

PARA TITULOS PROFESIONALES DE ESPECIALISTAS
PONTIFICA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR
DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, ESTEBAN ANDRES ARROYO MENA con CC: 1714503289 autor del trabajo de graduación intitulado *"LA PRESCRIPCIÓN DEL EJERCICIO FÍSICO CON SOFTWARE FRENTE A LAS RECOMENDACIONES DEL EJERCICIO DEL AMERICAN HEART ASSOCIATION, Y SU EFECTO EN LA PRESIÓN ARTERIAL DE HOMBRES Y MUJERES PRE HIPERTENSAS, CUYAS EDADES ESTÉN ENTRE LOS 20 AÑOS HASTA LOS 60 AÑOS DE EDAD, EN EL PERIODO DE ABRIL A MAYO DE 2016 QUE HAN ACUDIDO AL CENTRO MÉDICO AMBULATORIO "MEFADE" DE LA CIUDAD DE QUITO"*, previa a la obtención del título de ESPECIALISTA EN MEDICINA DEL DEPORTE en la Facultad de Medicina:

Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia universidad Católica del Ecuador de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea ingresado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador, para difusión pública respetando los derechos del autor.

Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador a difundir a través del sitio web de la Biblioteca de la PUCE el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedades intelectuales de la Universidad.

Quito, 30 de junio de 2016


Md. Esteban Andrés Arroyo Mena
CI: 1714503289



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE MEDICINA

POSGRADO DE MEDICINA DEL DEPORTE

**PRESCRIPCIÓN DEL EJERCICIO FÍSICO CON SOFTWARE FRENTE A LAS
RECOMENDACIONES DE EJERCICIO DEL AMERICAN HEART
ASSOCIATION, Y SU EFECTO EN LA PRESIÓN ARTERIAL DE HOMBRES Y
MUJERES PREHIPERTENSOS.**

**DISERTACIÓN PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
ESPECIALISTA EN MEDICINA DEL DEPORTE**

Autor: Md. Esteban Andrés Arroyo Mena

Director Dr. Oscar Concha Zambrano

Director Metodológico Dr. Marco Antonio Pinos

Quito-Ecuador
Junio 2016

Dedicatoria

Dedico la presente investigación a mi esposa, mis padres, mi hermana, familiares y amigos por ser el estímulo y apoyo, en esta carrera llena de esfuerzo, perseverancia y sacrificio.

En memoria de:

Cristóbal Arroyo, Beatriz Jácome, Gladis Raza y Rosa Mora.

Agradecimientos. -

A mis maestros y amigos, en especial al Dr. Marco Antonio Pino y Dr. Oscar Concha por su enorme paciencia y dirección en la concesión de este proyecto investigativo.

Al Centro Médico Ambulatorio MEFADE por abrir las puertas a este proyecto y apoyo en la consecución del mismo

A todos los que contribuyeron de alguna forma para la ejecución del presente trabajo. Mil Gracias.

ÍNDICE GENERAL

Contenido

INDICE GENERAL	5
INDICE DE TABLAS ILUSTRACIONES	6
RESUMEN	7
SUMMARY	9
Lugar:	11
1. INTRODUCCION	¡Error! Marcador no definido.
2. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA	14
2.1. Definición:	14
2.2. Prevalencia Hipertensión	15
2.4. Respuesta de la Presión Arterial	19
2.5. Resistencia Cardiorespiratoria	21
3. JUSTIFICACIÓN	30
4. HIPÓTESIS	31
5. OBJETIVOS	31
5.1. General:	31
5.2. Específicos:	31
6. METODOLOGÍA	31
6.1. Tipo de estudio	31
6.2. Criterios de inclusión	32
6.3. Criterios de exclusión	32
6.4. Universo y participantes	33
6.5. Procesamiento de la recolección de la información	34
6.5.1. Fuentes:	34
6.5.2. Instrumento:	37
6.6. Plan de análisis de datos:	37
6.6.1. Programa estadístico	37
7. RESULTADOS:	38
8. DISCUSIÓN:	49
9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	55
9.1. CONCLUSIONES	¡Error! Marcador no definido.
9.2. RECOMENDACIONES:	56
10. BIBLIOGRAFÍA	57
11. ANEXOS	60

ÍNDICE DE TABLAS ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1: PORCENTAJE DE PARTICIPANTES DE ACUERDO AL GÉNERO EN EL GRUPO AMERICAN HEART ASSOCIATION.	38
ILUSTRACIÓN 2: PORCENTAJE DE PARTICIPANTES POR GRUPO ETARIO EN EL LA PRESCRIPCIÓN DEL EJERCICIO CON LAS RECOMENDACIONES DEL AMERICAN HEART ASSOCIATION	39
ILUSTRACIÓN 3: PORCENTAJE DE PARTICIPANTES DE ACUERDO AL GÉNERO EN EL GRUPO SOFTWARE	39
ILUSTRACIÓN 4: MEJORÍA CLÍNICA EN LA POBLACIÓN DE ESTUDIO CON LA PRESCRIPCIÓN DEL EJERCICIO MEDIANTE SOFTWARE.	41
ILUSTRACIÓN 5: EFICACIA DE LA PRESCRIPCIÓN DEL EJERCICIO CON SOFTWARE.	42
ILUSTRACIÓN 6: MEJORÍA CLÍNICA EN LA POBLACIÓN DE ESTUDIO CON LAS RECOMENDACIONES DEL AMERICAN HEART ASSOCIATION.	43
ILUSTRACIÓN 7: EFICACIA DE LA PRESCRIPCIÓN DEL EJERCICIO POR AMERICAN HEART ASSOCIATION.	45
ILUSTRACIÓN 8: COMPARACIÓN DE LOS VALORES INICIALES PREVIO A LA PRESCRIPCIÓN DEL EJERCICIO DE AMBOS GRUPOS.	46
ILUSTRACIÓN 9: COMPARACIÓN DE LA PRESCRIPCIÓN DEL EJERCICIO DE ACUERDO AL GRUPO DE ENTRENAMIENTO PRESCRITO.	48
TABLA 1 CLASIFICACIÓN DE LA INTENSIDAD DE LA ACTIVIDAD FÍSICA SEGÚN EL AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE.....	22
TABLA 2: INTENSIDAD DEL EJERCICIO DE ACUERDO AL AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE	23
TABLA 3: ESCALA SUBJETIVA DE ESFUERZO DE BORG.....	25
TABLA 4: ZONAS FÍSICAS DE ENTRENAMIENTO	26
TABLA 5: CLASIFICACIÓN INTENSIDAD DEL EJERCICIO, AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE.	27
TABLA 6: CÁLCULO MUESTRAL EPI INFO UNMATCHED CASE CONTROL STUDY (COMPARISON OF ILL AND NOT ILL)	34
TABLA 7: MEJORÍA CLÍNICA EN LA POBLACIÓN DE ESTUDIO CON LA PRESCRIPCIÓN DEL EJERCICIO MEDIANTE SOFTWARE.....	40
TABLA 8: EFICACIA DE LA PRESCRIPCIÓN DEL EJERCICIO CON SOFTWARE.....	41
TABLA 9: MEJORÍA CLÍNICA EN LA POBLACIÓN DE ESTUDIO CON LA PRESCRIPCIÓN DEL EJERCICIO MEDIANTE LAS RECOMENDACIONES DEL AMERICAN HEART ASSOCIATION.	43
TABLA 10: EFICACIA DE LA PRESCRIPCIÓN DEL EJERCICIO POR AMERICAN HEART ASSOCIATION.	44
TABLA 11: COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS FINALES DE LAS VARIABLES POSTERIOR A LA PRESCRIPCIÓN DEL EJERCICIO POR GRUPO.	45
TABLA 12: RESULTADOS INICIALES INDEPENDIENTES DE LA PRESCRIPCIÓN DEL EJERCICIO DEL AMERICAN HEART ASSOCIATION FRENTE AL SOFTWARE.	47
TABLA 13: RESULTADOS AL TÉRMINO DE LA PRESCRIPCIÓN DEL EJERCICIO DEL AMERICAN HEART ASSOCIATION FRENTE AL SOFTWARE.	48

RESUMEN

Contexto: la prescripción del ejercicio se convierte en un verdadero reto para todo el personal de salud que tiene conocimiento nulo con relación al ejercicio. El presente estudio pretende proporcionar una herramienta de trabajo para la prescripción del ejercicio en personas prehipertensas, con la finalidad de disminuir el sedentarismo y las comorbilidades que la falta de ejercicio conlleva.

Objetivo: El objetivo del presente estudio es comparar el efecto del ejercicio físico prescrito con software frente a la actividad física recomendada por la AHA, y el efecto en la presión arterial en hombres y mujeres prehipertensas cuyas edades estén comprendidas entre los 20 años hasta los 60 años de edad, en el periodo comprendido de Abril a Mayo de 2016 que han acudido al Centro Médico Ambulatorio MEFADE de la ciudad de Quito.

Metodología: Se realizó un diseño cuasi experimental de grupo control no equivalente, llevado a cabo en las instalaciones del Centro Médico Ambulatorio MEFADE de la ciudad de Quito entre los meses Abril y Mayo del 2016. Se utilizó un total de 58 participantes prehipertensos a quienes se los separó en 2 grupos de 29 participantes, el primer grupo recibió la prescripción del ejercicio por software, y al segundo grupo el ejercicio de acuerdo con las recomendaciones del American Heart Association, previo consentimiento de participación. Se comparó la capacidad diagnóstica de las pruebas con la prueba no paramétrica Estadístico Wilcoxon y T student, se utilizó el programa estadístico: SPSS IBM versión 23 y Epidat 4,1 para el análisis de los resultados. Los resultados obtenidos son confidenciales y de carácter anónimo.

Resultados: La prescripción del ejercicio con software frente a las recomendaciones del American Heart Association, mostrando una diferencia estadísticamente significativa con relación a la presión Arterial Sistólica.

Conclusión: Tanto las recomendaciones del American Heart Association como la prescripción el ejercicio mediante software mejoran la presión arterial, el VO_{2max} , la frecuencia cardiaca, sin embargo la prescripción con software mejora significativamente la presión arterial sistólica con un promedio de 3 mmHg en comparación con las recomendaciones de la AHA.

SUMMARY

Context: The prescription of exercise becomes a real challenge for all health staff that has no knowledge regarding exercise. This study aims to provide a tool for the prescription of exercise in prehypertensive people, with the aim of reducing physical inactivity and comorbidities that lack of exercise entails.

Objective: The objective of the present study is to compare the effect of physical exercise prescribed with software versus physical activity recommended by the American Heart Association (AHA) and the effect on arterial pressure on prehypertensive men and women whose ages are comprised between 20 and 60 years old and which was carried out in the period between April and May 2016 to people who came to the Ambulatory Medical Center MEFADE in the city of Quito.

Methodology: A quasi-experimental non-equivalent control group was designed and carried out at the premises of the Ambulatory Medical Center MEFADE in the city of Quito between April and May 2016. A total of 58 prehypertensive participants were used and who were separated into 2 groups of 29 participants. The first group received the prescription of the exercise with software while the second group received the exercise in accordance with the recommendations of the American Heart Association, with prior consent for participation. The diagnostic capabilities of the tests were compared with the nonparametric Wilcoxon and T-student statistical tests. The following statistical program was used: IBM SPSS version 23 and Epidat 4.1 for analysis of the results. The results are confidential and anonymous.

Results: The prescription of the exercise with software versus the recommendations of the American Heart Association, showing a significant statistical difference with respect to Systolic Blood pressure.

Conclusion: Both the recommendations of the American Heart Association as well as the prescription of exercise by software, improves blood pressure, VO₂max and heart rate. However the prescription with software improved significantly the Systolic Blood pressure with an average of 3 mmHg when compared to the recommendations of the AHA.

Lugar:

Instalaciones de MEFADE, Centro de Atención Médica Ambulatorio ubicado en la Av. Maldonado S51-100 y Rene Hidalgo (Quito-Ecuador).

Autor:

Md. Esteban Andrés Arroyo Mena.

Director Disertación:

Dr. Oscar Concha (Director del Postgrado de Medicina Deportiva de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador)

Director Metodológico:

Dr. Marco Antonio Pino (Docente de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador)

CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN

El Ejercicio físico es parte de una actividad física planificada, estructurada y repetitiva, cuyo fin es mejorar o mantener la forma física. (Stewart KJ, 2005)

Sin duda es una fracción fundamental del buen vivir de las personas y se reconoce como tal desde 1954 tras la fundación del American College of Sport Medicine (ACSM). En 1995, junto a los Centros de Prevención de Enfermedades CDC, con respaldo de la OMS y desde el 2007 la AHA, se exhorta a que “todos los adultos realicen 30 minutos o más de actividad física de intensidad moderada en la mayoría o preferentemente todos los días de la semana” (Stewart KJ, 2005). Sin embargo realizar e indicar ejercicio con fundamentos científicos y acordes al contexto (edad, comorbilidades, tiempo disponible, personalidad, habilidades, etc.), está lejos de la realidad de nuestros pacientes, generalmente dicha prescripción se hace de manera empírica.

Cabe mencionar que el ejercicio según su intensidad puede modificar las enfermedades metabólicas y las variables productoras de riesgo de DM y enfermedad cardiovascular, que no son ajenas en nuestra población. (Deprés et al). Se ha demostrado la importancia del efecto del ejercicio aeróbico con relación a la presión arterial, no solo en personas prehipertensas sino también en hipertensas, disminuyendo la presión arterial de 5 a 15 mm Hg en estos pacientes, así como, el entrenamiento de resistencia o isométrico que reducen la PA en reposo (Stewart KJ, 2005).

En un meta análisis donde analizaron 28 ensayos que incluyeron 1012 participantes, se encontró que, la PA en reposo disminuyó significativamente (4 mmHg) con entrenamientos

de resistencia de intensidad moderada (Cornelissen VA, 2013). Se ha propuesto que la reducción de la actividad simpática y una mejoría de la función endotelial son secundarios a la disminución del tromboxano y el aumento de los niveles de la prostaciclina (Hansen AH, 2011).

En la actualidad numerosos instrumentos tecnológicos son usados con diversos fines deportológicos, sin embargo la mayoría de ellos no tiene evidencia científica que los respalde.

Con el fin de una recomendación individualizada, adecuada y la medición de resultados, se desarrolló un software que pretende ser una herramienta de apoyo para todo el personal de salud que indica ejercicio sin necesidad de tener conocimientos bastos sobre entrenamiento deportivo.

El objetivo del presente trabajo investigativo es determinar si existe o no una disminución de la presión arterial tras el ejercicio físico recomendado por la AHA frente a la actividad física prescrita por el software durante 1 mes.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. *Definición:*

El entrenamiento aeróbico diversas modalidades, principalmente el sistema aeróbico el mismo que produce una serie de adaptaciones cardiovasculares.

El diseño de un programa de entrenamiento de resistencia aeróbica no resulta muy discrepante de otras modalidades. La intensidad frecuencia duración el volumen los períodos de descanso, y la frecuencia del ejercicio permite lograr objetivos claros. Este tipo de programas no solo aumentan el VO_{2max} , sino que también pueden ayudar de manera importante a la disminución de la presión arterial en pacientes sedentarios. (Ratamess, 2015).

Si realizamos un análisis de las adaptaciones fisiológicas del ejercicio, nos daremos cuenta de la reacción priori del cuerpo a una seria individualizada del ejercicio y de la respuesta fisiológica del esfuerzo en el cuerpo humano. Con el entrenamiento aeróbico, el musculo cardíaco, ganan un aumento progresivo de las fibras musculares y la resistencia circulatoria se incrementa.

No todos podemos crear la misma capacidad adaptativa al entrenamiento. A esto se conoce como principio de individualidad. Por lo tanto la prescripción el ejercicio debe ser individualizada (Mathews CE, 2008).

Dichas adaptaciones son específicas del tipo de actividad, volumen e intensidad del ejercicio prescrito. A esto se le conoce como principio de especificidad. Con esto, el entrenamiento debe forzar el órgano y sistema que pretendemos mejorar para producir una respuesta fisiológica, punto crítico para un óptimo rendimiento.

Todo ejercicio prescrito debe ajustarse al principio de desuso, que nos indica que, al dejar de realizar ejercicio físico regular, las exigencias fisiológicas recaerán a términos basales.

Todo plan deberá ajustarse a una estrategia de entrenamiento, a lo que en la presente investigación la denominaremos “prescripción”, la misma que se ajustara a un aumento gradual en la especificidad intensidad y el volumen de las cargas para obtener los máximos beneficios del mismo (Mathews CE, 2008).

2.2. Prevalencia Hipertensión

La prevalencia de prehipertensión arterial en nuestra población se ubica en el 13% (9% al 18%) en estudios poblacionales. (Fagard RH, 2007) Hay varios factores que influyen de manera directa o indirecta en aumento de la presión arterial, como por ejemplo ser joven, varón, la obesidad, ser fumador, la ansiedad, el uso de alcohol, inactividad física, el estrés, la diabetes mellitus, la y factores genéticos (Fagard RH, 2007).

2.3. Adaptaciones Fisiológicas del Ejercicio

Al prescribir ejercicio de manera correcta, damos oportunidad al cuerpo de producir cambios fisiológicos adaptativos, es así que tenemos al músculo cardiaco conocido como miocardio, cuyo espesor está estrechamente relacionado con la tensión impuesta sobre las paredes cardiacas. El ventrículo izquierdo presenta una hipertrofia debido a las demandas que realiza al luchar contra las fuerzas gravitatorias y de demanda energética (Mathews CE, 2008). Histológicamente el miocardio, que tiene músculo estriado, presenta discos intercalares denominados desmosomas, cuya función impide la separación de las fibras en el momento de la contracción y los hiatos que permiten una contracción acelerada del impulso eléctrico para su contracción (Ratamess, 2015).

Muchos científicos indican el VO_{2max} como un indicador de mejoría en la resistencia cardiovascular. De acuerdo a la literatura se puede evidenciar que tras ejercicios de resistencia sedentarios presentan un aumento de hasta el 20% de la VO_{2max} después de un programa de entrenamiento de 6 meses (Ratamess, 2015).

La auto conducción del corazón, que no necesita estimulación neural, proporciona una contracción entre 70 y 80 latidos, siguiendo el siguiente orden: nódulo senoauricular (marcapasos del corazón), nódulo auriculo-ventricular, has de His, fibras de Purkinje.

De manera indirecta, tanto el sistema nerviosos parasimpático, simpático y ciertas hormonas pueden modificar la sincronización del latido cardiaco. El nervio vago, deprime el corazón, disminuyendo la frecuencia de contracción, al disminuir la conducción de la actividad eléctrica desde el marcapasos al nódulo senoauricular. El simpático, incrementa la velocidad de conducción aumentado la frecuencia cardiaca, este último se activa en procesos de estrés físico o emocional.

Las hormonas liberadas a nivel de la medula adrenal (adrenalina y noradrenalina) conocidas como catecolaminas, estimulan la frecuencia cardiaca. Esta liberación hormonal estará a cargo del Sistema nervioso simpático.

La literatura indica que puede existir disminución de la frecuencia cardiaca hasta menos 35 latidos por minuto y su proceso fisiológico son por un aumento en la estimulación reguladora del tono vagal con una disminución de la actividad simpática.

Si hablamos de ciclo cardiaco (todos los efectos anatómicos que se producen entre 2 latidos cardiacos consecutivos). Si ponemos como ejemplo una persona sedentaria que presenta 74

latidos por minuto, su ciclo cardiaco normal será de 0.81 s en completarse (60s 74 latidos). De lo cual la diástole representa 0.50s, o y la sístole es de 0.31m s.

Los ejercicios aeróbicos producen respuestas cardiovasculares agudas en ambos sexos. Este aumenta la demanda de nutrientes, aumenta la formación de desechos y la temperatura corporal central que precisan un aumento de la respuesta cardiovascular, para satisfacer las necesidades ante el estímulo. La recuperación del ejercicio requiere un aumento en la respuesta del sistema para restablecer la homeostasis. Uno de ellos es la frecuencia cardíaca, la misma que aumenta durante el ejercicio con relación a su estado basal. La magnitud del aumento de la frecuencia cardiaca depende de la masa muscular, intensidad del ejercicio y grado de continuidad del ejercicio. Si mantenemos constante la tasa de esfuerzo, la frecuencia cardiaca se estabiliza después de un ascenso inicial al empezar la actividad. La meseta producida está en equilibrio. Cuando aumentamos la intensidad más allá de esta meseta, se alcanza un valor de equilibrio en 1 a 2 minutos (Wilmore JH, 1978). La frecuencia cardiaca puede permanecer en este punto si la intensidad es constante, pero en el ejercicio aeróbico extenuante, la frecuencia aumenta ligeramente cuando se prolonga por más de 15 minutos, a esto se le denomina DRIFT Cardiovascular, que es el aumento de la frecuencia para compensar la disminución del volumen sistólico como causa de la disminución de líquido.

La frecuencia cardiaca aumenta progresivamente después de cada serie de ejercicio de resistencia durante las primera cuatro de un protocolo de 5 series y se estabiliza (Ratamess NA, 2005): (Strath SJ, 2013).

La respuesta del Volumen Sistólico depende de varios factores como son el volumen sanguíneo, la presión arterial, la contractibilidad ventricular y la distensibilidad, lo que producen un aumento en el volumen. (Wilmore JH, 1978).

Con el aumento del volumen sistólico, las fibras musculares cardíacas aumenten para compensar la demanda por el aumento de la precarga, a esto se le conoce como el mecanismo de Frank Starling. La contractibilidad del corazón aumenta independientemente del retorno venoso, las catecolaminas y el sistema nervioso simpático potencializan el efecto de contracción. la vasodilatación disminuye la resistencia periférica, reduciendo a su vez la post-carga.

El volumen sistólico aumenta entre el 40% y 60% de la intensidad del ejercicio en personas no entrenadas o moderadamente entrenadas (Wilmore JH, 1978).

El Volumen sistólico puede aumentar entre 100ml y 120 ml en personas no entrenadas y 200 ml en personas entrenadas. El Volumen sistólico, en reposo, es más alto en decúbito dorsal debido a que el retorno venoso es mayor. El aumento del Volumen sistólico se produce a pesar del aumento de la frecuencia cardíaca, la misma que disminuye los tiempos de llenado valvular. En la bipedestación el volumen sanguíneo es mayor debido a que el valor inicial es menor en el decúbito. El volumen sistólico aumenta progresivamente con los ejercicios de resistencia (Adler Y, 2008). Si analizamos los ejercicios concéntricos, con cada repetición, el volumen sistólico no se incrementa, pero si lo hace en fase excéntrica (Fleck SJ, 2003), se cree por una maniobra de Valsalva (contención transitoria de la respiración), que aumenta la presión intratorácica y la presión intraabdominal, produciendo de esta manera un aumento en la presión arterial sistólica y diastólica.

El gasto cardiaco es el producto de la frecuencia cardiaca por el volumen sistólico. En ejercicios aeróbicos, se evidencia un aumento lineal, directamente proporcional a la velocidad (Willmore JH, 2008).

2.4. Respuesta de la Presión Arterial

La respuesta de la presión arterial ante el ejercicio está controlada por diversos mecanismos. El sistema nervios simpático aumenta la vasoconstricción que sube la presión arterial, mientras que el sistema nervioso parasimpático produce vasodilatación disminuyendo la presión. El centro vasomotor del tronco encefálico se ve estimulado y produce cambios en la presión. Los mediadores auto reguladores por los centros motores y sensitivos encefálicos estimulan estos centros para subir la presión arterial. Los baroreceptores sensitivos que se encuentran en las paredes del seno carotideo y del cayado aórtico, detectan la presión y estimulan el tronco encefálico a fin de regular la presión arterial mediante retro inhibición. Los baroreceptores disminuyen la presión como respuesta a una subida de la misma y evitan la elevación excesiva durante el ejercicio (McArdle WD, 2007). El sistema renina angiotensina aldosterona regulan también regulan la presión arterial, la renina activa la angiotensina II y produce vasoconstricción; la aldosterona aumenta la retención de sodio produciendo el mismo efecto en la presión. Al realizar el ejercicio aeróbico, en estado de equilibrio, la presión arterial sistólica sube en los primeros minutos de ejercicio, si bien se estabiliza y-o disminuye ligeramente al alcanzar el estado de equilibrio (McArdle WD, 2007). La vasodilatación disminuye la resistencia vascular periférica, con lo que la presión arterial sistólica puede disminuir, mientras que la presión arterial diastólica no se modifica mayormente. En los ejercicios aeróbicos progresivos, la presión arterial sistólica asciende ligeramente al aumentar la intensidad, en

tanto que la presión arterial diastólica permanece constante o baja (McArdle WD, 2007). Los ejercicios de tren superior aumentan mucho más la presión arterial sistólica y diastólica que los de tren inferior, 18-45 mmHg y de 20 a 28 mmHg respectivamente. (McArdle WD, 2007). Esto se debe a que existe una menor masa muscular en el tren superior lo que ejerce más resistencia al flujo sanguíneo.

El volumen plasmático disminuye durante el ejercicio por que el líquido pasa de la sangre a los espacios intersticiales e intracelulares, gracias al aumento de la presión arterial ya que desplaza el agua al espacio intersticial y se acumulan en el musculo materiales de desecho, lo que aumenta la presión osmótica causando un desplazamiento del líquido (McArdle WD, 2007). Además el volumen plasmático también disminuye por el sudor, y a su vez hace mayor el número de eritrocitos mediante hemoconcentración, y esto incrementa la viscosidad sanguínea y disminuye el transporte de oxígeno. Se ha evidenciado que mediante ejercicios de resistencia el volumen plasmático puede disminuir hasta un 20%, lo que empeora el rendimiento de resistencia y el VO_{2max} (Gledhill N, 1999). El volumen plasmático también disminuye porque también lo hace el gasto cardiaco y el VO_{2max} , este último se correlaciona con el volumen plasmático, por lo tanto durante ejercicios de resistencia puede empeorar el rendimiento. (Yoshida T, 1997). El ejercicio de resistencia se evidencia una disminución del volumen plasmático en un 7% al 14%. (Collins MA, 1989). El volumen plasmático se recupera casi por completo a los 30 a 60 minutos del ejercicio tras la ingesta de líquidos durante el ejercicio (Ploutz-Snyder L, 1995).

El consumo de oxígeno también llamado VO_{2max} , aumenta proporcionalmente durante el ejercicio en relación a la intensidad, a la activación muscular y el grado de continuidad. El consumo de oxígeno se puede analizar mediante la ecuación de Fick, que indica que el

$Vo_2 = \text{Gasto cardiaco} * (\text{diferencia de A-VO}_2)$, esta diferencia es la cantidad de oxígeno en el lado arterial, en comparación con la parte venosa y representa la extracción tisular de oxígeno. En reposo, el contenido de la arteria es de 20 ml de O₂ por cada 100 ml de sangre (Willmore JH, 2008), sin embargo esta cifra baja de 15ml a 16ml de O₂ por cada 100 ml de sangre conforme la sangre atraviesa los capilares hasta llegar a las vénulas. Este aumento refleja en mejor mayor medida la extracción de oxígeno desde la sangre arterial al interior de los músculos esqueléticos, dicha combinación de aumento del gasto cardiaco y extracción de oxígeno produce un incremento del VO_{2max} durante el ejercicio. Conforme aumentemos la intensidad del ejercicio incrementara el VO_{2max} , con intervalos de descanso cortos, con los ejercicios de masa musculares grandes y con velocidad de repetición lenta a moderada.

2.5. Resistencia Cardiorespiratoria

Llamada también aptitud cardiorrespiratoria, cardiovascular, o aeróbica, es la idoneidad del sistema circulatorio y respiratorio de suministrar oxígeno a las células, bajo una actividad física sostenida con gasto energético bajo, o elevado (Cornelissen VA, 2013) (Mathews CE, 2008). Esta se mide mediante el VO_{2max} , que es la cantidad máxima de oxígeno que pueden consumir las células por un minuto, y se lo utiliza para medir la condición física, convirtiéndose en un indicador de buena salud.

El transporte de oxígeno a los diferentes aparatos y sistemas está íntimamente relacionado con la resistencia, que depende exclusivamente de dos sistemas. El sistema cardiovascular y el sistema respiratorio, estos dos en conjunto forman el sistema de transporte de oxígeno. Este último es la interacción del gasto cardiaco (volumen sistólico x frecuencia cardíaca) y la diferencia arterio-venosa de oxígeno (diferencia entre el contenido de oxígeno arterial y

venoso). Tras la resistencia prescrita y de forma general se producen cambios en el tamaño del corazón, el volumen sistólico, la frecuencia cardiaca, el gasto cardiaco, el flujo sanguíneo, la tensión arterial, el volumen de sangre.

El tamaño del corazón aumenta como resultado del aumento de fibras estriadas, siendo el ventrículo izquierdo, la cámara con los cambios más notorios gracias a la elevación del volumen plasmático que incrementa el volumen ventricular y diastólico final izquierdo. Milliken y cols hallaron en esquiadores de competición, ciclistas y corredores tenían masas de mayor tamaño que los sujetos control no entrenados. El aumento de la VO_{2max} está estrechamente relacionado con el incremento de la masa muscular ventricular.

El software está basado en las recomendaciones de prescripción del ejercicio del American College of Sport Medicine. La intensidad del ejercicio prescrito es uno de los puntos críticos y difíciles de manejar, la ACSM y AHA indican en población sedentaria, prescribir ejercicio de intensidad moderada y de larga duración, para entrenamiento en la población general se sugiere intensidades entre 60% a 65% del VO_{2max} , y del 75% de VO_{2max} en corredores.

Tabla 1 Clasificación de la intensidad de la actividad física según el American College of Sports Medicine

Intensidad	Frecuencia cardiaca de reserva	Frecuencia cardiaca	12 met	20 met	8 mets	6 mets
Muy bajo	<20	<50	<3.2	<2.8	<2.4	<2.0
Bajo	20-39	50-63	3.2-5.3	2.8-4.5	2.4-3.7	2.0-3.0
Moderado	40-59	64-76	5.4-7.5	4.6-6.3	3.8-5.1	3.1-4.0
Alto	60-84	77-93	7.6-10.2	6.4-8.6	5.2-6.9	4.1-5.2
Muy alto	≥85	≥94	≥10.3	≥8.7	≥7.0	≥5.3
Maximal	100	100	12	10	8	6

Elaborado por: Esteban Arroyo

La Frecuencia cardiaca, como indicador de entrenamiento, tiene gran acogida a nivel mundial, su utilidad depende de los valores de FC en reposo y FC máxima, que están relacionados directamente con la intensidad del ejercicio. Puede ser medida como consumo de oxígeno (VO_{2max}).

Existen diversas fórmulas para calcular la FC máxima, la ACSM y OMS propone: $220 - \text{edad}$; Tanaka en el 2001 ($208 - (0.7 * \text{edad})$) e incluso métodos más complejos para la aproximación más real de la misma, como el de Karvonen (1957):

$$\text{Frecuencia Cardiaca Esperada} = (FC_{maxima} - FC_{reposito}) * \% \text{ de trabajo} + \text{Frecuencia cardiaca en reposo.}$$

En la siguiente tabla se resume los intervalos de entrenamiento de acuerdo al método de Karvonen.

Tabla 2: Intensidad del ejercicio de acuerdo al American College of Sports Medicine

Intensidad de ejercicio	Formula
60%	$((FC_{maxima} - FC_{reposito}) * 0.60)$
70%	$((FC_{maxima} - FC_{reposito}) * 0.70)$
80%	$((FC_{maxima} - FC_{reposito}) * 0.80)$
90%	$((FC_{maxima} - FC_{reposito}) * 0.90)$

Elaborado por: Esteban Arroyo

Una vez que se ha establecido la intensidad del ejercicio con la que se va a trabajar, es necesario una nueva evaluación en 4 a 6 semanas, donde se modificará la intensidad del programa de ejercicio, ya que conforme mejora la actividad física del individuo, su frecuencia cardiaca tiende a disminuir, en la misma intensidad de ejercicio.

Las mediciones de dicha intensidad se puede realizar con los METS, que equivalen a 3,5ml-kg-min, es decir la cantidad de oxígeno consumida por las células y que está directamente conectada al consumo de energía en un minuto.

Según la literatura, los METS como indicadores de gasto energético son efectivos para individuos sanos y deportista, sin embargo son menos aplicables a personas con comorbilidades, tal vez se deba a que las enfermedades de base o crónicas no permiten explotar los niveles de intensidad progresiva para mejorar el rendimiento, pero si para mantener un estilo de vida no sedentario y mejorar las capacidades funcionales básicas de cada individuo.

Es necesario determinar el gasto calórico de acuerdo a los METS, es decir, 1 MET equivale a 200 Kcal-min, toda actividad física que se encuentre <3.5 METS se considera de baja intensidad y bajo consumo calórico y no se recomienda para la prescripción del ejercicio.

Como apoyo se puede valorar el grado de intensidad percibida por el individuo, para lo cual se deberá usar la escala subjetiva de esfuerzo de BORG:

Tabla 3: Escala subjetiva de esfuerzo de BORG.

	Escala A	Escala B	Puntuación	Escala C	Frecuencia Cardiaca Mínima	Frecuencia Cardiaca Media	Frecuencia cardiaca Máxima
6		Ningún tipo de esfuerzo	0	Ningún tipo de esfuerzo	69	77	91
7	Muy, muy leve	Extremadamente leve	0.5	Muy muy débil	76	85	101
8			1	Muy débil	83	93	111
9	Muy leve	Muy leve	2	débil	89	101	122
10			3	moderado	96	110	132
11	Bastante leve	Leve	4	Un poco fuerte	103	118	142
12			5	Fuerte pesado	110	126	153
13	Un poco duro	Un poco duro	6		116	135	163
14			7	Muy fuerte	123	143	173
15	Duro	Duro	8		130	151	184
16			9		137	159	194
17	Muy duro	Muy duro	10	Muy muy fuerte	143	168	204
18					150	176	215
19	Muy muy duro	Extremadamente duro			157	184	225
20		Máximo esfuerzo			164	193	235

Borg G. Borg's Perceived Exertion and Pain Scales. Human Kinetics. 1998. (Figure 7.3 page 49) Roberts SO. Chapter 12: Principles of prescribing exercise. pg 235-261 (pages 240-241). IN: Roberts SO Robergs RA Hanson P (editors). Clinical Exercise Testing and Prescription. Theory and Application. CRC Press. 1997. Sallis RE Massimino F. ACSM's Essentials of Sports Medicine. Mosby 1997. page15.

Tabla 4: Zonas Físicas de Entrenamiento

Zona moderada	Zona Control de peso	Zona Aeróbica	Zona Anaeróbica	Zona Maximal
Inicio de programa de entrenamiento	Umbral de Condición Física Aeróbica	Adaptación fisiológica	Mejoramiento de la metabolización del ac. Láctico	Netamente anaeróbico
incremento resistencia	Consume grasa	Consume más carbohidratos que grasa	Produce dolor por adulación de lactato y de oxígeno	Se realiza ejercicio con deuda de O2
50% al 60% FCM	60% al 70% FCM	70% al 80% FCM	80% al 90% FCM	Mayor 90%
Indicado para pérdida de peso	Tiempo dedicado 30 a 60 minutos.		Fatigas dolor muscular agitación	Ejercicios de alta demanda. Corta duración.
4kcal/min	7kcal/min	10kcal/min	13kcal/min	17kcal/min

Elaborado por: Esteban Arroyo

Se evidencia que todos los individuos que empiezan un plan de entrenamiento desde el más básico, presentaran una mejora significativa en su estado físico y se requiere un aumento progresivo, partiendo de valores mínimos.

Tabla 5: Clasificación intensidad del ejercicio, American College of Sports Medicine.

Clasificación de la Intensidad del ejercicio	Intensidad relativa		Tasa de Ejercicio percibido en la escala de Borg
	FC máxima	FCR	
Muy Ligera	< 35	< 20	< 10
Ligera	35-54	20-39	10-11
Moderada	55-69	40-59	12-13
Fuerte	70-89	60-84	14-16
Muy Fuerte	≥ 90	≥ 85	17-19
Máxima	100	100	20

Elaborado por: Esteban Arroyo

El American College of Sport Medicine y el American Heart Association recomiendan el entrenamiento en personas adultas en las zonas de la 1 a la 4.

Al igual que todo proceso de entrenamiento, se debe tomar en cuenta la duración del ejercicio, generalmente es, entre 10 a 60 minutos dependiendo de la intensidad, se ha demostrado que la resistencia cardiorespiratoria puede mejorar en sets de 5 a 10 minutos con VO_{2max} mayor a 90%. Después de realizada la sesión aeróbica el gasto calórico se consigue a partir de los 20 a 30 minutos de iniciado la actividad.

Pautas a recordar:

1. Inicio con intensidad baja
2. El consumo se grasa es a partir de los 20 a 30 minutos en ejercicio físico leve o moderado

La frecuencia es el número de días que se dedican para el entrenamiento, debe estar adaptada a las necesidades y preferencias del individuo. Lo ideal es realizar actividad 5 veces a la semana. Si se tiene paciente con índice menor a 3 METS más obesidad se debe prescribir varias sesiones de 10 minutos.

El aumento de las sesiones se las deber realizar cuando se ha pasado los 3 a 5 METS, las mismas que se deben intensificar de 1 a 2 sesiones diarias; entre 5 a 8 METS, se puede incrementar la frecuencia de 3 a 5 sesiones diarias por semana; la progresión de 3 – 5 días a la semana se debe dar de manera gradual durante las 4 semanas.

En personas obesas, hipertensas, diabéticas, sedentarios se recomienda intensidades de ejercicio bajas.

El volumen de las cargas, es la cantidad total de la actividad realizada y en esta se encuentran: “duración, distancia, numero de repeticiones”.

El gasto energético se lo calcula de la siguiente manera:

Volumen Ejercicio

$$(\text{MET} \times 3.5) \times (\text{peso kg}/200) = \text{kcal}/\text{min}$$

El consumo mínimo en ejercicios de moderada a intensidad fuerte debe situarse entre los 450 a 750 MET minutos semana.

Caminar 3km en 30 min en 2 días corresponde a 3,3 met 60 min=198 met * min.

Progresión del ejercicio.- dependiendo de las necesidades del individuo, se la debe realizar en fases:

1. **I Fase.**- Comprende de las semanas 1 a la 6; se deben realizar sesiones de 12 – 20 minutos, 2 veces por semana, 10 minutos de calentamiento, y 1 minuto de estiramiento por cada grupo muscular a ser ejercitado.

En esta etapa la capacidad funcional del individuo es su pilar. Si se evidencia una baja capacidad física se debe dar de 6 y 10 semanas de proceso adaptativo y esta es buena la capacidad aeróbica, se podría realizar entre 2 a 3 semanas.

2. **II Fase de Mejoramiento.**- desde las 6 a las 27 semanas. Al cumplir los 30 años el tiempo se debe aumentar en un 40%.

La duración será 20 minutos

La frecuencia de 1 a 4 veces por semana y posterior a 5 v/semana.

3. **III Mantenimiento.**- la misma que debe ser individualizada y debe cumplir con las necesidades del paciente.

Todo ejercicio que sea prescrito y supervisado como parte de una evaluación, es un método bien aceptado, siempre y cuando tenga el estímulo necesario para realizar dicha actividad. Hay suficientes estudios científicos que demuestran la importancia de una correcta intervención para lograr el objetivo propuesto (Chobanian AV, 2014).

CAPITULO III. JUSTIFICACIÓN Y METODOLOGÍA

4. JUSTIFICACIÓN

La formación continua es parte del enriquecer el quehacer médico, es así que los posgrados proporcionan herramientas para solventar de mejor manera las demandas y exigencias en nuestro ejercicio profesional, aquilatando así cada uno de nuestros conocimientos.

La inactividad física es un problema de salud pública, especialmente en los países desarrollados. La evidencia científica demuestra claramente los efectos beneficiosos del ejercicio sobre salud de las personas, inclusive disminuyendo la mortalidad por enfermedad cardiovascular (Kodama S, 2009). Las personas que tienen la costumbre de realizar ejercicios bajo una buena prescripción, presentan un mejor estilo de vida, los gastos de atención en salud son más bajos y hay menos complicaciones posteriores con relación a su deambulación. (Brach JS, 2003) (Nguyen HQ, 2008)

El número de pacientes pre hipertensos que desarrollan posteriormente hipertensión aumenta con el pasar de los años, la alteración en la presión arterial afecta tanto a la presión arterial sistólica aislada o combinada, sistólica y diastólica, llegando a la población de 65 años a cifras abismales (Kaplan NM, 2014)

El presente estudio nace de la necesidad de implementar nuevas estrategias para prescribir ejercicio, con un sustento apropiado y acorde a cada paciente, fomentando así el manejo holístico poco implementado por el personal sanitario, e idealmente generar una cultura de deporte en la población general, apoyando a la prevención de salud primaria, secundaria, terciaria y cuaternaria.

5. HIPÓTESIS

La prescripción del ejercicio físico con software mejora la presión arterial frente al ejercicio recomendado por la AHA, en hombres y mujeres prehipertensas cuyas edades estén comprendidas entre los 20 años hasta los 60 años de edad, en el periodo comprendido de Abril a Mayo de 2016 que han acudido al Centro Médico Ambulatorio MEFADE de la ciudad de Quito.

6. OBJETIVOS

5.1.General: Comparar el efecto del ejercicio físico prescrito con software frente a la actividad física recomendada por la AHA, y el efecto en la presión arterial en hombres y mujeres prehipertensas cuyas edades estén comprendidas entre los 20 años hasta los 60 años de edad, en el periodo comprendido de abril a mayo de 2016 que han acudido al Centro Médico Ambulatorio MEFADE de la ciudad de Quito.

5.2.Específicos: Analizar los datos obtenidos en el objetivo general.

6. METODOLOGÍA

6.1. Tipo de estudio

- ✓ Diseño cuasi experimental grupo control no equivalente
- ✓ *LUGAR:* Centro de Atención Medica Ambulatoria MEFADE
- ✓ *TIEMPO:* Abril a mayo del 2016

6.2.Criterios de inclusión

Se incluyeron 58 pacientes entre hombres y mujeres pre hipertensas, repartidos en 2 grupos de 29 personas que cumplan con la clasificación JNC8, mayores de 20 años y menores de 60 que decidieron participar en el estudio.

6.3.Criterios de exclusión

Se excluyó todos aquellos pacientes diabéticos, con patología cardiaca que sean parte de los criterios de contraindicaciones absolutas del presente estudio, hernia discal preexistente, patología asociada a trastornos discales compresivos, deportistas con problema cardiaco preexistente, epilépticos. Además se excluyó a quienes manifestaron el no deseo de continuar con el ejercicio.

Contraindicaciones absolutas (Strath SJ, 2013)

1. Infarto de miocardio agudo (dentro de dos días)
2. La angina inestable
3. Arritmias cardíacas incontroladas causan síntomas o compromiso hemodinámico
4. Estenosis aórtica severa sintomática
5. Insuficiencia cardíaca sintomática no controlada
6. Embolia pulmonar aguda o infarto pulmonar
7. Miocarditis aguda o pericarditis
8. Endocarditis activa
9. La disección aórtica aguda

10. Trastorno no cardíaco aguda que puede afectar el rendimiento del ejercicio o agravaciones por el ejercicio (por ejemplo, infección, insuficiencia renal, tirotoxicosis)
11. La incapacidad para obtener el consentimiento

Contraindicaciones Relativas (Strath SJ, 2013)

1. La estenosis coronaria izquierda principal o su equivalente
2. Enfermedad cardíaca valvular estenótica moderada
3. Alteraciones electrolíticas
4. Hipertensión grave (sistólica ≥ 200 mmHg y / o diastólica ≥ 110 mmHg)
5. Taquiarritmias o bradiarritmias, incluyendo fibrilación auricular con frecuencia ventricular no controlada
6. La miocardiopatía hipertrófica y otras formas de obstrucción del tracto de salida
7. Impedimento físico o mental que conduce a la incapacidad para cooperar
8. Bloqueo auriculoventricular de alto grado

6.4. Universo y participantes

Para el cálculo muestral se usó el EPI Info Unmatched Case Control Study (Comparison of ILL and NOT ILL), con los siguientes datos:

Two-Sided Confidence level:	95%
Power:	80%
Ratio of Controls to cases:	1
Percent of controls exposed:	85%

Tabla 6: Cálculo muestral EPI Info Unmatched Case Control Study (Comparison of ILL and NOT ILL)

	Kelsey	Fleiss	Fleiss w/CC
Cases	29	27	33
Controls	29	27	33
Total	58	54	66

Elaborado por: Esteban Arroyo

Un total de 58 pacientes prehipertensos fueron captados y decidieron de manera voluntaria participar en el estudio.

6.5. Procesamiento de la recolección de la información

6.5.1. Fuentes:

Se utilizó las historias Clínicas del Centro de Atención Médica Ambulatoria MEFADE, recogiendo la información de las medidas de la presión arterial tanto sistólica como diastólica medido en mmHg, frecuencia cardiaca que fue reportada en latidos por minutos, índice de masa corporal, volumen de oxígeno máximo medido en ml/kg/min, guardando respeto a los acuerdos del consentimiento informado. Las personas que formaron parte del estudio fueron catalogadas como prehipertensos de acuerdo al JNC8.

La presión arterial fue medida por tensiómetros de marca Riester Ri-san y fonendoscopios 3M Littmann Lightweight II.

Las medidas antropométricas fueron tomadas por un médico acreditado por ISAK del Centro de Atención Médica Ambulatoria MEFADE quien registró el peso, la talla, y medidas (pliegues, diámetros y perímetros) los mismos que fueron medidos con Caliper Lange Skinfold. Para las pruebas de esfuerzo (Bruce Modificado) se utilizó una caminadora

sin fin modelo Norditrack X9i y relojes cardiacos POLAR rs300x proporcionados por MEFADE.

Consumo de Oxigeno. Se realizó una prueba maximal (Bruce Modificado) proporcionado por las instalaciones de MEFADE. Previa a la evaluación se realizó un calentamiento de 10 minutos y estiramiento de 1 minuto de miembros inferiores, utilizando zapatos deportivos de no más de 6 meses de uso.

Luego de la realización del test, se explicó los hallazgos y las recomendaciones de cada uno de los participantes, se acordó compromisos y voluntad para realizar la prescripción de los mismos.

De acuerdo al cálculo muestral, se contó con 58 pacientes entre hombres y mujeres atendidos en el Centro Medico Ambulatorio MEFADE, que han sido catalogados como prehipertensos y que, de manera voluntaria, desearon ser parte de la investigación; fueron evaluados en 2 grupos de 29 personas, el un grupo recibió la prescripción de acuerdo al software y el segundo grupo de acuerdo a las recomendaciones del AMERICAN HEART ASSOCIATION.

Las historias clínicas registraron la presión arterial, peso, talla, IMC, toma de medias antropométrica, test de Bruce modificado, antes y después de cada prescripción, se atendió a 10 pacientes por día con un tiempo no mayor a 1 hora para cada evaluación.

Al primer grupo fueron asignados 29 pacientes y se les prescribió ejercicio según los datos arrojados por el software por el lapso de un mes; Al segundo grupo de 29 pacientes se indicó el ejercicio estándar de acuerdo a las recomendaciones del AMERICAN HEART ASSOCIATION por el lapso de un mes.

Un personal de la empresa colaboró para la toma de las medidas y la recolección de los datos. El personal de MEFADE realizó el control y seguimiento de la prescripción del ejercicio, la misma que fue evaluada por vía telefónica y como parte de una consulta en dicha casa de salud. El control físico se realizó a los 15 días posteriores al inicio del plan de ejercicios.

La prescripción del ejercicio mediante el software fue realizada de manera individualizada, mediante el porcentaje de frecuencia cardíaca, no mayor al 69% y no menor al 50% de la frecuencia cardíaca máxima del participante. Se recetó el ejercicio de acuerdo al promedio de dichas referencias, una distancia en kilómetros se completó en un tiempo dado por el software. Para la determinación de la frecuencia cardíaca se utilizó un reloj cardíaco POLAR rs300x. Los pacientes, de manera voluntaria, realizaron la práctica de acuerdo a disponibilidad de tiempo de los mismos, 5 días a la semana con descanso de 2 días por 1 mes.

En el grupo del AMERICAN HEART ASSOCIATION, fueron sometidos a actividad aeróbica de moderada a vigorosa intensidad y se utilizó las siguientes pautas:

Realizaron al menos 150 minutos (2 horas y 30 minutos) por semana de actividad física de moderada intensidad. Realizaron flexibilidad y ejercicios de estiramiento, un minuto por cada paquete muscular. Además se indicó a los pacientes suspender el ejercicio si se presenta alguna novedad de acuerdo a las guías de ACSM como: baja perfusión periférica, mareo, dolor opresivo en el pecho, sensación inminente de muerte, o por voluntad a suspender el ejercicio. Al término del mes se realizó una nueva toma de presión arterial, medidas antropométricas, test de Bruce modificado, se anotaron y analizaron los resultados.

Durante la investigación no hubo pérdidas en el seguimiento de los participantes

6.5.2. Instrumento:

Base de datos donde se recolectó resultados e información de historia clínica.

6.6. Plan de análisis de datos:

Para comparar la capacidad diagnóstica de las pruebas se realizó:

✓ **Estadístico Wilcoxon**

✓ **T student**

6.6.1. Programa estadístico.

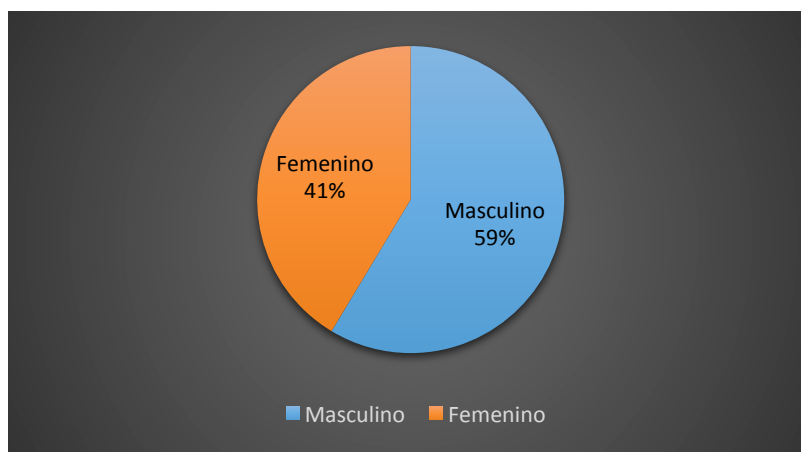
SPSS IBM versión 23, Epidat 4,1, para tabulación de variables además de elaboración de la base de datos.

CAPITULO IV. RESULTADOS DEL ESTUDIO

7. RESULTADOS:

Formaron parte del estudio 58 sujetos prehipertensos entre hombres y mujeres, de los cuales ingresaron al azar un número de 29 participantes al grupo de prescripción de ejercicio con software y 29 pacientes al grupo de ejercicio según las recomendaciones de la AHA (American Heart Association).

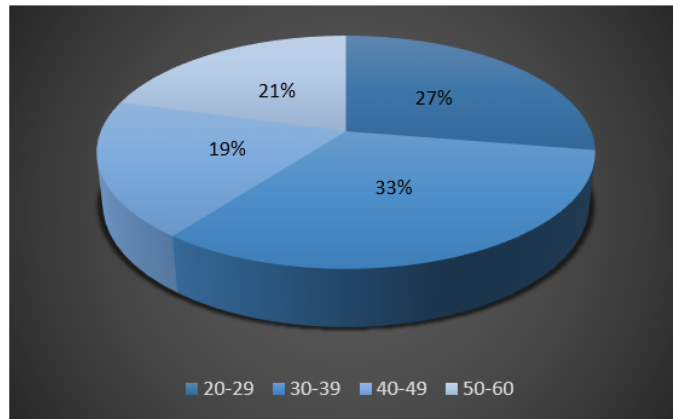
Ilustración 1: Porcentaje de participantes de acuerdo al género en el grupo American Heart Association.



Fuente: Datos obtenidos de la historia clínica de pacientes participantes entre abril y mayo de 2016 en el Centro Médico Ambulatorio MEFADE.

Del total de 58 voluntarios 59% corresponden al sexo masculino y el 41% al sexo femenino.

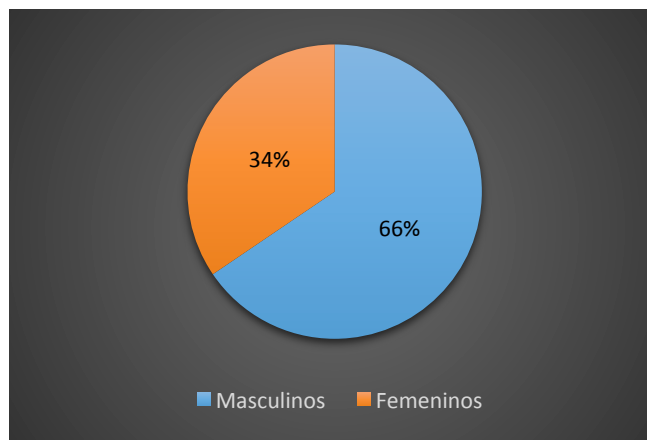
Ilustración 2: Porcentaje de participantes por grupo etario en el la prescripción del ejercicio con las recomendaciones del American Heart Association



Fuente: Datos obtenidos de la historia clínica de pacientes participantes entre abril y mayo de 2016 en el Centro Médico Ambulatorio MEFADE.

Al recolectar los datos se evidenció que el 21% estuvieron en edades comprendidas entre 50 y 60 años de edad, el 19% entre los 40 años y 49 años, el 33% entre los 30 años y 39 años y el 27% entre los 20 y 29 años.

Ilustración 3: Porcentaje de participantes de acuerdo al género en el grupo software



Fuente: Datos obtenidos de la historia clínica de pacientes participantes entre abril y mayo de 2016 en el Centro Médico Ambulatorio MEFADE.

Tras intervención de cada grupo y la recolección de datos se analizó las variables para determinar el impacto en la presión arterial, frecuencia cardíaca, VO_{2max} , e IMC, obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla 7: Mejoría clínica en la población de estudio con la prescripción del ejercicio mediante software

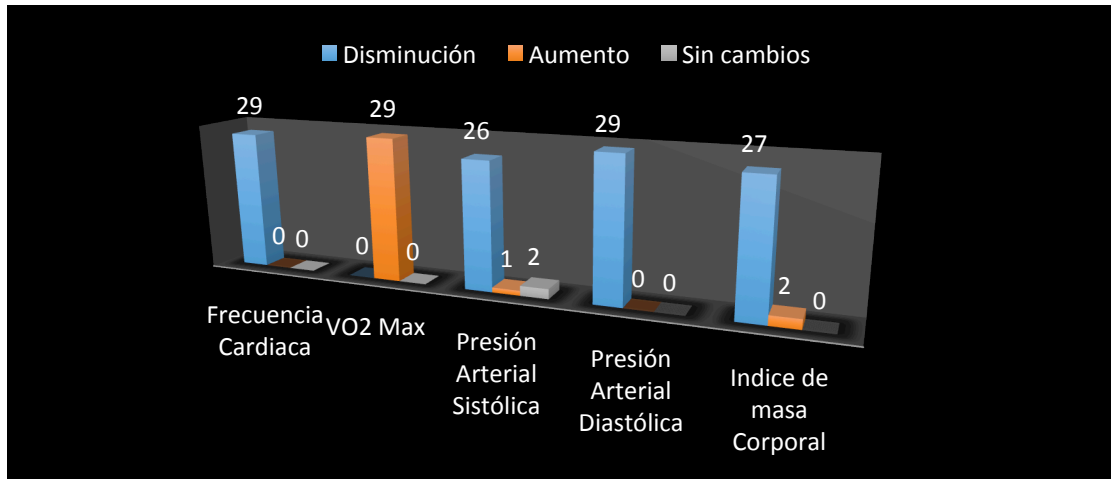
Variable	Disminución	Aumento	Sin Cambios	Prueba no paramétrica de Wilcoxon	Valor de p
FC	29	0	0	419,000	$P<0,001$
VO_{2max}	0	29	0	0	$P<0,001$
TAS	26	1	2	425,000	$P<0,001$
TAD	29	0	0	436,000	$P<0,001$
IMC	27	2	0	423,000	$P<0,001$

FC: Frecuencia Cardíaca, VO_{2max} : cantidad máxima de oxígeno, TAS: presión Arterial Sistólica, TAD: presión Arteria Diastólica, IMC: Índice de Masa Corporal.

Fuente: Datos obtenidos de la historia clínica de pacientes participantes entre abril y mayo de 2016 en el Centro Médico Ambulatorio MEFADE.

Los participantes que fueron ejercitados mediante el software mostraron mejoría clínica al disminuir la frecuencia cardíaca en el 100% de la población de estudio, presión arterial sistólica en el 89,6%, presión arterial diastólica en el 100%, e índice de masa corporal en el 93,1%, El aumento de la VO_{2max} se evidenció en el 100% del grupo.

Ilustración 4: Mejoría clínica en la población de estudio con la prescripción del ejercicio mediante software.



Fuente: Datos obtenidos de la historia clínica de pacientes participantes entre abril y mayo de 2016 en el Centro Médico Ambulatorio MEFADE.

Tabla 8: Eficacia de la prescripción del ejercicio con software.

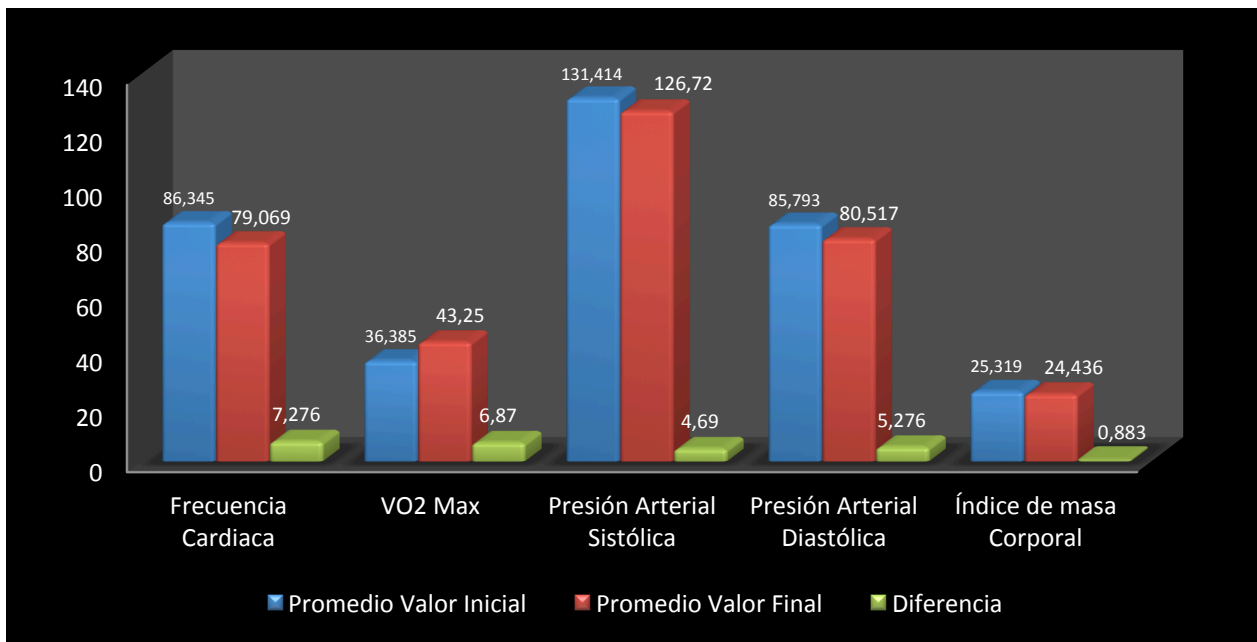
Variable	Promedio Valor Inicial (n=29)	Promedio Valor Final (n=29)	Diferencia	Distribución T de Student	Valor p
FC	86,345	79,069	7,276	6,77	$P<0,001$
VO _{2max}	36,385	43,25	6,87	-9,084	$P<0,001$
TAS	131,414	126,72	4,69	6,15	$P<0,001$
TAD	85,793	80,517	5,276	11,212	$P<0,001$
IMC	25,319	24,436	0,883	7,557	$P<0,001$

FC: Frecuencia Cardíaca, VO_{2max}: cantidad máxima de oxígeno, TAS: presión Arterial Sistólica, TAD: presión Arteria Diastólica, IMC: Índice de Masa Corporal.

Fuente: Datos obtenidos de la historia clínica de pacientes participantes entre abril y mayo de 2016 en el Centro Médico Ambulatorio MEFADE.

Con un promedio de 86 latidos por minuto en la población de estudio se evidenció una mejoría importante, reduciendo la misma en 7 latidos por minuto tras un mes de prescripción. El volumen de oxígeno máximo incrementó en 6,87 ml-Kg-min. Se observó una disminución de 4,69 mmHg en la presión arterial sistólica y 5,276 mmHg en la diastólica.

Ilustración 5: Eficacia de la prescripción del ejercicio con software.



Fuente: Datos obtenidos de la historia clínica de pacientes participantes entre abril y mayo de 2016 en el Centro Médico Ambulatorio MEFADE.

Tabla 9: Mejoría clínica en la población de estudio con la prescripción del ejercicio mediante las recomendaciones del American Heart Association.

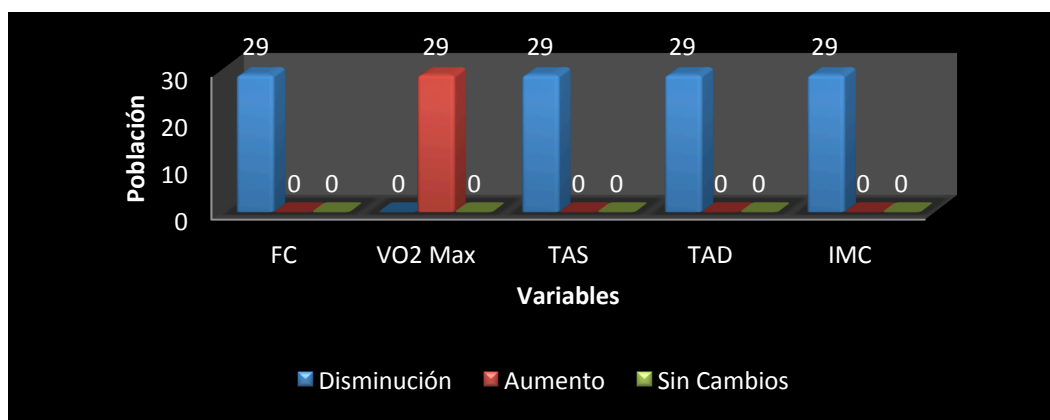
Variable	Disminución	Aumento	Sin Cambios	Prueba no paramétrica de Wilcoxon	Valor de P
FC	29	0	0	435,000	$P<0,001$
VO _{2max}	0	29	0	0,000	$P<0,001$
TAS	29	0	0	435,000	$P<0,001$
TAD	29	0	0	435,000	$P<0,001$
IMC	29	0	0	435,000	$P<0,001$

FC: Frecuencia Cardíaca, VO_{2max}: cantidad máxima de oxígeno, TAS: presión Arterial Sistólica, TAD: presión Arteria Diastólica, IMC: Índice de Masa Corporal.

Fuente: Datos obtenidos de la historia clínica de pacientes participantes entre abril y mayo de 2016 en el Centro Médico Ambulatorio MEFADE.

Los participantes que fueron ejercitados mediante las recomendaciones del American Heart Association también mostraron mejoría clínica al disminuir la frecuencia cardíaca en el 100% de la población de estudio, al igual que la presión arterial sistólica y diastólica e índice de masa corporal. El aumento de la VO_{2max} también se evidenció en el 100% del grupo.

Ilustración 6: Mejoría clínica en la población de estudio con las recomendaciones del American Heart Association.



FC: Frecuencia Cardíaca, VO_{2max}: cantidad máxima de oxígeno, TAS: presión Arterial Sistólica, TAD: presión Arteria Diastólica, IMC: Índice de Masa Corporal

Fuente: Datos obtenidos de la historia clínica de pacientes participantes entre abril y mayo de 2016 en el Centro Médico Ambulatorio MEFADE.

Tabla 10: Eficacia de la prescripción del ejercicio por American Heart Association.

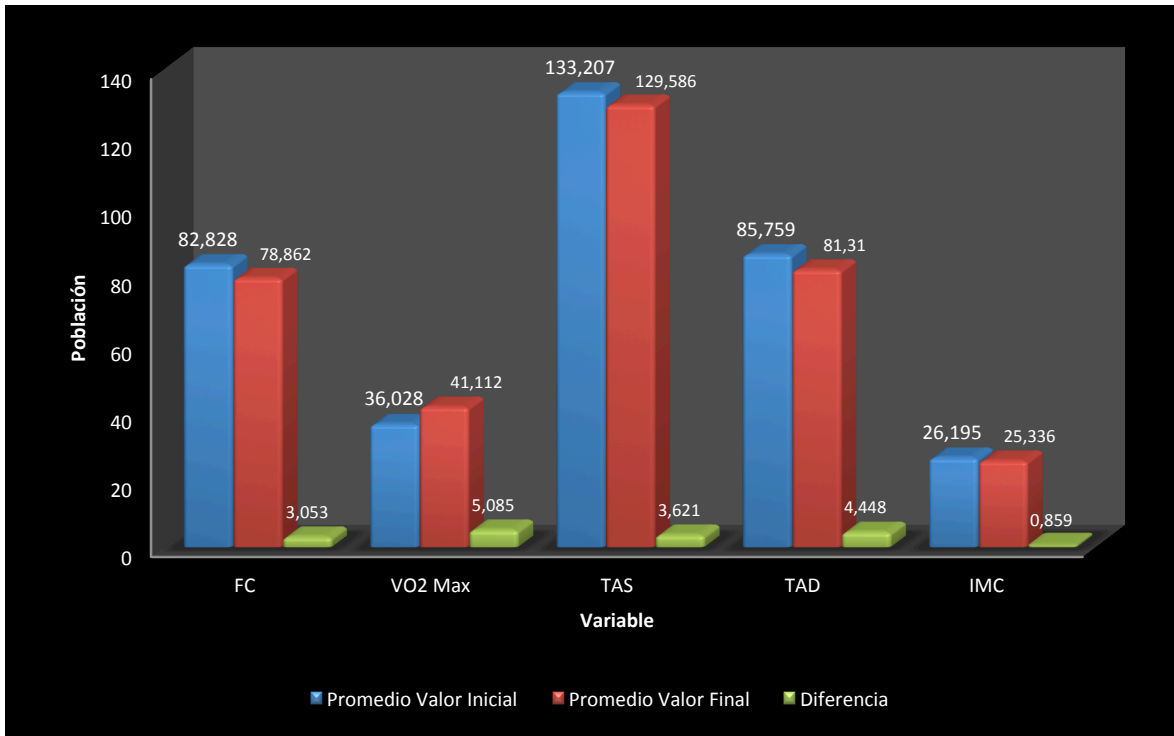
Variable	Promedio Valor Inicial (n=29)	Promedio Valor Final (n=29)	Diferencia	Distribución T de Student	Valor p
FC	82,828	78,862	3,053	8,907	$P<0,001$
VO _{2max}	36,028	41,112	5,085	-10,827	$P<0,001$
TAS	133,207	129,586	3,621	14,195	$P<0,001$
TAD	85,759	81,31	4,448	8,982	$P<0,001$
IMC	26,195	25,336	0,859	13,05	$P<0,001$

FC: Frecuencia Cardiaca, VO_{2max}: cantidad máxima de oxígeno, TAS: presión Arterial Sistólica, TAD: presión Arteria Diastólica, IMC: Índice de Masa Corporal.

Fuente: Datos obtenidos de la historia clínica de pacientes participantes entre abril y mayo de 2016 en el Centro Médico Ambulatorio MEFADE.

Con un promedio de 82 latidos por minuto en la población de estudio se evidenció una mejoría reduciendo la misma en 3 latidos por minuto tras un mes de prescripción. El Volumen de oxígeno máximo incrementa en 5,085 ml-Kg-min, se observó una disminución de 3,621 mmHg en la presión arterial sistólica y 4,448 mmHg en la diastólica.

Ilustración 7: Eficacia de la prescripción del ejercicio por American Heart Association.



Fuente: Datos obtenidos de la historia clínica de pacientes participantes entre abril y mayo de 2016 en el Centro Médico Ambulatorio MEFADE.

Tabla 11: Comparación de los resultados finales de las variables posterior a la prescripción del ejercicio por grupo.

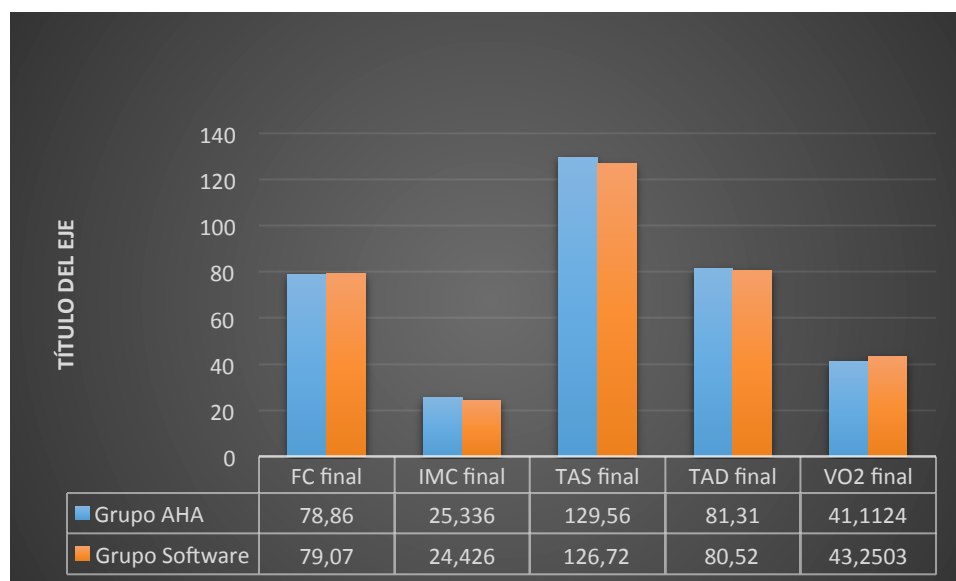
Variable	Grupo AHA (Desv. Estándar)	Grupo Software (Desv. Estándar)
FC final	78,86 (9.757)	79,07 (9.654)
IMC final	25,336 (3.728)	24,426 (4.068)
TAS final	129,56 (5.117)	126,72 (4.131)
TAD final	81,31 (4.150)	80,52 (3.460)
VO _{2max} final	41,1124 (6.18100)	43,2503 (7.04124)

FC: Frecuencia Cardíaca, VO_{2max}: cantidad máxima de oxígeno, TAS: presión Arterial Sistólica, TAD: presión Arteria Diastólica, IMC: Índice de Masa Corporal, AHA: American Heart Association

Fuente: Datos obtenidos de la historia clínica de pacientes participantes entre abril y mayo de 2016 en el Centro Médico Ambulatorio MEFADE.

Al confrontar los resultados finales de las prescripciones, se evidenció que la frecuencia cardíaca en el grupo de la AHA fue de 78,86 latidos por minuto frente a 79,07 latidos a favor del software, el índice de masa corporal fue de 25.336 en el grupo AHA y 24.426 en el grupo software. El promedio de la presión arterial sistólica fue de 129.56 mmHg y 126.72 mmHg, gracias a las recomendaciones del American Heart Association y el software respectivamente. Se obtuvo un promedio de 81,31 mmHg en la prescripción del ejercicio de la AHA y de 80.52 por software. El VO₂max obtuvo un promedio de 41.1124 ml/kg/min mediante AHA y 43.2503 ml/kg/min por software.

Ilustración 8: Comparación de los valores iniciales previo a la prescripción del ejercicio de ambos grupos.



FC: Frecuencia Cardíaca, VO₂max: cantidad máxima de oxígeno, TAS: presión Arterial Sistólica, TAD: presión Arteria Diastólica, IMC: Índice de Masa Corporal.

Fuente: Datos obtenidos de la historia clínica de pacientes participantes entre abril y mayo de 2016 en el Centro Médico Ambulatorio MEFADE.

Tabla 12: Resultados iniciales independientes de la prescripción del ejercicio del American Heart Association frente al software.

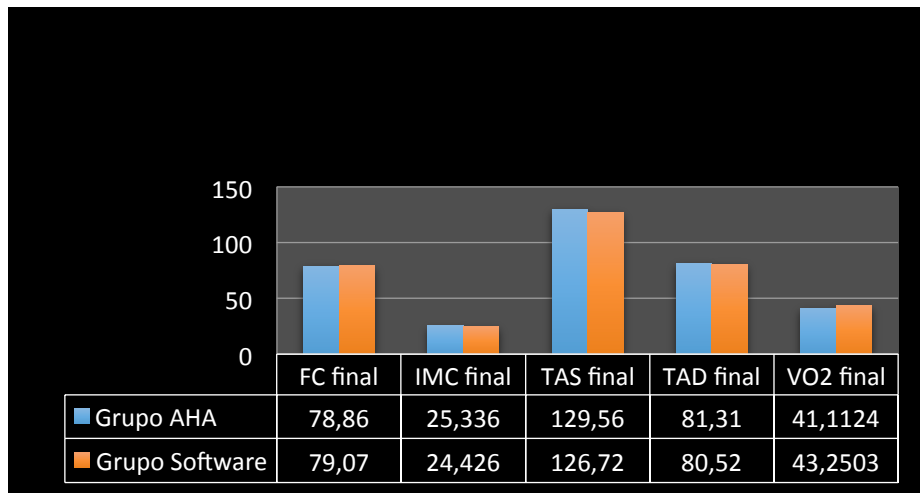
Variable	TEST DE 2 COLAS	DIFERENCIA ESTANDARIZADA DE MEDIDAS	DIFERENCIA ESTANDAR DE ERROR
FC inicial	0,237	-3.517	2,94
IMC inicial	0,407	0,8765	1,048
TAS inicial	0,157	1,793	1,251
TAD inicial	0,972	-0,034	0,989
VO _{2max} inicial	0,83	-0,35759	1,65951

FC: Frecuencia Cardiaca, VO_{2max}: cantidad máxima de oxígeno, TAS: presión Arterial Sistólica, TAD: presión Arteria Diastólica, IMC: Índice de Masa Corporal.

Fuente: Datos obtenidos de la historia clínica de pacientes participantes entre abril y mayo de 2016 en el Centro Médico Ambulatorio MEFADE.

Los datos arrojados por el sistema nos indica que las variables del presente estudio no fueron estadísticamente significativos, por lo tanto, la frecuencia cardiaca, índice de masa corporal, presión arterial sistólica, presión arterial diastólica y volumen de oxígeno máximo eran comparables entre sí, al iniciar la investigación.

Ilustración 9: Comparación de la prescripción del ejercicio de acuerdo al grupo de entrenamiento prescrito.



FC: Frecuencia Cardíaca, VO_{2max}: cantidad máxima de oxígeno, TAS: presión Arterial Sistólica, TAD: presión Arteria Diastólica, IMC: Índice de Masa Corporal.

Fuente: Datos obtenidos de la historia clínica de pacientes participantes entre abril y mayo de 2016 en el Centro Médico Ambulatorio MEFADE

Tabla 13: Resultados al término de la prescripción del ejercicio del American Heart Association frente al software.

	Valor de P en 2 colas	Diferencia Significativa
FC Final	0,936	-0,207
IMC Final	0,383	0,900
TAS Final	0,023	2,862
TAD Final	0,433	0,793
VO _{2max} Final	0,224	-2,13793

FC: Frecuencia Cardíaca, VO_{2max}: cantidad máxima de oxígeno, TAS: presión Arterial Sistólica, TAD: presión Arteria Diastólica, IMC: Índice de Masa Corporal.

Fuente: Datos obtenidos de la historia clínica de pacientes participantes entre abril y mayo de 2016 en el Centro Médico Ambulatorio MEFADE.

Al finalizar el estudio se obtuvo una diferencia estadísticamente significativa a favor de la prescripción del ejercicio proporcionado por el software, con un valor de p de 0.023.

Se demostró una disminución de 2.862 mmHg en la presión arterial sistólica.

CAPITULO V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

8. DISCUSIÓN:

Para empezar el análisis de los resultados es necesario indicar que los conceptos entre ejercicio y actividad física deben ser enfocados desde el punto de vista de la Asociación Americana del Corazón (AHA), es decir abordando el tema hacia la prevención de la elevación y reducción de los niveles de tensión arterial, este es un matiz importante para este trabajo ya que su objetivo es totalmente diferente en la práctica clínica que nos vamos a centrar en la población que estudiamos, así tenemos:

El término "ejercicio" es una forma de actividad física estructurada y planificada, repetitiva, cuyo objetivo principal es de mejorar o mantener uno o más componentes de la condición física (Adler Y, 2008).

La actividad física se define como movimiento corporal, como consecuencia de la contracción del músculo esquelético que produce un aumento en el gasto de energía por encima del nivel basal (Adler Y, 2008).

Al analizar cómo influye el ejercicio con relación a los parámetros del perfil de condición física, observamos que el gasto cardiaco aumenta de forma gradual; por cambios fisiológicos de vasodilatación periférica que modifican: la frecuencia cardiaca y el

volumen sistólico, hecho conocido por estudios anteriores sobre la fisiología del ejercicio, inicialmente se presenta un aumento de la presión arterial con el esfuerzo que se realiza durante el ejercicio, pero este suele ser menor que el aumento en el gasto cardíaco, debido a una significativa disminución de la resistencia vascular periférica y es ahí donde vienen los beneficios sobre los niveles de tensión arterial, esta distribución del flujo sanguíneo se ve influenciado por la vasoconstricción arterial simpática y la vasodilatación a nivel del músculo esquelético, por disminuciones locales de pH y PaO₂, y el aumento local de potasio, adenosina, y el óxido nítrico (McArdle WD, 2007) (Cornelissen VA, 2013) (JT., 1987). (Gledhill N, 1999) (Owen N, 2010).

Tomando en cuenta el breve repaso de la fisiología del ejercicio mencionada anteriormente la propuesta de este estudio es que un ejercicio prescrito sistemáticamente y de manera individualizada provee mejores resultados sobre los niveles de tensión arterial que las recomendaciones proporcionadas por la AHA; Así tenemos que los resultados del estudio, con una distribución normal de los datos obtenidos entre los dos grupos y sin evidenciarse diferencias estadísticamente significativas en las mediciones iniciales, para homogenizar los grupos, se interpretan de la siguiente manera:

Veinte y nueve participantes que fueron sometidos a la prescripción de ejercicio con software presentaron mejoría en la medición de sus variables, en relación a los valores iniciales de frecuencia cardíaca presentaron disminución de la misma con un valor aproximado de 7 latidos por minuto, el volumen de oxígeno máximo en todos ellos incrementó en un valor de 6,97 ml/kg/min en promedio.

Veinte y seis sujetos tuvieron una disminución en su presión arterial sistólica con un promedio de 4.69 mmHg, uno de los participantes no presentó ninguna modificación y dos

no mejoraron. Con relación a la presión arterial diastólica, todos los participantes tuvieron un efecto benéfico al disminuir un promedio de 5.276 mmHg, el índice de masa corporal marco una diferencia de 0.833 en promedio, solo 27 pacientes mejoraron en esta variable.

Los participantes que fueron sometidos al esquema recomendado por la AHA presentaron mejoría en varios parámetros, disminuyendo la frecuencia cardiaca con un valor aproximado de 3 latidos por minuto, el volumen de oxígeno máximo en la sangre incremento en un valor de 5.085 ml/kg/min, todos disminuyeron su presión arterial sistólica con un promedio de 3,621 mmHg, con relación a la presión arterial diastólica todos los participantes tuvieron un efecto benéfico al disminuir un promedio de 4,448mmHg, la totalidad de los participantes en el esquema recomendado por la AHA presento una mejoría del 0,859 del IMC.

Los hallazgos relevantes del estudio fueron en la optimización en ambos grupos de los niveles de tensión arterial específicamente a la disminución de los niveles de tensión arterial sistólica, ambas mediciones presentaron una diferencia estadísticamente significativa con una p menor de 0,05 a favor del ejercicio prescrito por software, disminuyendo la presión arterial sistólica, en 2,862 mmHg, comparada con el esquema de la AHA, hecho que replica resultados ya observados en estudios anteriores sobre evaluación el ejercicio aeróbico, en los cuales se encontró una disminución la presión arterial sistólica con un promedio de reducción fluctuante entre 2 a 15 mmHg (Cornelissen VA, 2013).

Esta diferencia estadísticamente significativa con relación a la presión arterial sistólica a pesar de ser un hallazgo esperable y beneficioso debe ser interpretado con cuidado, ya que

en general la disminución del riesgo cardiovascular requiere la reducción tanto en presión sistólica como diastólica (Chobanian AV, 2014).

El Volumen máximo de oxígeno no aumenta significativamente en el estudio; probablemente esto se debe a que es un parámetro de condición física que requiere mayor tiempo de entrenamiento con al menos 6 meses de práctica continua para evidenciar un aumento que repercuta en la condición del sujeto (Duncan JJ, 1985).

El gasto cardíaco mejoró en ambos grupos; las personas que participaron en la prescripción del ejercicio proporcionada por el software mejoraron con 6,87 ml/kg/min versus la prescripción de la AHA que aumento en 5,085 ml/kg/min. Estudios similares del gasto cardíaco y ejercicio han demostrado aumento en aproximadamente 5 ml/min por cada 1 ml/min de aumento de VO_{2max} (Yoshida T, 1997).

La disminución de la frecuencia cardíaca como objetivo no es necesario ni esperable debido a la duración del ejercicio prescrito y el esquema estudiado en este trabajo ya que para evidenciar diferencias estadísticamente relevantes se requiere de una prolongación en el tiempo de la actividad y dentro del enfoque del estudio situación se encasilla en la delgada línea entre el ejercicio y entrenamiento que debe ser objeto de un análisis independiente.

Los parámetros medidos en ambos grupos a excepción de la tensión arterial sistólica fluctuaron de manera parecida con relación a parámetros de condición física, sin encontrarse diferencias estadísticamente significativos, con un aporte a la disminución del riesgo cardiovascular en igual medida, hecho evidenciado en estudios anteriores y guías de manejo de hipertensión arterial vigentes en el manejo (Chobanian AV, 2014).

Lo antes expuesto traduce que sólo se requiere de ejercicio con intensidad moderada para el mejoramiento cardiovascular, sin tener que aumentar la intensidad del ejercicio para la mejoría sustancial en la capacidad aeróbica como objetivo primordial, el hallazgo en nuestra población de pre hipertensos es esperable en base a la literatura mundial, sin embargo con respecto al uso rutinario de la prescripción de ejercicio son necesarios estudios de mayor duración y con mayor número de pacientes para evaluar y establecer claramente los beneficios del uso rutinario del software de prescripción, siendo nuestros resultados alentadores hacia su recomendación.

El presente estudio demuestra una capacidad similar para optimizar los niveles de tensión arterial en pacientes prehipertensos entre el esquema de actividad física de la AHA y el indicado por la prescripción con software del estudio, en análisis más detallados se evidencia una diferencia estadísticamente significativa en los niveles de presión arterial sistólica entre ambos grupos, este detalle que se ha presentado de manera esporádica en otros estudios de parecida concepción, crean la necesidad de la realización de ensayos clínicos que evidencien a largo plazo el beneficio de esta práctica en pacientes prehipertensos e hipertensos, hay que tener en cuenta que el esquema de la AHA es recomendado en pacientes con niveles de hipertensión ya establecidos donde el beneficio de esta reducción se encuentra comprobado con anterioridad (Whelton SP, 2002).

El hallazgo de este estudio corrobora la hipótesis planteada, y sugiere que el conocimiento actual acerca de los niveles de tensión arterial y su control, en relación a la actividad física deben ir dirigida al uso de esquemas individualizados de prescripción de ejercicio, con esto obtener mejorías específicas y puntuales al respecto, se deben realizar estudios en poblaciones más estratificadas para obtener resultados que proporcionen datos más

fidedignos tanto de los beneficios como de las implicaciones sobre cada variable medida en relación a la prevención del riesgo cardiovascular inherente a esta patología.

La hipertensión arterial al ser un problema de salud pública, necesita que este tipo de iniciativas sean masificadas ya que el esquema de ejercicio es una intervención mínimamente invasiva que aporta grandes beneficios al manejo de la patología, el hallazgo significativo de este estudio cuando se prescribe ejercicio sugiere que una individualización de esta intervención de acuerdo a las características de cada sujeto es lo más recomendable y que el manejo debe ser abordado de manera multidisciplinaria, además teniendo en cuenta que el conocimiento acerca del valor de la prescripción del ejercicio por los profesionales de la salud como un beneficio para sus pacientes hipertensos y no hipertensos es aun escaso en la práctica clínica de nuestro país, estos resultados cimentan el inicio de estudios más detallados y de mayor tamaño en nuestro medio donde quizá factores demográficos como la altitud, etnia o alimentación influyan tanto en la forma de prescripción como en la modificación específica de cada variable (Yoshida T,1997) (Dickinson HO,2006).

CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DEL ESTUDIO

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1. CONCLUSIÓN.

La prescripción de ejercicio con software estabiliza e incluso reduce los niveles de presión arterial sistólica en pacientes prehipertensos en niveles estadísticamente significativos en mayor medida que el esquema recomendado por la AHA, lo que hace suponer que constituye una valiosa herramienta no invasiva para prevención de riesgo cardiovascular y control de la hipertensión arterial.

9.2. RECOMENDACIONES:

- Se recomienda la realización de estudios con mayor número de pacientes, valorando parámetros como etnia y altitud donde habitan para conocer si pueden afectar y/o modificar los resultados de las variables medidas, y también para corroborar los resultados del presente trabajo.
- Se recomienda socialización y actualización constante del personal responsable en el tema de la prescripción del ejercicio.
- Se recomienda el uso de esta herramienta por personal médico de manera general, poniendo en énfasis la necesidad de trabajar de manera conjunta con otras especialidades como por ejemplo Medicina Familiar, Cardiología entre otras, y buscar más beneficios que pueda proporcionar este tipo de prescripción en nuestra población.
- Es necesario generar políticas de estado que permitan buscar un beneficio conjunto de la sociedad general y los gobiernos de turno, reducir costos estatales y buscar siempre la prevención de comorbilidades en nuestra población.

CAPITULO VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

10. BIBLIOGRAFÍA

- Adler Y, F. E.-M. (2008). Left ventricular diastolic function in trained male weight lifters at rest and during isometric exercise. *Am J Cardiol*, 102, 97-101.
- Barengo NC, H. G. (2005). Baja actividad física como factor predictivo para el tratamiento con fármacos antihipertensivos en las poblaciones de 25-64 años de edad en Finlandia oriental y occidental del sur. *J Hypertens*, 23: 293.
- Brach JS, F. S. (2003). Physical activity and functional status in community-dwelling older women: a 14-year prospective study. *Arch Intern Med*, 163.
- Chobanian AV, B. G. (2014). National Heart, Lung, and Blood Institute Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment The Eight Report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure: the JNC 7. *JAMA*, 12.
- Collins MA, C. K. (1989). Relation of plasma volume change to intensity of weight lifting. *Med Sci Sport Exerc*, 178-185.
- Cornelissen VA, B. R. (2013). Los ejercicios de resistencia son beneficiosos para presión arterial ambulatoria: una revisión sistemática y meta-análisis. *J Hypertens*, 31: 639.
- Dickinson HO, M. J. (2006). Intervenciones de estilo de vida para reducir la presión arterial: una revisión sistemática de ensayos controlados aleatorios. *J Hypertens*, 24: 215.
- Duncan JJ, F. J. (1985). Los efectos del ejercicio aeróbico sobre las catecolaminas en plasma y la presión arterial en pacientes con hipertensión esencial leve. *JAMA*, 254: 2609.
- Fagard RH, C. V. (2007). Incidence of cardiovascular events in white-coat, masked and sustained hypertension vs. true normotension: a meta-analysis. *J Hypertens*, 25:2193–2198.
- Fleck SJ, D. (2003). Cardiovascular responses to strength training. (K. PV, Ed.) *Blackwell Science*, 387-406.
- Gledhill N, W. D. (1999). Hemoglobin, blood volumen, cardiac function and aerobic power. *Can J Appl Physiol*, 24:54-65.
- GS., F. (1987). Las respuestas hemodinámicas y neurohormonales en ejercicios dinámicos: los sujetos normales frente a los pacientes con enfermedades del corazón. *Circulation*, 76: VI11.
- Hagberg JM, S. M. (1989). Efecto del entrenamiento físico en personas de entre 60 y 69 años de edad con hipertensión esencial. *Am J Cardiol*, 64: 348.

- Hansen AH, N. M. (2011). Exercise training alters the balance between vasoactive compounds in skeletal muscle of individuals with essential hypertension. . *Hypertension* , 58:943.
- Jack H. Willmore, D. L. (2004). Fisiología del Esfuerzo y del Deporte. 5ta ed. . Barcelona S.L.: Paidotribo.
- JP., C. (1976). Ajustes circulatorios del ejercicio y el efecto del entrenamiento físico en sujetos normales activos y en pacientes con enfermedad arterial coronaria. . *Prog Cardiovasc Dis* , 18: 459.
- JT., P. (1987). Respuesta circulatoria a ejercer en la salud. . *Circulation* , 76: VI3.
- Kaplan NM, V. R. (2014). *Kaplan's Clinical Hypertension*. Philadelphia : Wolters Kluwer,.
- Kodama S, S. K. (2009). Cardiorespiratory fitness as a quantitative predictor of all-cause mortality and cardiovascular events in healthy men and women: a meta-analysis. *JAMA*, 301.
- Mathews CE, C. K. (2008). Amount of time spent in sedentary behaviors in the United States. *Am J Epidemiol*, 167:875.
- McArdle WD, K. F. (2007). *Exercise Physiology: Energy, Nutrition and Human Performance*. Philadelphia: Lippincott Williams y Wilkins.
- MD, H. (2011, octubre 17). *Departamento de Salud y Servicios Humanos de Estados Unidos de 2008*. Retrieved from Departamento de Salud y Servicios Humanos.: www.health.gov/PAGuidelines/guidelines/default.asp
- Nelson L, J. G. (1986). Effect of changing levels of physical activity on blood-pressure and haemodynamics in essential hypertension. . *Lancet* , 2:473.
- Nguyen HQ, A. R. (2008). Managed-Medicare health club benefit and reduced health care costs among older adults. . *Prev Chronic Dis* , 5:A14.
- Owen N, S. P. (2010). Sedentary behavior: emerging evidence for a new health risk. . *Mayo Clin Proc* , 85:1138.
- Ploutz-Snyder L, C. V. (1995). Resistance exercise-induced fluid shifts: change in active muscle size and plasma volume. *Am J Physiol.*, 536-543.
- Ratamess NA, K. W. (2005). Androgen receptor content following heavy resistance exercise in men. *J steroid Biochem Mol Biol.*, 93:35-42.
- Ratamess, N. (2015). *Manual ACSM de Entrenamiento de la Fuerza y del Acondicionamiento Físico*. Badalona : Paidotribo .
- Rey CA, H. W. (1995). Los efectos a largo plazo de diferentes intensidades y formatos de la actividad física sobre las tasas de participación, fitness, y lipoproteínas en hombres y mujeres de 50 a 65 años. *Circulation*, 91: 2596.
- Rowell LB, O. D. (1990). Control del reflejo de circulación durante el ejercicio: quimio y mecanoreflexia. . *J Appl Physiol* , 69: 407.

- Somers VK, C. J. (1991). Efectos del entrenamiento de resistencia sobre la sensibilidad barorrefleja y la presión arterial en la hipertensión limítrofe. . *Lancet* , 337: 1363.
- Stewart KJ, B. A. (2005). Efecto del ejercicio sobre la presión arterial en las personas mayores: un ensayo controlado aleatorio. *Arch Intern Med*, 165: 756.
- Strath SJ, K. L. (2013). Guide to the assessment of physical activity: Clinical and research applications: A scientific statement from the American Heart Association. *Circulation* , 128:00.
- Wade O, J. B. (1962). El gasto cardíaco y el flujo sanguíneo regional: FA Davis,. *FA Davis*, 20-38.
- Whelton SP, C. A. (2002). Efecto del ejercicio aeróbico sobre la presión arterial: un meta-análisis de ensayos controlados aleatorios. . *Ann Intern Med*, 136: 493.
- Willmore JH, C. D. (2008). Physiology of Sport And Exercise. *Human Kinetics*.
- Wilmore JH, P. R. (1978). Physiological alterations consequent to circuit weight training. *Med Sci Sport*, 10.
- Yoshida T, N. K. (1997). Relationship between aerobic power, blood volume, and thermoregulatory responses to exercise-heat stress. *Med Sci Sport Exerc.*, 29:867-873.

CAPITULO VIII. DOCUMENTOS ANEXOS

11. . ANEXOS

ASPECTOS BIOÉTICOS:

Obtención del consentimiento informado: El cumplimiento de los objetivos del presente estudio no implica daño ni terapias experimentales a los pacientes; se firmará un consentimiento informado para autorizar la toma de la muestra y la participación de cada individuo. Dicha autorización deberá ser firmada por el paciente al inicio del estudio.

Confidencialidad: Se establece las características de confidencial y anónima a la participación de los pacientes en el estudio y se garantiza que dicha información permanezca confidencial mediante una carta de compromiso por parte del investigador.

Conflictos de Interés: No se declaran conflictos de interés el momento de realizar la investigación.

ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

Recursos Necesarios

- ✓ Recurso Humano: Investigador (Esteban Arroyo), familia amigos compañeros, personas que de manera voluntaria colaboren con el estudio.
- ✓ Materiales: encuestas, lapices, hojas de papel bond, cuaderno, marcadores, laptop, impresora, hoja de ejercicios impresa, software balanza y tallimetro welch allyn, software, test de estado de ánimo.
- ✓ Presupuesto 1500 dólares.

CRONOGRAMA DE TRABAJO

Actividades	MES AÑO 2016		
	Febrero	Abril	Mayo
Protocolo Plan	xxx	xx	
Marco Teórico	xxxx	xxxx	
Análisis de Datos de software			xx
Recolectar Datos en software		xxxx	xx
Conclusiones			xx
Recomendaciones		xxxx	x
Borrador 1		xxxx	x
Borrador 2			x
Entrega			xxx

x: semana.

Investigador:

- Md. Esteban Andrés Arroyo Mena

Comité de apoyo técnico:

- Dr. Oscar Concha Zambrano (Director del postgrado de medicina deportiva de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador).
- Dr. Marco Pino (Metodológico y docente del postgrado de Medicina Deportiva de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador).

Organización:

- Facultad Escuela de Medicina, Postgrado de Medicina Deportiva de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Patrocinador:

- Md. Esteban Andrés Arroyo Mena



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS

POSGRADO DE MEDICINA FAMILIAR

CONSENTIMIENTO INFORMADO

CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPANTES DE INVESTIGACIÓN

Este formulario se dirige a las personas pre hipertensas, que desean ser parte de una investigación de manera voluntaria y sin fines de lucro; con la finalidad de comparar una prescripción de ejercicio con software frente a las recomendaciones de la AHA para la disminución de la presión arterial.

Yo, Esteban Andrés Arroyo Mena posgradistas de tercer año de Medicina del Deporte de la PUCE, estoy investigando la prescripción del ejercicio físico con software frente a las recomendaciones del ejercicio de la AHA, y su efecto en la presión arterial de hombres y mujeres pre hipertensas, cuyas edades estén entre los 20 años hasta los 60 años de edad, en el periodo de abril a mayo de 2016 que han acudido al Centro Médico Ambulatorio “MEFADE” de la ciudad de Quito.

Si usted accede a participar, se le pedirá realizar actividad física de acuerdo a las recomendaciones de la AHA por 1 mes o la prescripción del ejercicio con software y se analizarán los resultados.

Su participación es totalmente voluntaria y de mucha importancia para todos. La información que se recoja será confidencial sin ningún otro objetivo fuera de los de esta investigación. Las respuestas serán anónimas al igual que los datos arrojados. Puede negarse a participar del proyecto sin que esto le perjudique de alguna forma.

Si tiene alguna duda, puede contactarse con el investigador MD. Esteban Arroyo Mena, vía correo electrónico: dr.estebanarroyo@gmail.com

Agradecemos su colaboración.

FORMULARIO DE CONSENTIMIENTO – AUTORIZACIÓN

He sido invitado e informado que la presente investigación es conducida por el Doctor Esteban Arroyo Mena, de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador. El objetivo de esta es realizar una comparación de la disminución de la presión arterial en personas pre hipertensas de acuerdo a las recomendaciones de la AHA y Software.

Declaro que me han indicado que participaré contestando un cuestionario y posterior seré parte de un plan de prescripción de acuerdo a las recomendaciones de AHA y del Software

Sé que mi participación es voluntaria y que puedo negarme a participar sin repercusión alguna. Además de tener alguna inquietud sobre el proyecto, puedo contactarme con Si tiene alguna duda, puede contactarse con el investigador MD. Esteban Arroyo Mena, vía correo electrónico: dr.estebanarroyo@gmail.com


Nombre del Participante: _____ Firma del Participante _____

SI ACEPTO PARTICIPAR

NO ACEPTO PARTICIPAR

Lugar y fecha: Quito 01 de Abril de 2016

**MEFADE
HOJA DE CONTROL**

1. TIPO	HCL	INICIAL	PERIODICO	RETIRO	REINSERCIÓN	Fecha:	
Edad	CODIGO INVESTIGACION 20160204029			Los datos de la presente son confidenciales y solo personal de MEFADE podrá acceder a su entrevista. Usted será asignado con un código para la investigación.		Sexo M / F	Estado JNC08 pre hipertenso / Medico Responsable. Dra Pamela Coba Médica Familiar MEFADE
Su participación en la investigación es de suma importancia, responda con sinceridad a la misma. Al hacerlo usted se compromete a realizar prescripción del ejercicio proporcionada por el doctor Esteban Arroyo M, quien realiza su investigación sobre el tema prescripción de ejercicio físico con software frente a las recomendaciones de ejercicio del American Heart Association, y su efecto en la presión arterial de hombres y mujeres prehipertensos. MEFADE será la encargada de guardar la confidencialidad de todos los participantes. Se realizara un seguimiento al mismo para aclarar dudas y aceptar sugerencia. Si usted no llega a completar la prescripción o siente alguna molestia de los signos de alarma explicaos, infórmenos de manera inmediata.							
CARGO				CENTRO MEDICO AMBULATORIO			
Fecha de ingreso							

RESPONDA ABAJO TODAS LAS PREGUNTAS SI SUFRIO O SUFRE ALGUNAS DE LAS ENFERMEDADES O SINTOMAS RELACIONADOS

CABEZA Y CUELLO	SI	NO
Mareo	(....)	(....)
Dolor de cabeza	(....)	(....)
Vértigo	(....)	(....)
Desmayo	(....)	(....)
Epilepsia	(....)	(....)
Sinusitis	(....)	(....)
Deficiencia visual	(....)	(....)
Problemas de oído	(....)	(....)
Problemas de tiroides	(....)	(....)

SIST. RESPIRATORIO	SI	NO
Falta de aire	(....)	(....)
Amigdalitis frecuentes	(....)	(....)
Tos crónica	(....)	(....)
Espujo con sangre	(....)	(....)
Resfriado frecuente	(....)	(....)
Alergias	(....)	(....)
Bronquitis o asma	(....)	(....)
Enfisema pulmonar o enfermedad pulmonar obstructiva crónica	(....)	(....)
Neumonía	(....)	(....)
Tuberculosis	(....)	(....)
Rinitis o faringitis	(....)	(....)

SISTEMA CARDIOVASCULAR	SI	NO
Presión Arterial sistólica de 120-139 mmHg o diastólica de 80-89 mmHg	(....)	(....)
Dolor en el pecho - angina	(....)	(....)
Palpitación- pulso acelerado	(....)	(....)
Hinchazón de las piernas	(....)	(....)
Llagas en extremidades	(....)	(....)
Toma remedio para el corazón	(....)	(....)
Tiene adormecimiento en las extremidades	(....)	(....)
Tiene falta de aire en la noche	(....)	(....)
Cansancio cuando camina	(....)	(....)

SISITEMA DIGESTIVO	SI	NO
Nauseas, vómitos	(....)	(....)
Gastritis, ulcera	(....)	(....)
Hemorroides	(....)	(....)
Problemas de digestión	(....)	(....)
Problemas de la vesícula	(....)	(....)
Tiene diarreas frecuentes	(....)	(....)
Estreñimiento	(....)	(....)
Evacua normalmente	(....)	(....)
Hepatitis - pancreatitis	(....)	(....)
Heces con sangre	(....)	(....)
Ictericia (piel amarilla)	(....)	(....)

SIST. GENITO URINARIO	SI	NO
Infección urinaria	(....)	(....)
Orina con sangre	(....)	(....)
Dolor para orinar	(....)	(....)
Cólico renal	(....)	(....)
Enfermedad venérea	(....)	(....)
Orina bien	(....)	(....)
.....	(....)	(....)
.....	(....)	(....)
.....	(....)	(....)

BRAZOS, PIERNAS Y COLUMNA	SI	NO
Tiene dolores en los brazos	(....)	(....)
Tiene dolores en las piernas	(....)	(....)
Tiene dolores en la espalda	(....)	(....)
Artritis o reumatismo	(....)	(....)
Tiene varices	(....)	(....)
Juanetes	(....)	(....)
ANTROPOMETRIA.....	(....)	(....)
.....	(....)	(....)

OTROS	SI	NO
Hernias	(....)	(....)
Drogas / Medicamentos	(....)	(....)
Ansiedad, depresión	(....)	(....)
Pérdida de la memoria	(....)	(....)
Alergia a medicamentos	(....)	(....)
Trastorno lumbar/ hernia discal/alteración discal	(....)	(....)
Patología tiroidea	(....)	(....)
Tiene Diabetes	(....)	(....)
Tiene o tuvo Cáncer	(....)	(....)
Convulsiones / Epilepsia	(....)	(....)
Tiene enfermedad de la piel	(....)	(....)

SOLAMENTE PARA MUJERES	SI	NO
Ciclo menstrual regular	SI (....)	NO(....)
Fecha de ultima menstruación/...../.....	
Cólico menstrual Leve Modera Severo	SI (....)	NO(....)
Usa algún método anticonceptivo	SI (....)	NO(....)


LA FAMILIA (TIENE O TUVO)	SI	NO
Reumatismo	(....)	(....)
Alergia o asma	(....)	(....)
Diabetes	(....)	(....)
Epilepsia	(....)	(....)
Hepatitis B, VIH	(....)	(....)
Cáncer	(....)	(....)
Presión alta o enfermedad cardiaca	(....)	(....)
Tuberculosis	(....)	(....)
Lepa o mal de Hansen	(....)	(....)
Alcohólicos	(....)	(....)
Enfermedad tiroidea	(....)	(....)
Enfermedad mental	(....)	(....)




CENTRO MÉDICO AMBULATORIO

TEST BRUCE MODIFICADO

Control de VO2 Max Antes de prescripción de ejercicio

		Protocolo Bruce Modificado									
Codigo de Investigación		Tiempo	Inclinación	Velocidad	Velocidad	Tensión Arterial	Frecuencia Cardíaca	Nivel de Lactato	Tl	MEIS	
Sexo:		Minutos	Grados	MPH	Km/h	TAmHg	L/min	mg/dL	litros	segundos	
Edad:		1	0	17	27					23	
		2	5	17	27					35	
Tensión Arterial Reposo:		3	10	17	27					46	
Frecuencia Cardíaca Reposo:		4	12	25	4					7	
Frecuencia Cardíaca Final:		5	14	34	54					101	
		6	16	42	67					129	
		7	18	5	8					15	
Frecuencia Cardíaca Máxima		8	20	55	88					16	
		9	22	6	105					191	
		TOTAL								0	

Control de VO2 Max después de prescripción de ejercicio

		Protocolo Bruce Modificado									
Codigo de Investigación		Tiempo	Inclinación	Velocidad	Velocidad	Tensión Arterial	Frecuencia Cardíaca	Nivel de Lactato	Tl	MEIS	
Sexo:		Minutos	Grados	MPH	Km/h	TAmHg	L/min	mg/dL	litros	segundos	
Edad:		1	0	17	27					23	
		2	5	17	27					35	
Tensión Arterial Reposo:		3	10	17	27					46	
Frecuencia Cardíaca Reposo:		4	12	25	4					7	
Frecuencia Cardíaca Final:		5	14	34	54					101	
		6	16	42	67					129	
		7	18	5	8					15	
Frecuencia Cardíaca Máxima		8	20	55	88					16	
		9	22	6	105					191	
		TOTAL								0	

Supervisado por _____

FECHA: ____/____/2016

Realizado por _____