quesada, R. (1999). *Tendencia de la mortalidad y medición de los años de vida potencialmente perdidos. 1990-1994-1999*. San José, Costa Rica. CCSS.
- Rogers, M. W.; M. M. Probst, J. J. Gruber, R. Berger, and J. B. Boone (1996). *Differential effects Of exercise intensity on blood pressure and cardiovascular responses tos tres in bordenline hypertensive humans*. *J. Hypertens.* 14:1369-1375.1996.
- Rojas, P. (2002) *Respuesta aguda a un esfuerzo aeróbico submáximo en la función hemodinámica del ventrículo izquierdo en mujeres en estado de eutiroidismo*. Tesis de licenciatura en educación física. Facultad Ciencias de la Salud, UNA. Heredia, C. R.:C. Conejo CH.
- Rose AJ, Berlowitz DR, Manze M, Orner MB, Kressin NR. (2009). *The comparison of measurement methods of treatment intensification in the care of*. Center for Health Quality, Outcomes, and Economic Research, Bedford VA Medical Center, Bedford, MA 01730, USA. adamrose@bu.edu. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes*. 2009 Jul;2(4):385-91. Epub 2009 Jun 16.
- Russell, R (1995). *Physical Activity and Public Health*. *JAMA*. 5,402-407.
- Salas, J. y Blanco, L. (2003). *Comparación de dos protocolos de ejercicio físico de rehabilitación cardiaca fase III, en el mejoramiento de la actitud física y el perfil bioquímica de pacientes con enfermedades coronarias*. Tesis de maestría en Salud integral y Movimiento Humano, UNA. Heredia, CR. :C. Conejo CH.
- Salvat, (1992) *Diccionario terminológico de ciencias medicas*. Barcelona España 13ª Editorial. Científica y técnicas S.A.
- Scher LM, Ferriolli E, Moriguti JC, Scher R, Lima NK. (2010) *The effect of different volumes of acute resistance exercise in elderly whit hypertension treated*. Lima NK. Department of Internal Medicine, Ribeirao Preto School of Medicine, University of Sao Paulo, Ribeirao Preto, Sao Paulo, Brazil. *J Strength Cond Res*. 2010 Jul 23.
- Shephard, Roy. (2001). *Absolute versus relative intensity of physical activity in a dose-response context*. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. Vo. 33. No. 6. (June) p. 400-418.
- Shreeve C, (1998). *La hipertensión*. Barcelona, España. Editorial Onire, S.A.
- Simões GC, Moreira SR, Kushnick MR, Simões HG, Campbell CS. (2010). *Exercise blood pressure reduction Postresistamce is influenced by exercise intensity in type -2 diabetic and nondiabetic indifucuals* Graduate Program on Physical Education and Health, Catholic University of Brasilia, Brasilia, Brazil. hgsimoes@gmail.com. *J Strength Cond Res*. 2010 May; 24(5):1277-84.

- Solís, F. (2005). *Complicaciones de la presión arterial alta afecta a 400.000 ticos*. La Nación. San José, C, R. 19 de febrero. Aldea 16A.
- Tashiro, E., S. Miura, M. Koga (1993). *Crossover comparison between the depressor effects of low and high work rate exercise in mild hypertension*. Clin. Exp. Pharmacol. Physiol. 20:689-696.
- Taylor-Tolbert, N. S., D. R. Dengel, M. D. Brown, (2000). *Ambulatory blood pressure after acute exercise in older men with essential hypertension*. Am. Hypertens. 13:44-51.
- Thompson, P. D., S. F. Crouse, B. Goodpaster, D. Kelley, N. Moyna, and L. Pescatello. (2001) *The acute versus the chronic response to exercise*. Medicine & Science in Sports & Exercise. Vo. 33. No. 6. (June) p. 438-445.
- Tortora, G. (1998). *Principios de Anatomía y fisiología*. Sétima Edición. Editorial: Harcourt Brace. Madrid, España.
- Wallace, J. P., P. Boogle, B. A King, J. B. Krasnoff, and C. A. Jastrenski. (1997). *A comparison of 24h average blood pressures and blood pressures load following exercise*. Am. J. Hypertens. 10:728-734.
- Wallace, J. P., P. Boogle, B. A King, J. B. Krasnoff, and C. A. Jastrenski. (1999) *The magnitude and duration of ambulatory blood pressure reduction following acute exercise*. J. Hum. Hypertens. 13:361-366.
- Wenger, N. (1996). *Preventive Coronary Interventions for women*. Medical Science Sports Exercise. 28 (1). 1-6.
- Williams, P. (1998) *Relationships of heart disease risk factors to exercise quantity and intensity*. Arch. Int. Med. 158:27-245.
- Wilmore y Costill, (1999). *Fisiología del esfuerzo y del deporte*. Barcelona, España. Editorial Paidrotivo
- Woodley, M. y Whelan, A. (1994). *Manual de terapéutica médica*. 8ed. México DF
- Wymgaarden, J. y Smith, L. (1991). *Cecil tratado de medicina interna*. (18ª ED). México: Nueva editorial interamericana: I. 368 – 376.
- Ziegler, E (1997). *Conocimientos actuales sobre nutrición*. 7ª edición Organización Panamericana de la Salud.

Anexos

Anexo 1

Doctor:
Pte.

Estimado Señor:

El motivo de la presente es solicitar por medio de sus buenas labores para que nos ayude en la elaboración de la investigación llamada “Respuesta aguda de la presión arterial sistólica y diastólica, presión arterial media, presión de pulso y doble producto en sujetos sedentarios con hipertensión primaria no farmacodependientes, cuando son sometidos a un trabajo aeróbico en dos diferentes intensidades y ergómetros”.

Donde nosotros Karen Yorleth Villalobos Acuña y Jeffry Roberto Urbina Espinoza estudiantes de Licenciatura en Salud de la Universidad Nacional, le pedimos nos ayude en la búsqueda de los pacientes necesarios para la elaboración y desarrollo de dicha investigación.

Agradeciéndole de antemano toda la atención y ayuda brindada nos despedimos.

.....
Karen Yorleth Villalobos Acuña

.....
Jeffry Roberto Urbina Espinoza

Anexo 2

M.Sc. Braulio Sánchez Ureña
Pte.

Estimado Señor:

El motivo de la presente es solicitar por medio de sus buenas labores para que nos ayude en la colaboración de la investigación llamada “Respuesta aguda de la presión arterial sistólica y diastólica, presión arterial media, presión de pulso y doble producto en sujetos sedentarios con hipertensión primaria no farmacodependientes, cuando son sometidos a un trabajo aeróbico en dos diferentes intensidades y ergómetros”.

Donde nosotros Karen Yorleth Villalobos Acuña y Jeffry Roberto Urbina Espinoza estudiantes de Licenciatura en Salud de la Universidad Nacional, le pedimos su autorización en la utilización de las instalaciones y equipos para el desarrollo de la investigación.

Agradeciéndole de antemano toda la atención y ayuda brindada nos despedimos.

.....
Karen Yorleth Villalobos Acuña

.....
Jeffry Roberto Urbina Espinoza

Anexo 3

Universidad Nacional
Facultad de Ciencias de la Salud
Escuela Ciencias del Deporte
Licenciatura con Énfasis en Salud

Consentimiento con conocimiento de causa

Yo _____ cedula, _____

Acepto participar como sujeto en el estudio, **RESPUESTA AGUDA DE LA PRESIÓN ARTERIAL SISTÓLICA Y DIASTÓLICA, PRESIÓN ARTERIAL MEDIA, PRESIÓN PULSO Y DOBLE PRODUCTO, EN SUJETOS SEDENTARIOS CON HIPERTENSIÓN PRIMARIA NO FARMACODEPENDIENTES, CUANDO SON SOMETIDOS A UN TRABAJO AERÓBICO EN DOS DIFERENTES INTENSIDADES Y ERGOMETROS.** A cargo de los Bachilleres Karen Villalobos Acuña cedula: 4-178-982 y Jeffry Urbina Espinoza, cedula: 6-294-487, estudiantes de la Universidad Nacional.

Doy fe de que conozco los objetivos y las responsabilidades que tengo para con esta investigación, los cuales se citan a continuación:

Objetivo general: Analizar la respuesta aguda de la presión arterial diastólica y sistólica, presión arterial media y presión de pulso, en sujetos sedentarios con hipertensión primaria, cuando son sometidos a trabajo aeróbico en dos diferentes intensidades y ergómetros

Responsabilidades:

- ❖ Asistir a las citas para la determinación el consumo máximo de oxígeno VO_2 máx.

Se me ha informado:

- ❖ Soy conciente de que en este estudio podré tener malestares musculares leves, al día siguiente de la evaluación.
- ❖ Mi participación será voluntaria y puedo retirarme del estudio en el momento que lo desee, sin sufrir ningún tipo de represalia.

Fecha: _____

Nombre: _____

Cedula: _____

Firma: _____

Anexo 4

PESO

DESCRIPCIÓN: Se define como la acción de la gravedad sobre la masa corporal. Se puede utilizar el término peso de una manera generalizada.

EQUIPO: Se pueden utilizar balanzas de plataforma con peso deslizables, electrónicas o las de baño. Es importante controlar la calibración. La apreciación mínima debe ser de medio kilogramo.

TÉCNICA DE MEDICIÓN:

- a. El sujeto debe pararse descalzo en el centro de la plataforma.
- b. Se debe de utilizar la menor cantidad de ropa.
- c. El sujeto no debe tener ningún contacto con objetos aledaños.
- d. Una vez adoptada la posición se efectúa la lectura.
- e. Se anota en la hoja de referencia individual.
- f. El dato puede ser leído y anotado en kilogramos o libras (Lohman, Roche y Martorell, 1988).

Anexo 5

TALLA

DESCRIPCIÓN: Es la distancia máxima entre la región plantar y el vértex, en un plano sagital (Lohman, Roche y Martorell, 1988).

EQUIPO: Se deben utilizar estadiómetros fijos o móviles, pero si no una cinta métrica a la pared.

TÉCNICA DE MEDICIÓN: Para este protocolo es de suma importancia la posición que adopte el sujeto.

- a. Descalzo con la menor ropa posible, para poder de esa manera observar todas las partes del cuerpo.
- b. La superficie sobre la que se coloca el sujeto debe ser plana y debe estar de forma perpendicular con respecto al estadiómetro.
- c. Los talones unidos tocando la superficie vertical donde está colocado el aparato.
- d. El peso del cuerpo debe estar distribuido uniformemente sobre los dos pies.
- e. Las escápulas, glúteos, talones y parte posterior del cráneo deben estar proyectados en el mismo plano vertical y en contacto con la pared.
- f. Después de adoptada y mantener la posición descrita, se baja el cursor del estadiómetro, se coloca firme sobre el vértex y se realiza la lectura.
- g. La lectura se realiza hasta el 0,5 cm. más cercano.

Anexo 6

PRUEBA DE ESFUERZO MÁXIMO

Para la realización de la prueba de esfuerzo se le dio al sujeto una cita en el laboratorio del programa ciencias del ejercicio y la salud, de la Universidad Nacional; se le indico la hora y se le dieron recomendaciones tales como el tiempo de la ultima ingesta de alimentos y el tipo de implementos deportivos con que debía presentarse.

Al sujeto se le colocaron los electrodos y se le explico en que consistía la prueba, con indicaciones tales como:

- ❖ Se le explico que es una prueba de esfuerzo
- ❖ Como cambia la velocidad y la pendiente.
- ❖ Como caminar en la banda sin fin, cual es la postura adecuada
- ❖ Como detener la banda en caso de emergencia
- ❖ Que se le estaría tomando la presión cada etapa.
- ❖ Que en el momento que tenga dolor, que sienta nauseas, que este mareado, entre otros que lo comunique a los evaluadores.

Para la realización de la prueba se utilizará el protocolo de Bruce. El esquema se presenta en el cuadro siguiente.

Esquema protocolo de Bruce.

Etapa	Velocidad (mph)	% Inclinación	Tiempo
I	1.7	10%	3
II	2.5	12%	3
III	3.4	14%	3
IV	4.2	16%	3
V	5	18%	3

(ACSM, 1999)

Anexo 7

DETERMINACIÓN DEL CONSUMO MÁXIMO DE OXIGENO

Para determinar el consumo máximo de oxígeno se utilizó la tabla del ACSM (1991), con la cual dependiendo del tiempo que duro en la prueba de esfuerzo se puede determinar los MET's requeridos y estos se multiplican por 3.5 que es el equivalente metabólico, es decir 1 MET,s = 3.5 ml/kg/min.

Cuadro de MET,s requeridos en la prueba de esfuerzo utilizando el protocolo de Bruce.

Protocolo de Bruce						
Etapa	MPH	%INCL	MIN	MET requeridos		
				Hombres	Mujeres	Cardiacos
I	1.7	10%	1	3.2	3.1	3.6
			2	4	3.9	4.3
			3	4.9	4.7	4.9
II	2.5	12%	4	5.7	5.4	5.6
			5	6.6	6.2	6.2
			6	7.4	7	7
III	3.4	14%	7	8.3	8	7.6
			8	9.1	8.6	8.3
			9	10	9.4	9
IV	4.2	16%	10	10.7	10.1	9.7
			11	11.6	10.9	10.4
			12	12.5	11.7	11
V	5	18%	13	13.3	12.5	11.7
			14	14.1	13.2	12.3
			15	15	14.1	13

Mph: Millas por hora; % INC: Porcentaje de inclinación; MIN: Minutos.

(ACSM, 1991)

Anexo 8

DETERMINACION DE LA VELOCIDAD PARA CAMINAR A UN 40% Y 60% DEL CONSUMO MÁXIMO DE OXIGENO

Para obtener por medio de una regla de tres cual es el 40% y 60% del consumo máximo de oxígeno.

Luego se determinara los metros por minutos con la siguiente formula del la ACSM (1999).

$((40\% \text{ Y } 60\% \text{ del consumó máximo de oxígeno} - 3.5) / (0.1 + (1.8 * (\text{pendiente} / 100)))$.

Con la velocidad en metros por minutos, se determinara la velocidad en Kilómetros con la siguiente formula del ACSM (1999).

$(\text{Metros por minutos} / 1000) * 60$

(ACSM, 1991)

Anexo 9

PROCEDIMIENTO GENERAL PARA LA PRUEBA DE ESFUERZO SUB MÁXIMO DE CAPACIDAD AERÓBICA SOBRE CICLOERGÓMETRO

Para la realización de la prueba de esfuerzo se le dará al sujeto el ciclo ergómetro en laboratorio del programa Ciencias del ejercicio y la salud de la Universidad Nacional, en donde se les indicara la hora de la prueba, recomendaciones y el tipo de implemento que deberán traer para la ejecución de la misma-

Al sujeto se le colocaran los electrodos y se les explicara en que consiste la prueba con indicaciones tales como:

1. La pruebas comenzara con un calentamiento de 2 a 3 minutos para el paciente se acostumbra a el ciclo ergómetro
2. Se le indicara que consiste en estadios de 3 minutos con un incremento apropiado de la intensidad de trabajo
3. Que debe tomársele la frecuencia cardiaca al menos dos veces
4. Que debe sentarse adecuadamente en el ciclo ergómetro
5. Que se le estará tomando la presión arterial en cada estadio.
6. Que la prueba finaliza cuando el individuo alcance el 85% de la FC máxima determinada para la edad que en el momento que presente dolor nauseas, mareos entre otros lo comuniquen a los evaluadores.

Protocolo de la YMCA con ciclo ergómetro

1 ^{er} estadio.	150 kg.m/min (0.5 kg)
--------------------------	--------------------------

	FC <80	FC 80-90	FC 90-100	FC >100
2 estadio	750 kg.m/min. (2,5 Kg.)	600 kg.m/min (2 kg)	450 kg.m/min (1,5 kg)	300 kg.m/min (1 kg)
3 estadio	900 kg.m/min (3 kg)	750 kg.m/min (2,5 kg)	600 kg.m/min (2kg)	450 kg.m/min
4 estadio	1.050 kg.m/min (3,5 kg)	900 kg.m/min (3 kg)	750 kg.m/min (2,5 kg)	600 kg.m/min (2 kg)

(ACSM, 1999)

Anexo 10

DETEERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD EN EL CICLOERGÓMETRO PARA TRABAJAR A UN 40% Y 60%DEL CONSUMO MÁXIMO DE OXÍGENO

Tasa de trabajo = Resistencia x Distancia (6m) x Cadencia

VO₂ máx = 1,8 x tasa de trabajo / Peso en Kg + 7

Anexo 11

PROTOCOLO PARA LA TOMA DE LA PRESIÓN ARTERIAL

- Sentar al sujeto.
- Colocar el brazo derecho en un ángulo de noventa grados, en una mesa que ha de tener preferiblemente una altura semejante a nivel de corazón.
- Colocar el brazalete en la parte del bíceps braquial, con los cables del esfigmomanómetro dos o tres dedos (2,5 cm) por encima del pliegue del codo, en la parte interna del brazo.
- Buscar el pulso en la parte interna del codo, en la arteria braquial, 1 cm. por debajo de la articulación del codo.
- Colocarse el estetoscopio y comprobar que sirva, ubicar la campana del estetoscopio sobre la arteria braquial.
- Colocar el marcador en el esfigmomanómetro o dárselo a la persona, de manera que se encuentre visible.
- Verificar que la salida de aire esté cerrada, luego presionar la pera entre 120 y 160 mm Hg.

Protocolo para la toma de la Presión Arterial

- Soltar el aire poco a poco, a un ritmo equivalente a 2 mmHg por cada latido de corazón, de esta manera entre más rápida sea la FC, más de prisa se deshincha. Es importante no sea demasiado rápido, ya que se crea un gran vacío de auscultación, lo que produce un error importante en la medición. Cuando el ritmo de vaciado es demasiado lento es incómodo para el participante (recuerde que se está restringiendo el flujo sanguíneo del brazo) (ACSM, 2000).
- Es importante mantener la visión perpendicular a la escala de mercurio, o en la pantalla del reloj de registro para evitar errores en la lectura.
- Escuchar atentamente, el primer sonido Korotkoff es la Presión Arterial Sistólica y el último la Presión Arterial Diastólica. (Díaz, 2000).

Anexo 12

FORMULAS PARA DETERMINAR VALORES DE DIFERENTES COMPONENTES HEMODINAMICOS

VARIABLE	FORMULA
Presión del pulso	$(PP) = (PAS - PAD)$
Arterial media	$(MAP) = ((PAS+PAD)/ 3)$
Doble producto	$(DP) = FC * PAS$

PP = presión de pulso.

PAS = presión arterial sistólica.

PAD = presión arterial diastólica.

MAP = presión arterial media.

FC = frecuencia cardiaca.

Anexo 13

Tabla 1. Resumen de promedios y desviaciones estándar de Presión Arterial Sistólica medida en tres mujeres y un hombre adultos hipertensos esenciales no fármacodependientes en dos diferentes intensidades de ejercicio, en dos ergómetros distintos y en cuatro momentos.

Momento de medición / intensidad / equipo	Media	Desv. típ.	N
Antes del ejercicio a 40% en banda	127,0000	3,82971	4
Antes del ejercicio a 40% en cicloergómetro	132,5000	5,00000	4
Antes del ejercicio a 60% en banda	130,0000	0,00000	4
Antes del ejercicio 60% en cicloergómetro	127,5000	5,00000	4
Final del ejercicio a 40% en banda	143,0000	14,46836	4
Final del ejercicio a 40% en cicloergómetro	150,0000	0,00000	4
Final del ejercicio a 60% en banda	160,0000	18,25742	4
Final del ejercicio a 60% en cicloergómetro	165,0000	10,00000	4
30min después del ejercicio a 40% en banda	128,7500	15,47848	4
30min después del ejercicio a 40% en cicloergómetro	130,0000	8,16497	4
30 min después del ejercicio a 60% en banda	142,5000	9,57427	4
30 min después del ejercicio a 60% en cicloergómetro	135,0000	12,90994	4
1 h después del ejercicio a 40% en banda	117,5000	12,58306	4
1 h después del ejercicio a 40% en cicloergómetro	122,5000	5,00000	4
1 h después del ejercicio a 60% en banda	122,5000	5,00000	4
1 h después del ejercicio a 60% en cicloergómetro	120,0000	0,00000	4

Anexo 14

Tabla 3. Resumen de promedios y desviaciones estándar de Presión Arterial Diastólica a medida en tres mujeres y un hombre adultos hipertensos esenciales no farmacodependientes en dos diferentes intensidades de ejercicio, en dos ergómetros distintos y en cuatro momentos.

Momento de medición / intensidad / equipo	Media	Desv. típ.	N
Antes del ejercicio a 40% en banda	88,7500	3,20156	4
Antes del ejercicio a 40% en cicloergómetro	86,2500	4,78714	4
Antes del ejercicio a 60% en banda	90,0000	8,16497	4
Antes del ejercicio a 60% en cicloergómetro	85,0000	5,77350	4
Final del ejercicio a 40% en banda	93,5000	4,43471	4
Final del ejercicio a 40% en cicloergómetro	92,5000	5,00000	4
Final del ejercicio a 60% en banda	105,0000	10,00000	4
Final del ejercicio a 60% en cicloergómetro	100,0000	14,14214	4
30 min después del ejercicio a 40% en banda	89,2500	7,88987	4
30 min después del ejercicio a 40% en cicloergómetro	87,5000	5,00000	4
30 min después del ejercicio a 60% en banda	97,5000	5,00000	4
30 min después del ejercicio a 60% en cicloergómetro	85,0000	5,77350	4
1 h después del ejercicio a 40% en banda	81,2500	6,29153	4
1 h después del ejercicio a 40% en cicloergómetro	78,7500	6,29153	4
1 h después del ejercicio a 60% en banda	85,0000	5,77350	4
1 h después del ejercicio a 60% en cicloergómetro	77,5000	5,00000	4

Anexo 15

Tabla 5. Resumen de promedios y desviaciones estándar de Presión Arterial Media medida en tres mujeres y un hombre adultos hipertensos esenciales no farmacodependientes en dos diferentes intensidades de ejercicio, en dos ergómetros distintos y en cuatro momentos.

Momento de medición / intensidad / equipo	Media	Desv. típ.	N
Antes del ejercicio 40% banda	71,9075	1,67578	4
Antes del ejercicio 40% cicloergómetro	72,8825	2,82688	4
Antes del ejercicio 60% banda	73,3075	2,69448	4
Antes del ejercicio 60% cicloergómetro	70,8075	3,21095	4
Final del ejercicio 40% banda	78,8300	5,87071	4
Final del ejercicio 40% cicloergómetro	80,8325	1,66500	4
Final del ejercicio 60% banda	88,3250	8,82548	4
Final del ejercicio 60% cicloergómetro	88,3150	7,94940	4
30 min después del ejercicio 40% banda	72,6475	7,79460	4
30 min después del ejercicio 40% cicloergómetro	72,4725	4,17299	4
30 min después del ejercicio 60% banda	79,9825	2,74759	4
30 min después del ejercicio 60% cicloergómetro	73,2975	4,72830	4
1 h después del ejercicio 40% banda	66,2150	6,13984	4
1 h después del ejercicio 40% cicloergómetro	67,0725	2,86086	4
1 h después del ejercicio 60% banda	69,1550	3,18041	4
1 h después del ejercicio 60% cicloergómetro	65,7975	1,64524	4

Anexo 16

Tabla 7. Resumen de promedios y desviaciones estándar de Presión Pulso medida en tres mujeres y un hombre adultos hipertensos esenciales no farmacodependientes en dos diferentes intensidades de ejercicio, en dos ergómetros distintos y en cuatro momentos.

Momento de medición / intensidad / equipo	Media	Desv. típ.	N
Antes del ejercicio a 40% en banda	38,2500	4,92443	4
Antes del ejercicio a 40% en cicloergómetro	46,2500	4,78714	4
Antes del ejercicio a 60% en banda	40,0000	8,16497	4
Antes del ejercicio a 60% en cicloergómetro	42,5000	5,00000	4
Final del ejercicio a 40% en banda	49,2500	12,41974	4
Final del ejercicio a 40% en cicloergómetro	57,5000	5,00000	4
Final del ejercicio a 60% en banda	55,0000	12,90994	4
Final del ejercicio 60% cicloergómetro	65,0000	5,77350	4
30 min después del ejercicio a 40% en banda	39,5000	7,59386	4
30 min después del ejercicio a 40% en cicloergómetro	42,5000	5,00000	4
30 min después del ejercicio a 60% en banda	45,0000	12,90994	4
30 min después del ejercicio a 60% en cicloergómetro	50,0000	14,14214	4
1 h después del ejercicio a 40% en banda	36,2500	7,50000	4
1 h después del ejercicio a 40% en cicloergómetro	43,7500	7,50000	4
1 h después del ejercicio a 60% en banda	37,5000	5,00000	4
1 h después del ejercicio a 60% en cicloergómetro	47,5000	15,00000	4

Anexo 17

Tabla 9. Resumen de promedios y desviaciones estándar de Doble Producto medida en tres mujeres y un hombre adultos hipertensos esenciales no farmacodependientes en dos diferentes intensidades de ejercicio, en dos ergómetros distintos y en cuatro momentos.

Momento de medición / intensidad / equipo	Media	Desv. típ.	N
Antes del ejercicio a 40% en banda	10,6720	0,72680	4
Antes del ejercicio a 40% en cicloergómetro	11,0425	0,90511	4
Antes del ejercicio a 60% en banda	11,1800	0,60975	4
Antes del ejercicio a 60% en cicloergómetro	10,4925	0,65795	4
Final del ejercicio a 40% en banda	15,9075	3,49864	4
Final del ejercicio a 40% en cicloergómetro	14,5875	0,48023	4
Final del ejercicio a 60% en banda	20,9425	3,61154	4
Final del ejercicio a 60% en cicloergómetro	20,6750	2,44591	4
30 min después del ejercicio a 40% en banda	11,8213	3,26907	4
30 min después del ejercicio a 40% en cicloergómetro	11,2150	1,72730	4
30 min después del ejercicio a 60% en banda	12,7000	1,66583	4
30 min después del ejercicio a 60% en cicloergómetro	12,1250	1,91836	4
1 h después del ejercicio a 40% en banda	9,5000	2,40278	4
1 h después del ejercicio a 40% en cicloergómetro	9,4700	0,87841	4
1 h después del ejercicio a 60% en banda	9,4875	0,33260	4
1 h después del ejercicio a 60% en cicloergómetro	9,5400	0,85697	4