

**UNIVERSIDAD DE MAGALLANES  
FAC. DE HUMANIDADES CIENCIAS SOCIALES  
DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN Y HUMANIDADES  
CARRERA DE EDUCACIÓN FÍSICA**



**” Prescripción de ejercicio de alta intensidad intermitente (HIIT),  
como rehabilitador de la hipertensión arterial en niños, jóvenes y  
adultos”**

**AUTOR: Ninoska Isabel Barrientos Valenzuela.**

**PROFESOR GUÍA: Verenna Dalmazzo Rocamora.**

**Trabajo de titulación para optar al título de Profesor de Educación Física  
para la Educación Básica y Media con mención en Actividad Física y Salud.**

**Punta Arenas – Chile 2015**

## **AGRADECIMIENTOS**

Esta tesis supone el final de una etapa, y por ello, me gustaría mostrar mi más sincero agradecimiento en estas primeras líneas a aquellos que de algún modo u otro me han ayudado en su elaboración.

En primer lugar, quisiera agradecer a todos los pacientes participantes en el estudio por permitir que esta idea se concretara, por su confianza, responsabilidad, paciencia, alegría y entusiasmo en cada sesión de ejercicio. Y por sobre todo su gran respeto hacia mi trabajo.

A mi profesora guía Verenna Dalmazzo Rocamora, le agradezco por confiar en mi proyecto y mis capacidades para realizarlo, por la entrega de conocimientos, asesoría teórica, experiencia y de manera especial por facilitar el lugar físico para su implementación y por los buenos deseos de éxito en esta investigación.

A mi profesor de mención Álvaro Ponce Fuentes, por la transmisión sin condiciones de sus conocimientos haciendo que crezca mi interés por el tema de la salud y actividad física concretándolo en una investigación. De forma especial agradecerle por facilitar el lugar físico para la implementación de este y por su apoyo.

Finalmente, quisiera agradecer a toda mi familia quienes con su amor incondicional me han motivado a superar todas las dificultades. A mis amigos por su comprensión y apoyo constante en este proceso. Y a mis abuelos Iris y Julio por enseñarme lo importante que es la vida y el amor por la familia, sé que están conmigo.

RESUMEN.....	5
ABSTRACT .....	7
INTRODUCCIÓN.....	9
CAPÍTULO I.....	11
1 Contextualización .....	12
CAPÍTULO II .....	21
2 La muestra y su selección.....	22
2.1 Tipo de Estudio .....	22
2.2 Población de Estudio .....	22
2.3 Criterios de Inclusión.....	23
2.4 Criterios de Exclusión .....	23
2.5 Descripción de áreas y variables .....	24
2.5.1 Identificación de Áreas .....	24
2.5.2 Identificación de Variables .....	24
2.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos. ....	27
2.6.1 Definición del diagnóstico auto-referido de HTA y verdaderos hipertensos .	27
2.6.2 Consentimiento informado .....	27
2.6.3 Encuesta de Salud .....	28
2.6.4 Peso corporal, balanza Tanita con bioimpedancia. ....	28
2.6.5 Talla .....	28
2.6.6 Circunferencia de la cintura .....	28
2.6.7 Circunferencia de la cadera .....	29
2.6.8 Porcentaje de Grasa Corporal.....	29
2.7 RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO.....	29
2.8 Determinación del Problema .....	33
CAPÍTULO III .....	35
3 Marco Teórico .....	36
3.1 ¿Qué es la Hipertensión Arterial?.....	36
3.1.1 Definición .....	36
3.1.2 Clasificación de la Hipertensión Arterial. ....	38
3.1.3 Causas de la Hipertensión Arterial. ....	39
3.1.4 ¿Qué pasa en el mundo con la hipertensión arterial? .....	40

3.1.5	¿Cómo afecta a los chilenos la hipertensión arterial? .....	43
3.1.6	La Hipertensión arterial como factor de riesgo de enfermedades cardiovasculares.....	45
3.2	¿Cómo la obesidad influye en la hipertensión arterial? .....	48
3.3	¿Por qué la Actividad física no es sinónimo de Ejercicio Físico? .....	54
3.3.1	¿Cómo la actividad física ayuda a la prevención de enfermedades?.....	56
3.3.2	El ejercicio rehabilitador del siglo XXI: el HIIT como ejercicio rehabilitador..	58
3.3.3	¿Por qué el HIIT es una de las metodologías de ejercicio rehabilitadora de enfermedades crónicas? .....	60
3.3.4	¿Qué cambios genera el HIIT en nuestro organismo?.....	63
3.3.5	¿Cuáles son los efectos a largo plazo del HIIT? .....	67
	Tratamiento farmacológico.....	69
	Tratamiento No farmacológico en la hipertensión arterial. ....	71
	Función, disfunción endotelial e hipertensión .....	74
	CAPÍTULO IV.....	77
4.	Objetivos e Hipótesis.....	78
4.1	Pregunta de Investigación.....	78
4.2	Objetivos de Investigación.....	78
4.3	Hipótesis de Investigación.....	79
	CAPÍTULO V .....	80
5.	Plan de trabajo .....	81
5.1	Sistemas de evaluación.....	82
5.1.1	Peso corporal.....	83
5.1.2	Presión Arterial.....	83
5.1.3	Perímetro de cintura.....	83
5.1.4	Perímetro de Cadera.....	83
5.1.5	Registro de Asistencia .....	84
	CAPÍTULO VI.....	85
6	Resultados.....	86
7	Conclusiones y Proyecciones.....	94
7.1	Conclusión .....	94
7.2	Proyecciones .....	95
	Bibliografía.....	96

Anexos .....	99
Anexo 1: Glosario de Términos.....	99
Anexo 2: Consentimiento Informado .....	106
Anexo 3. Cuestionario de Salud.....	110
Anexo 4. Ficha de registro. ....	112
Anexo 5. Ficha de entrenamiento.....	113

## RESUMEN

La alta prevalencia de hipertensión arterial en el país explica la necesidad de encontrar un tratamiento integral y efectivo para el manejo de esta patología. En lo que respecta al ejercicio físico comúnmente se le ha asignado una mayor importancia al ejercicio aeróbico, incluso llegando a asignarle un alto riesgo a la práctica de ejercicios de alta intensidad intermitente en este tipo de pacientes. Estudios recientes en los últimos años a nivel nacional e internacional han revelado que esta metodología de ejercicio es más efectiva que el ejercicio aeróbico, debido a efectos a nivel intramiocelular y molecular que aparecen mucho más rápido sobre el control de la presión arterial, siendo a la vez seguro.

El objetivo de esta investigación fue disminuir los niveles de presión arterial de niños, jóvenes y adultos hipertensos sometidos al método de entrenamiento HIIT por un periodo de 2 meses en la ciudad de Punta Arenas.

El diseño del estudio es pre-experimental. La muestra estuvo conformada por 14 pacientes de los cuales desertaron 6 quedando un total de 8 pacientes entre niños, jóvenes y adultos con diagnóstico de Hipertensión Arterial, la que fue determinada de forma no probabilística, no aleatoria y por conveniencia. Los participantes fueron sometidos a un programa de ejercicios de alta intensidad intermitente HIIT de dos meses de duración, tres veces por semana, se trabajó en bicicleta estática con cargas que fueron progresivamente adaptadas para permitir el desarrollo de 1 minuto de pedaleo y dos minutos de descanso, con un máximo de 10 repeticiones hasta llegar a la fatiga. El programa se llevó a cabo en el Gimnasio VibroGym AustroSalud orientado a la rehabilitación metabólica de personas con enfermedades crónicas no transmisibles. Se efectuaron mediciones de presión arterial antes y después del periodo de entrenamiento para establecer si existe una variación significativa en los valores de esta variable en la muestra en estudio.

Se concluye que el programa de ejercicios de alta intensidad intermitente HIIT, sin un control concomitante de la dieta fue efectivo para mejorar la presión arterial de

los pacientes participantes de este estudio, la presión arterial sistólica de los adultos disminuyó en un 12,59% y la presión arterial diastólica en un 6,10%, en los niños la disminución fue de un 9,65% en presión arterial sistólica y un 7,69% la presión diastólica. El promedio de peso corporal en los hombres se redujo en un 5,88%, las mujeres en un 3,28% y los niños en un 4,69%, el promedio de porcentaje de grasa en hombres se redujo en un 14,29%, en las mujeres un 9,38% y los niños en un 13,33%.

## **ABSTRACT**

The high prevalence of hypertension in the country (Chile) explains the necessity to find an effective and comprehensive treatment for the management of this pathology. Concerning physical exercise, it has commonly been given a greater importance to aerobic exercise, even placing a high risk in the practice of high-intensity intermittent exercise in this kind of patients. Recent national and international studies have shown that this exercise methodology is more effective than aerobic exercise, due to the effects at intramyocellular and molecular level which appear faster on the control of blood pressure and which are, at the same time, safe.

The objective of this research was to reduce blood pressure levels of hypertensive children, youth and adults submitted to the HIIT training method for a 2 months period in Punta Arenas.

The study design is pre-experimental. The sample was composed by 14 patients from whom 6 deserted, leaving 8 patients in total, considering children, youth and adults with Hypertension diagnostic. This diagnostic was determined by no probabilistic means, not aleatory either, but by convenience. The participants were submitted to a high-intensity intermittent exercise program HIIT three times a week for two months. They worked on static bikes with loads that were progressively adapted to allow the development of 1 minute of pedaling and 2 minutes rest with a maximum of 10 repetitions to fatigue. The program was carried out in VibroGym AustroSalud gym which is oriented to the metabolic rehabilitation of people with chronic non-transmissible diseases. Blood pressure measurements were carried out before and after the training period in order to determine whether there was a significant variation in the value of this variable within the study sample.

It can be conclude that the high-intensity intermittent exercise program HIIT without a concomitant control of the diet was effective to improve the blood pressure of this study's participants. Adults' systolic blood pressure decreased 12,59%, while their



diastolic blood pressure decreased in a 6,10%. On the other hand, children's systolic blood pressure decreased 9,65%, while their diastolic blood pressure decreased in a 7,69%. The average body weight in men fell in a 5.88%, while women's body weight decreased 3.28% and children's body weight fell a 4.69%. Finally the average percentage of fat in men decreased in a 14.29%, while women's did in a 9.38% and a 13.33% decrease was observed in children.

## INTRODUCCIÓN

La expectativa de vida en Chile ha aumentado a 81,59 años en mujeres y a 75,42 años en hombres, siendo una de las más altas en América Latina y el Caribe, por lo tanto, nuestro sistema de salud requiere adaptarse a la carga de enfermedades que conllevan el aumento de la edad y el estilo de vida de la población chilena, el cual se caracteriza por tener mala condición física, mala alimentación y exceso de peso u obesidad. Estos, son factores de riesgo importantes a la hora de hablar de Hipertensión Arterial (HTA), según la última encuesta nacional de salud 2009-2010 un 26,9% de los chilenos tiene HTA, un 88,6% no realiza ningún tipo de actividad física, un 67% tiene sobrepeso y 25,1% de la población tiene obesidad.

Uno de los componentes principales en la génesis de las patologías crónicas modernas, metabólicas y cardiovasculares es la pérdida de la funcionalidad del tejido muscular derivada del sedentarismo que se caracteriza esencialmente por el compromiso en la capacidad de metabolización de grasas y glucosa, así como el aumento de la grasa intramuscular, en el hígado y páncreas. (Zapata, Cigarroa, Díaz, & Saavedra, 2015)

Pese a que existen antecedentes en la población en general que indican que mejorando la condición física se optimizan a nivel celular los condicionantes de enfermedades crónicas, transformándose así en una excelente herramienta terapéutica para combatir condiciones como la obesidad, sarcopenia y numerosas patologías provocadas por estilos de vida insanos, los niveles de inactividad física son muy elevados, siendo mayor en mujeres (92,9%) que en hombres (88,6%) según la Encuesta Nacional de Salud 2010. Dicha situación, se ve caracterizada con una sociedad que declara no tener tiempo libre para el desarrollo de ejercicio físico (49,9%) de acuerdo a los datos presentados por la Encuesta Nacional de Hábitos de Actividad física y Deporte, realizada en Chile por el Instituto Nacional del Deporte (IND).

En la actualidad, se proponen nuevas modalidades de ejercicio con una metodología de intervalos de alta intensidad y corta duración que promueve diversos mecanismos de adaptación en el tejido muscular que, a su vez, desencadena en el incremento de la capacidad metabólica de este tejido y con ello una mejor homeostasis en el control de la glucosa y la oxidación de grasas (Gibala, Little, Maureen, Mac Donald, & Hawley, 2012)

El plan de entrenamiento de alta intensidad intermitente HIIT que se propone en esta investigación es una alternativa terapéutica a las actuales recomendaciones tradicionales de ejercicio físico para la población con hipertensión arterial, no solo para su prevención, sino para la rehabilitación de esta.

Se hace necesario para el tratamiento integral de estos pacientes, terapias que abarquen diversos aspectos, como lo es el manejo nutricional y la práctica de ejercicio físico, para lograr así un mejor control de los factores de riesgo tanto del desarrollo de Hipertensión Arterial como de enfermedades cardiovasculares.

# CAPÍTULO I

## 1 Contextualización

El entrenamiento de intervalos de alta intensidad intermitente o HIIT (High-intensity Interval Training), es un método nuevo el cual se propone como rehabilitador de la Hipertensión Arterial en el presente estudio. Se trabajará con personas hipertensas, registrando los cambios en la presión arterial que estos obtengan durante la investigación.

El entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT) se caracteriza por ser un tipo de entrenamiento en el que se realizan repeticiones a alta intensidad, llegando al fallo muscular, seguidos de descanso pasivo o activo, con la intención de realizar una nueva repetición a la intensidad programada. Suelen ser series breves de ejercicio agudo, intercaladas con períodos de descanso o ejercicios de baja intensidad. Aquello produce que se estimule el organismo y se produzca un reordenamiento fisiológico comparable con el del entrenamiento continuo de intensidad moderada, a pesar de que requiere una cantidad de tiempo sustancialmente menor y de un menor volumen de ejercicio total. (Gibala et al., 2012) Por otra parte, este tipo de entrenamiento suele ser más agradable para aquel que lo practica en comparación con un entrenamiento de resistencia tradicional, debido a que el ejercicio se realiza según la capacidad e intensidad máxima de cada individuo y el tiempo de cada sesión es menor, siendo más práctico para incorporarlo a la rutina diaria.

En 2012 Gibala y cols, desarrollaron este tópico en un número del prestigioso Journal of Physiology, puesto que según los autores no hay un consenso preciso sobre la administración tanto en tipo, como en dosificación del HIIT para la prevención de enfermedades relacionadas con la inactividad o en enfermedades crónicas.

De la potencial aplicación del HIIT en personas con desordenes cardio-metabólicos los autores señalan que:

- Se demostró el incremento de la capacidad cardiorrespiratoria en un amplio rango de población, incluida enfermedad de arteria coronaria, falla cardíaca congestiva, adultos con síndrome metabólico e individuos obesos.
- Hay un incremento en la función endotelial luego de la realización del HIIT en comparación con el método continuo de moderada intensidad.
- Mejorías en la presión arterial y en la morfología del ventrículo izquierdo.
- En personas sedentarias y con sobrepeso un entrenamiento de HIIT durante seis sesiones (en dos semanas) produjeron una mejoría en la sensibilidad de la insulina.
- El contenido de GLUT 4 se incrementa dos veces y comparable a los resultados del entrenamiento de endurance de alto volumen.

Los autores afirman que, aunque "la evidencia preliminar de estos estudios es pequeña y sus resultados son intrigantes, se requieren más estudios a gran escala para resolver si el HIIT de bajo volumen es una alternativa de ejercicios realista, eficiente en el tiempo para reducir el riesgo de enfermedades cardio-metabólicas o para mejorar la salud y el bienestar en los pacientes con enfermedades crónicas".

Burgomaster et al. (2008), citado por Gibala et al. (2012), Realizó un estudio de 6 semanas de HIIT basado en el Test de Wingate, este test se realiza sobre una bicicleta ergométrica que posee una rueda delantera que se frena con una cuerda, a la cual se le adiciona un peso requiere que el individuo pedalee con los miembros inferiores durante 30" a máxima velocidad y contra una fuerza constante. Los parámetros fisiológicos que pueden ser identificados son: máxima potencia de piernas, potencia mínima, potencia promedio e índice de fatiga; a partir de esto se observó cómo aumentaba el contenido de la proteína PGC-1 (que es un "regulador master" de la biogénesis mitocondrial a partir de AMPK, participa en el aumento de la cantidad y funcionalidad de las fibras tipo I y aumento del contenido mitocondrial) en casi un 100% en individuos jóvenes saludables.

Así mismo, en otro estudio realizado por Little et al. (2010), Citado por el mismo autor, se realizaron dos semanas de HIIT con protocolo de 10x1' (1 minuto de pedaleo, seguido de un minuto de descanso pasivo, repitiendo esto 10 veces, produciéndose un aumento de casi un 25% en la proteína PGC-1. El aumento del contenido de esta proteína tiene una implicación directa en la mejora del VO<sub>2</sub>max, determinado en un nuevo estudio de Burgomaster et al. (2008). Aquí, 6 semanas de HIIT aplicando test de Wingate aumentó el VO<sub>2</sub>max en la misma magnitud que el entrenamiento de resistencia tradicional, a pesar de un menor volumen y tiempo total de entrenamiento. Hay que tener en cuenta que estos estudios se realizaron con jóvenes saludables no con personas con desordenes cardio-metabólicos.

Esta mejora en el VO<sub>2</sub>max hace presagiar la existencia de una serie de adaptaciones a nivel central, relacionadas con la capacidad cardiopulmonar y aprovechamiento del oxígeno. Además, autores como Gibala et al. (2012) también defienden la presencia de otras adaptaciones a nivel periférico, relacionadas con la cantidad y calidad de enzimas musculares y otros aspectos como la acumulación de lactato.

En Chile también se ha estado investigando como tratar mediante el ejercicio físico las enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT). En la Universidad de la Frontera realizaron una investigación en donde aplicaron un programa de ejercicio de alta intensidad intermitente (HIIT) a pacientes con intolerancia a la glucosa, denominado 1x2x10, el cual consiste en un minuto de pedaleo en bicicleta estacionaria con la carga necesaria para inducir la fatiga muscular de las piernas al cabo de ese tiempo, seguido de dos minutos de recuperación inactiva (sentado en la bicicleta) y repitiendo esta actividad 10 veces. Este esquema de tratamiento se realizó 3 veces a la semana por 3 meses. Todos los pacientes fueron sometidos a un test de calorimetría indirecta el cual permite determinar el gasto energético basal (GEB), a un test de tolerancia a la glucosa y se les entregó a cambio el programa de ejercicio e indicaciones de alimentación saludable. (Mancilla, Torres, Álvarez, Schifferli, Sapunar, & Díaz, 2014)

Otro estudio realizado por la Universidad de Los Lagos y el Departamento de Ciencias de la Actividad Física del mismo establecimiento, tuvo como objetivo investigar sobre los efectos de un programa corto de 8 semanas de ejercicio físico combinado (HIIT + Ejercicios de sobrecarga) en los niveles de insulina resistencia (IR) y lípidos plasmáticos de mujeres sanas, con hiperglicemia e hipercolesterolemia. Contando como objetivo adicional analizar los efectos de la intervención en la composición corporal, presión arterial y rendimiento físico aeróbico.

Estos concluyeron que: la Presión Arterial Sistólica (PAS) se redujo significativamente ( $p < 0,05$ ) en el grupo con hipercolesterolemia, así como la Presión Arterial Diastólica (PAD) en el grupo SANOS  $-2,8\%$ . La frecuencia cardiaca de reposo se redujo ( $p < 0,01$ ) en el grupo con hipercolesterolemia. El rendimiento físico aeróbico se incrementó significativamente ( $p < 0,01$ ) en todos los grupos. (Álvarez, Ramírez, Henríquez, Castro, Carrasco, & Martínez, 2014)

A nivel regional la implementación del HIIT se realiza en gimnasios que se enfocan en la rehabilitación metabólica, como lo es el Centro de Rehabilitación Metabólica y Plataformas Vibratorias VibroGym AustroSalud ubicado en la ciudad de Punta Arenas, entre su reseña informativa señalan: el tratamiento de Rehabilitación Metabólica el cual es necesario para personas que sufren alguna patología crónica no transmisible por causa de la mala alimentación y el sedentarismo, como hipertensión arterial, diabetes mellitus tipo 2, insulina resistencia, problemas de colesterol alto, hígado graso, obesidad, entre otros. Dentro de las metodologías de trabajo que utilizan se encuentra el HIIT y los ejercicios de sobrecarga.

Con respecto a la hipertensión arterial (HTA) representa por sí misma una enfermedad, así como también un factor de riesgo para la cardiopatía isquémica, insuficiencia cardiaca, enfermedades cardiovasculares, insuficiencia renal y contribuye significativamente a la retinopatía. Numerosos estudios asocian la hipertensión arterial con las enfermedades más letales, por lo que su control disminuye la morbilidad y la mortalidad por éstas. Se ha visto que la mortalidad por estas complicaciones ha ido en aumento en forma sostenida durante los últimos



años: las enfermedades cardíacas, cerebrovasculares y las nefropatías se encuentran entre las primeras causas de muerte.

La hipertensión arterial es una de las enfermedades crónicas de mayor prevalencia en el mundo y a pesar de tener diagnóstico fácil y tratamientos muy efectivos, sigue siendo la principal causa de muerte en los países desarrollados, al constituir un factor de riesgo de primer orden para prácticamente la totalidad de las enfermedades cardiovasculares.

A nivel mundial, uno de cada tres adultos tiene la tensión arterial elevada, trastorno que causa aproximadamente la mitad de todas las defunciones por accidente cerebrovascular o cardiopatía. Se considera que ese problema fue la causa directa de 7,5 millones de defunciones en 2004, lo que representa casi el 13% de la mortalidad mundial. (OMS)

Su distribución en el mundo atiende a factores de índole económica, política, social, cultural, ambiental y étnica. La prevalencia ha estado en ascenso asociada a patrones alimentarios inadecuados, disminución de la actividad física y otros aspectos conductuales relacionados con hábitos tóxicos.

En el mundo, las enfermedades cardiovasculares son responsables de aproximadamente 17 millones de muertes por año, casi un tercio del total. Entre ellas, las complicaciones de la hipertensión causan anualmente 9,4 millones de muertes.

Es probable que muchos factores interrelacionados contribuyan al aumento de la presión arterial en los pacientes hipertensos sus roles relativos pueden diferir entre distintos individuos. Entre los que han sido intensamente estudiados, se encuentran la ingesta de sal, la obesidad y la insulinoresistencia, el sistema renina-angiotensina aldosterona y el sistema nervioso simpático. En los años anteriores, se han evaluado otros factores tales como los genéticos, la disfunción endotelial (manifestado por cambios en la endotelina y en el óxido nítrico), el bajo peso al nacer, la nutrición intrauterina y anomalías neurovasculares. Y más modernamente ha sido probadamente demostrada, la incidencia que tienen sobre

esta enfermedad, el estrés y el sedentarismo como elementos presentes en el estilo de vida que caracteriza a la sociedad contemporánea.

La percepción del riesgo que significa padecer de HTA obliga a ejecutar una estrategia con medidas de educación y promoción dirigida a disminuir la presión arterial media de la población, impactando sobre otros factores de riesgo asociados, fundamentalmente la falta de ejercicios físicos, niveles inadecuados de lípidos, elevada ingesta de sal, tabaquismo y alcoholismo, de manera que existe un fuerte componente en el que incide el estilo de vida y que impone una modificación conductual.

La Organización Mundial de la Salud (SALUD O. M., 2015) ha declarado al SEDENTARISMO, enemigo público de los habitantes del planeta, el cual se asocia a enfermedades crónicas no transmisibles, siendo uno de los factores de riesgo de las enfermedades cardiovasculares junto al tabaco, sobrepeso, hipertensión, disturbios lipoproteicos, diabetes y desórdenes alimentarios. Según estudios realizados por esta organización, ha quedado demostrado que el ejercicio demora la aparición de la osteoporosis y hasta evita por completo su aparición, así como también revierte sus efectos en aquellas personas que tienen la enfermedad. De igual modo ha quedado también demostrada la acción rehabilitadora y preventiva del ejercicio en la obesidad, la hiperlipidemia, la diabetes, el estrés, el cáncer, la osteoporosis, las enfermedades mentales, el envejecimiento y las adicciones. Esta acción también se manifiesta en la hipertensión arterial.

En los últimos 20 años, la prevalencia de hipertensión ha aumentado, al igual que la tasa de mortalidad por enfermedad hipertensiva del corazón, único subgrupo dentro de las cardiovasculares con esta tendencia (Berrios, 1997; Fasce, 2007).

Según la Encuesta Nacional de Salud (ENS) 2010, el 26,9% de la población chilena mayor a 15 años presenta presión arterial elevada (promedio de tres mediciones mayores a 140 mmHg sistólica, o mayores a 90 mmHg diastólica, o normotenso pero en tratamiento farmacológico), con mayor prevalencia en hombres que en mujeres (27,9% y 25,0% respectivamente). También se observa

una gradiente creciente según la edad: 2,6%, 13%, 43,8% y 74,6% en el grupo de 15-24, 25-44, 45-64 y 65 y más años, correspondientemente (estimaciones propias, ENS 2010)

Desde la perspectiva de las desigualdades sociales en salud, es posible observar una clara gradiente de prevalencias de hipertensión arterial, creciente en estratos con menor número de años de estudio. Así, los niveles educacionales bajos presentan una prevalencia de 51,1%, mientras que los medios y altos de solo 22,8% y 16,7% respectivamente (MINSAL, 2011).

Del total de personas con hipertensión arterial, destaca que un 34,9% no conoce su condición, y que sólo un 28,7% declara estar en tratamiento con drogas antihipertensivas. La compensación alcanzaría tan solo un 16,8%. También resulta relevante la diferencia entre sexos. La prevalencia de presión arterial controlada en los hombres es cerca de un tercio de lo observado en las mujeres: 8,9% vs 25,1% (estimaciones propias, datos ENS 2009-2010)

La actividad física y la aptitud fisiológica (beneficios de la actividad física) prolongan la longevidad y protegen contra el desarrollo de enfermedades cardiovasculares, ataques cardíacos, hipertensión, obesidad, osteoporosis, cáncer de colon y depresión. Estas afirmaciones no son meras hipótesis: los beneficios de estar protegidos de estas afecciones por medio de la actividad física, residen en la relación causa - efecto a través de alteraciones en mecanismos fisiológicos enzimáticos, que el ejercicio provoca en nuestro organismo.

Llevar una vida físicamente activa provoca una acción directa sobre nuestro corazón, reduciendo notablemente el riesgo de enfermedades cardiovasculares.

El incremento del aporte de oxígeno, mejora en la contracción miocárdica, disminuye la frecuencia cardíaca basal y la tensión arterial en reposo y en actividades diarias, incrementa el diámetro y capacidad de dilatación de las arterias coronarias y, por ende, provoca una mejor circulación.

Las enfermedades asociadas a la hipodinamia (disminución de la fuerza motora de los órganos con capacidad contráctil) obesidad, cardiopatía isquémica, diabetes, hipercolesterolemia e hipertensión, se ven agravadas por el sedentarismo y pueden ser tratadas con el ejercicio sin necesidad de recurrir a medicamentos. El ejercicio que desarrolla la fuerza y la resistencia disminuye la morbilidad y la mortalidad en las personas mayores.

Los resultados de la ENS (SALUD, 2009-2010) ubican a la Región de Magallanes y Antártica Chilena, respecto al País, en lugares significativos en cuanto a problemas de salud y hábitos de estilos de vida que constituyen factores de riesgo en el desarrollo de enfermedades cardiovasculares y otras Enfermedades crónicas no transmisibles, como principales causas de morbimortalidad.

Alta prevalencia de fumadores: 41,5%	7° Lugar País
Alta prevalencia de exceso de peso: 64,8%	9° Lugar País
Prevalencia de sobrepeso: 36,6%	
Prevalencia de obesidad: 28,2%	
Prevalencia obesidad mórbida 3,3%	
Alta prevalencia de Hipertensión Arterial 21%	13° Lugar País
Prevalencia de Diabetes Mellitus: 5,1%	
Colesterol total elevado 55,2%	1er. Lugar País

Entre los 42 problemas de salud estudiados en la ENS 2009 -2010 y factores de riesgo, se destaca además el gran sedentarismo que afecta a la población. El sedentarismo de tiempo libre, definido como la realización de actividad física o deporte fuera del horario de trabajo, por menos de 30 minutos de duración y/o

menos de 3 veces por semana, presenta una prevalencia de 88,6% existiendo diferencias significativas por sexo, con una prevalencia de 84% en hombres y 92,9% de mujeres sedentarias de tiempo libre. (MUNICIPAL, 2014)

Con respecto al consumo de sal, el promedio es muy alto con respecto a la recomendación (no mayor de 5 grs. al día). Magallanes ocupa el 15º lugar en ingesta de sal diaria promedio, por debajo del promedio nacional. Chile: 9,84 grs/día; Región: 9,3 grs. día.

# **CAPÍTULO II**

## **Generalidades**

El presente capítulo tiene como objetivo dar cuenta al lector del tipo de metodología que guía la investigación, es por ello que, a continuación, se señala cada uno de los componentes metodológicos que dan forma a la misma y los aspectos particulares que los caracterizan.

## **2 La muestra y su selección**

### **2.1 Tipo de Estudio**

Se trata de un estudio de tipo Experimental, con un diseño Pre-experimental (con pre-prueba – post-prueba y un solo grupo).

Su esquema básico es el siguiente:                    G     01     X     02

### **2.2 Población de Estudio**

La población está conformada por hombres y mujeres entre los 10 y 70 años de edad, diagnosticados con hipertensión arterial, residentes en la ciudad de Punta Arenas, Región de Magallanes y Antártica Chilena.

El tipo de muestreo elegido fue “el deliberado”, “por conveniencia” o “teórico”, en el cual se propone la selección de todos los casos que concuerden con determinados atributos, lo que permite asegurar, en la medida de lo posible, la calidad del grupo y la satisfacción de las necesidades de la investigación.

Por lo tanto, la muestra es no probabilística, con sujetos elegidos de manera no-aleatoria, ya que fue construida con la combinación de las variables: sexo, edad e hipertensión.

Esta investigación tiene una muestra de 14 participantes voluntarios o autoseleccionada, ya que las personas se propusieron como participantes del estudio respondiendo activamente a una invitación experimental sobre un método de ejercicio para el tratamiento de la hipertensión arterial, previa confirmación del diagnóstico médico y firma de un consentimiento informado.

De acuerdo a lo anterior la muestra se distribuyó de la siguiente forma.

**Tabla 1**

<b>Edad.</b>	<b>Hombres.</b>	<b>Mujeres.</b>	<b>Total.</b>
10 a 20 años.	-	2	2
20 a 30 años.	-	1	1
30 a 40 años.	2	-	4
40 a 50 años.	3	2	3
50 a 60 años.	2	1	3
60 a 70 años.	-	1	1
<b>Total.</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>14</b>

### **2.3 Criterios de Inclusión**

- Tener Hipertensión Arterial.
- Hombre o Mujer entre 10 y 70 años de edad.
- Vivir en la ciudad de Punta Arenas.
- No tener limitaciones motrices.
- No haber sufrido eventos cardiovasculares en los últimos 5 años. (infarto, accidente cerebro vascular (ACV), entre otros)

### **2.4 Criterios de Exclusión**

- No tener Hipertensión Arterial.
- Padecer de hipertensión arterial descompensada



- Vivir fuera de la ciudad de Punta Arenas.
- Tener limitaciones motrices.
- Haber sufrido algún evento cardiovascular como infarto en los últimos 5 años, accidente cardiovascular, entre otros.

## **2.5 Descripción de áreas y variables**

### **2.5.1 Identificación de Áreas**

- ✓ Área Demográfica.
- ✓ Área de Salud.
- ✓ Área Nutricional.
- ✓ Área de Actividad Física.

### **2.5.2 Identificación de Variables**

- ✓ Características sociodemográficas
- ✓ Presión arterial
- ✓ Problemas de salud
- ✓ Estado nutricional
- ✓ Nivel de actividad física
- ✓ Factores de riesgo consumo de alimentos, consumo de cigarrillo alcohol, consumo de sal.

**Tabla 2**

Variable	Indicador	Escala
Características sociodemográficas.	Genero	Femenino Masculino
	Edad	10 a 18 años. 19 a 28 años. 29 a 38 años. 39 a 59 años. 60 a 70 años.
Hipertensión Arterial Adultos.	Tensión Arterial Sistólica Tensión Arterial Diastólica	Sistólica      Diastólica <120 mmHg    <80mm Hg Normal >120 mmHg    >80 mmHg Hipertensión Arterial
Hipertensión arterial en niños y adolescentes.	Tensión arterial sistólica y diastólica.	>95 mmHg
Problemas de Salud	Antecedentes patológicos Familiares	Presenta No Presenta
	Tipo de enfermedad en los últimos 6 meses	Presenta No presenta
	Tratamiento farmacológico.	Recibe No recibe
	% de grasa	Mujer      Hombre Normal    24-30%    12-20% Limite    31-33%    21-25% Obesidad >33      >25
	Riesgo Cardiovascular según el perímetro de	Hombres ≥ 90 cm presenta riesgo.

	cintura Adultos en cm.	Mujeres ≥ 80 cm presenta riesgo.
Factores de riesgo	Consumo de tabaco	Solo algunas inhalaciones Fuma uno o más cigarrillos/día No fuma
	Consumo de alcohol	Hombres 1 a 40cc Bajo riesgo 41 a 60cc Riesgo mediano 61 a 100cc Alto riesgo +101cc Muy alto riesgo Mujeres 1 a 20cc Bajo riesgo 21 a 40cc Riesgo mediano 41 a 60cc Alto riesgo +61cc Muy alto riesgo
	Actividad Física	Leve < 600 MET/min/sem Moderada 600-2999 MET/min/sem Intensa > 3000 MET/min/sem
	Consumo de Sal Cantidad recomendada: 5 gramos al día	1 a 3g Bajo consumo 4 a 5g consumo normal > 5g Alto consumo
	Consumo de alimentos	6 a 7 v/d Muy frecuente 4 a 5 v/d Frecuente 2 a 3 v/d Poco frecuente < 2v/d Eventual

## **2.6 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS.**

En una primera etapa se accedió a los pacientes en forma directa, explicándoles el propósito del estudio y el perfil de los/as personas que se requería para este. Para analizar el problema planteado y los objetivos correspondientes se emplearon una serie de instrumentos que se describen a continuación:

### **2.6.1 Definición del diagnóstico auto-referido de HTA y verdaderos hipertensos**

Se consideró que un participante tenía un diagnóstico auto-referido de HTA cuando había contestado haber sido diagnosticado por un médico como hipertenso, bien en el cuestionario basal o en el cuestionario de seguimiento. En caso contrario, se le consideraba como no hipertenso. Se consideró como verdadero hipertenso a un participante cuando la media de las dos mediciones de Tensión Arterial (TA) era  $\geq 140$  mmHg para la TA sistólica y/o  $\geq 90$  mmHg para la TA diastólica, o cuando estaba usando medicación antihipertensiva o cuando presentaba un informe médico donde constaba haber sido diagnosticado de HTA.

### **2.6.2 Consentimiento informado**

Tras la llegada al gimnasio, VibroGym AustroSalud, se expuso al paciente la metodología del estudio, explicándole el proceso de realización de las pruebas, tras lo cual se solicitó pruebas y utilización de los datos que fueran necesarios para el estudio.

### **2.6.3 Encuesta de Salud**

Encuesta de salud creada por la investigadora de este estudio para determinar si el paciente ha tenido lesiones óseas, musculares, problemas al realizar actividad física, frecuencia de actividad física semanal, otras enfermedades crónicas no transmisibles, si el paciente toma medicamentos, entre otros aspectos relevantes para la investigación.

### **2.6.4 Peso corporal, balanza Tanita con bioimpedancia.**

Se empleó una balanza digital Tanita modelo 2001W-B con capacidad de 150 kilogramos. Los pacientes se ubicaron en la balanza, en posición erecta y de frente, utilizando ropa ligera y colocando los pies sobre los electrodos para estos, el cual envía una señal eléctrica para determinar la composición corporal de la persona.

### **2.6.5 Talla**

Para la medición de la talla se ha utilizado el método tradicional utilizado en cineantropometría, es decir medir la distancia entre el vértex y la región plantar, estando la cabeza con el plano de Frankfurt paralelo al suelo y el cuerpo en posición anatómica, con la región occipital, espalda, glúteos y talones juntos (descalzos) en contacto con una superficie vertical y manteniendo una inspiración profunda. La medición se realiza sobre un tallímetro convencional, con precisión de milímetros y la medida anotada se realiza en centímetros.

### **2.6.6 Circunferencia de la cintura**

El paciente de pie, el abdomen relajado, el medidor de frente, con una cinta métrica, se midió alrededor de la región umbilical. Resultado obtenido en centímetros.

### 2.6.7 Circunferencia de la cadera

El paciente de pie, con el abdomen relajado, el medidor situado frente al paciente, se midió el nivel de los trocánteres y las zonas más salientes de los glúteos, visto de perfil. Su resultado se expresó en centímetros.

### 2.6.8 Porcentaje de Grasa Corporal.

Para evaluar la grasa corporal se empleó una balanza digital Tanita modelo 2001W-B con capacidad de 150 kilogramos. Los pacientes se ubicaron en la balanza, en posición erecta y de frente, utilizando ropa ligera y colocando los pies sobre los electrodos para estos, el cual envía una señal eléctrica para determinar la grasa corporal (sistema de bioimpedancia eléctrica).

## 2.7 RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO.

**TABLA 3, Peso, Altura y Porcentaje de grasa**

N°	Nombre	Peso (kg)	Altura (m)	% de grasa
1	Paciente 1	81,4	1,68	28%
2	Paciente 2	78	1,65	29%
3	Paciente 3	80	1,76	35%
4	Paciente 4	100	1,68	45%
5	Paciente 5	58,6	1,65	29%
6	Paciente 6	62,8	1,55	35%
7	Paciente 7	45	1,40	48%
8	Paciente 8	82,6	1,63	42%
9	Paciente 9	73,6	1,50	39%
10	Paciente 10	79,2	1,60	31%
11	Paciente 11	69,8	1,60	38,4%

12	Paciente 12	93	1,70	46%
13	Paciente 13	77	1,70	28%
14	Paciente 14	89	1,69	35%

- El total de los pacientes participantes de estas pruebas de diagnóstico son 14 sujetos, en donde 7 pacientes son varones y 7 mujeres.
  - Peso promedio de ambos grupos: 74,6 Kg.
  - Peso promedio de varones. 79,3 Kg.
  - Peso promedio de mujeres: 69,3 Kg.

**TABLA 4, Presión Arterial Sistólica y Diastólica.**

Nº	Sexo	Presión Sistólica (mmHg)	Presión Diastólica (mmHg)
1	M	177	99
2	M	132	82
3	M	125	68
4	M	127	70
5	F	146	85
6	F	182	90
7	F	97	52
8	F	140	65
9	F	153	82
10	M	135	69
11	F	146	95
12	F	155	78
13	M	137	80
14	M	128	87

- Promedio Presión Sistólica Adultos: 145 mm Hg
- Promedio Presión Diastólica Adultos: 82 mm Hg
  
- Promedio de Presión sistólica niños: 119 mm Hg
- Promedio de Presión Diastólica niños: 59 mm Hg

**TABLA 5**

N°	Sexo	Edad	Peso kg	Estatura cm	Relación cintura- cadera	% grasa	Presión Sistólica (mmHg)	Presión Diastólica (mmHg)
1	M	54	81,4	1,68	0,88	28%	177	99
2	M	51	78	1,65	0,86	29%	132	82
3	M	53	80	1,76	0,94	35%	125	68
4	M	64	100	1,68	1	45%	127	70
5	F	63	58,6	1,65	0,79	29%	146	85
6	F	48	62,8	1,55	0,75	35%	182	90
7	F	10	45	1,40	0,87	48%	97	52
8	F	12	82,6	1,63	0,86	42%	140	65
9	F	53	73,6	1,50	0,89	39%	153	82
10	M	51	79,2	1,60	0,85	31%	135	69
11	F	24	69,8	1,60	0,81	38,4%	146	95
12	F	42	93	1,70	0,92	46%	155	78
13	M	36	77	1,70	0,80	28%	137	80
14	M	32	89	1,69	0,82	35%	128	87

**DEBILIDADES.**

- Altos índice de grasa corporal.
- Poca o nula actividad física en la vida cotidiana.
- Altos índice de presión arterial.



## FORTALEZAS.

- Participación en todas las pruebas.
- Interés en el estudio planteado.
- Interés en participar en la etapa siguiente.

## 2.8 Determinación del Problema

En el mundo moderno, tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo, los principales factores de riesgo de mortalidad son la hipertensión arterial, el tabaquismo y el colesterol elevado, según estudios de la Organización Mundial de la Salud OMS. (Figura 1)

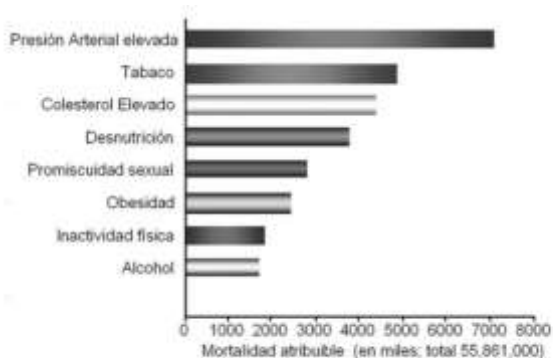


Figura 1. Factores de mortalidad en el mundo (adaptado de Ezzati et al. Lancet. 2002; 360: 1347-1360).

El estado de transición demográfica y epidemiológica por el que atraviesa actualmente Chile muestra como las principales causas de enfermedad y muerte de la población cambian hacia aquellas asociadas al envejecimiento, la mayor urbanización, el deterioro del medio ambiente y a los estilos de vida. Las enfermedades dominantes son típicamente crónicas con tratamientos de alto costo como es el caso del cáncer y las enfermedades cardiovasculares (Szot 2003, Rodríguez et al. 2000). Estas últimas representan la primera causa de mortalidad en Chile en ambos sexos, con 29% del total de defunciones (Szot 2003, Lanas et al. 2003, Koch et al. 2005) constituyendo uno de los mayores desafíos para la salud pública chilena.

La hipertensión arterial (HTA) es una enfermedad crónica común en Chile. Ocupa uno de los primeros lugares de causa de consulta en el nivel primario y aparece entre las más mencionadas en los estudios de morbilidad percibida por la población (Minsal 2002). Numerosos estudios acerca de los factores de riesgos más predominantes en la enfermedad cardiovascular, señalan a la HTA como un factor de riesgo principal (Koch et al. 2005b). La importancia de la hipertensión

radica en su relación con factores ambientales y sociales, así como con mecanismos endocrinos, genéticos y metabólicos

Según el estudio Framingham, el 70% de los casos de HTA en hombres y el 61% en mujeres, son atribuibles a exceso de adiposidad, con un aumento promedio de presión arterial sistólica de 4,5 mmHg por cada 5Kg de aumento de peso (Zhang and Reisin 2000). Sin embargo, algunos investigadores han observado que la prevalencia de HTA en presencia de obesidad es mayor de la que cabría esperar por el incremento del índice de masa corporal.

La actividad física, ejercicio físico y la aptitud fisiológica (beneficios de la actividad física) prolongan la longevidad y protegen contra el desarrollo de enfermedades cardiovasculares, ataques cardíacos, hipertensión, obesidad, osteoporosis, cáncer de colon y depresión. Estas afirmaciones no son meras hipótesis: los beneficios de estar protegidos de estas afecciones por medio de la actividad física, residen en la relación causa - efecto a través de alteraciones en mecanismos fisiológicos enzimáticos, que el ejercicio provoca en nuestro organismo.

Llevar una vida físicamente activa provoca una acción directa sobre nuestro corazón, reduciendo notablemente el riesgo de enfermedades cardiovasculares.

### ***Formulación del problema***

La presión arterial alta en la población adulta residente en la ciudad de Punta Arenas, región de Magallanes y Antártica Chilena está relacionada sedentarismo físico, baja condición física, malos hábitos alimentarios y exceso de grasa ectópica y subcutánea.

# CAPÍTULO III

### **3 Marco Teórico**

Para desarrollar esta investigación ha sido necesario indagar en profundidad sobre los conceptos que se relacionan con este estudio, ya que son bases muy importantes en el proceso de investigación, antes, durante y después de su desarrollo.

El siguiente esquema entrega al lector una mayor comprensión acerca de las temáticas a tratar.

#### **3.1 ¿Qué es la Hipertensión Arterial?**

##### **3.1.1 Definición**

La tensión arterial se mide en milímetros de mercurio (mm Hg) y se registra en forma de dos números separados por una barra. El primero corresponde a la tensión arterial sistólica, la más alta, que se produce cuando el corazón se contrae. El segundo corresponde a la tensión arterial diastólica, la más baja, que se produce cuando el músculo cardíaco se relaja entre un latido y otro. La tensión arterial normal en un adulto se define como una tensión sistólica de 120 mm Hg y una tensión diastólica de 80 mm Hg Sin embargo, los beneficios cardiovasculares de la tensión arterial normal se extienden incluso por debajo de esos niveles de tensión sistólica (105 mm Hg) y de tensión diastólica (60 mm Hg).

La hipertensión se define como una tensión sistólica igual o superior a 140 mm Hg y una tensión diastólica igual o superior a 90 mm Hg. Los niveles normales de ambas, sistólica y diastólica, son particularmente importantes para el funcionamiento eficiente de órganos vitales como el corazón, el cerebro o los riñones, y para la salud y el bienestar en general (OMS, 2013).

Por otro lado, en niños y adolescentes se define presión arterial (PA) normal cuando la PA sistólica y diastólica son inferiores al percentil 90 para edad, sexo y talla. Se define HTA cuando la PA sistólica y/o diastólica están por encima del

percentil 95 específico para edad, sexo y talla, en 3 o más ocasiones. Los valores de PA sistólica y/o diastólica que son  $\geq$  percentil 90 pero  $<$  percentil 95 se considera como prehipertensión. Como en los adultos, se recomienda que niños y adolescentes con presión arterial  $\geq$  120/80 mmHg, aún por debajo del percentil 90 deben ser considerados como prehipertensos.

### 3.1.2 Clasificación de la Hipertensión Arterial.

#### Clasificación de la hipertensión arterial en niños y adolescentes

**Tabla 6.**

<b>Clasificación de hipertensión arterial.</b>	
<b>Categoría</b>	<b>Percentil de PAS y/o PAD</b>
Normal	<90
Normal-alto (Prehipertensión)	≥ 90 a <95 ≥ 120/80 aún si <90 en adolescentes
Estadio 1 Hipertensión	95 al 99 más 5 mmHg
Estadio 2	>99 más 5 mmHg

Fuente: Task Force on High Blood Pressure in Children and Adolescents. Pediatrics 2004

#### La clasificación de la hipertensión arterial en mayores de 18 años.

**Tabla 7.**

<b>Categoría</b>	<b>Sistólica (mm Hg)</b>	<b>Diastólica (mm Hg)</b>
Optima	<120	<80
Normal	120-129	80-84
Normal Alta	130-139	85-89
Hipertensión grado 1	140-159	90-99
Hipertensión grado 2	160-179	100-109
Hipertensión grado 3	≥ 180	≥110
Hipertensión aislada                      Sistólica	≥140	<90

**Fuente:** European Heart Journal, 2013.

La hipertensión sistólica aislada debe evaluarse de acuerdo a los grados 1, 2 y 3; basada en la valoración sistólica de los rangos indicados, si la presión diastólica es < 90 mm Hg. Los grados 1, 2 y 3 corresponden a la clasificación leve, moderada y grave respectivamente.

### 3.1.3 Causas de la Hipertensión Arterial.

Según la Organización Mundial de la Salud existen factores de riesgo relacionados con el comportamiento que pueden contribuir a la hipertensión entre ellos:

- El consumo de alimentos que contienen demasiada sal y grasa, y de cantidades insuficientes de frutas y hortalizas.
- El uso nocivo del alcohol;
- El sedentarismo y la falta de ejercicio físico;
- El mal control del estrés.

Las condiciones de vida y de trabajo de las personas influyen sobre manera en estos factores de riesgos conductuales.

Además, existen algunos factores metabólicos que aumentan el riesgo de enfermedad cardiovascular, accidente cerebro vascular, insuficiencia renal y otras complicaciones de la hipertensión, como la diabetes, la hipercolesterolemia y el sobrepeso o la obesidad.

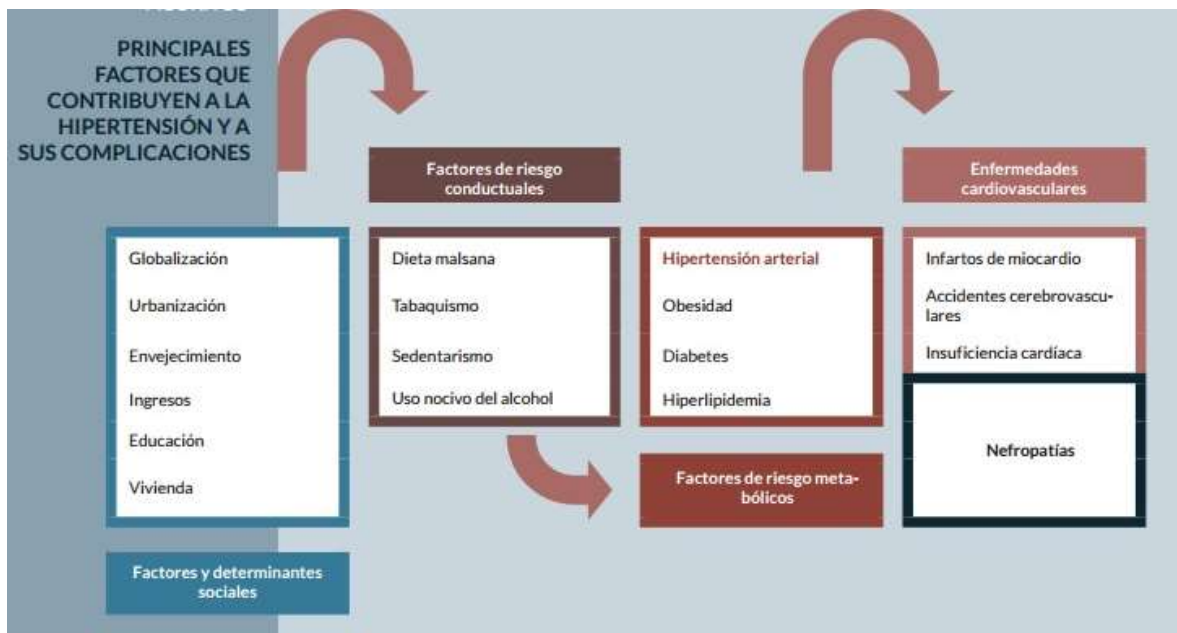


Figura 2. Fuente: Organización Mundial de la Salud, 2013.



### 3.1.4 ¿Qué pasa en el mundo con la hipertensión arterial?

Actualmente las personas viven en un entorno que cambia rápidamente. Sobre la salud humana influyen en todo el mundo los mismos factores poderosos: envejecimiento de la población, urbanización acelerada y generalización de modos de vida malsanos. Cada vez más, los países ricos y pobres se enfrentan a los mismos problemas de salud. Uno de los ejemplos más notables de este cambio es que las enfermedades no transmisibles, como las enfermedades cardiovasculares, el cáncer, la diabetes o las enfermedades pulmonares crónicas han superado a las enfermedades infecciosas como principales causas de mortalidad en el mundo.

En el mundo, las enfermedades cardiovasculares son responsables de aproximadamente 17 millones de muertes por año, casi un tercio del total. Entre ellas, las complicaciones de la hipertensión causan anualmente 9,4 millones de muertes. La hipertensión es la causa de por lo menos el 45% de las muertes por cardiopatías y el 51% de las muertes por accidente cerebrovascular. (Organización Mundial de la Salud, 2013)

En 2008, en el mundo se había diagnosticado hipertensión aproximadamente al 40% de los adultos mayores de 25 años; el número de personas afectadas aumentó de 600 millones en 1980 a 1000 millones en 2000. La máxima prevalencia de hipertensión se registra en la Región de África, con un 46% de los adultos mayores de 25 años, mientras que la más baja se observa en la Región de las Américas, con un 35%. En general, la prevalencia de la hipertensión es menor en los países de ingresos elevados (35%) que, en los países de otros grupos de ingresos, en los que es del 40%.

Las consecuencias adversas de la hipertensión para la salud son complejas porque muchos afectados tienen además otros factores de riesgo que aumentan la probabilidad de infarto de miocardio, accidente cerebrovascular e insuficiencia renal. Entre esos factores de riesgo se encuentran el consumo de tabaco, la

obesidad, la hipercolesterolemia y la diabetes mellitus. El tabaquismo aumenta el riesgo de complicaciones de la hipertensión en los afectados.

En 2008 había 1000 millones de fumadores en el mundo y la prevalencia mundial de la obesidad casi se había duplicado desde 1980. La prevalencia mundial de la hipercolesterolemia entre los adultos mayores de 25 años era del 39%, y la de la diabetes del 10%.

También la inactividad física es un factor importante en el desarrollo de estas enfermedades crónicas no transmisibles, como es el caso del desarrollo de hipertensión arterial, área que está débil a nivel mundial ya que un 60% de la población mundial no realiza la actividad física necesaria para obtener beneficios para la salud.

En Latinoamérica, el 13% de las muertes y el 5,1% de los años de vida ajustados por discapacidad (AVAD) pueden ser atribuidos a la hipertensión. (Lawes, Vander, & Rodgers, 2008) La prevalencia ajustada para la edad de la hipertensión en la población adulta general en diferentes países de Latinoamérica (encuestas nacionales o muestreos sistemáticos aleatorizados) varía entre el 26 al 42% (Burlando, Sánchez, Ramos, Mogensen, & Zanchetti, 2004)

En las poblaciones diabéticas, la prevalencia de la hipertensión es 1,5 a 3 veces mayor que en no diabéticos de la misma franja etaria. En la diabetes tipo 2, la hipertensión puede ya estar presente en el momento del diagnóstico o inclusive puede preceder a la hiperglicemia evidente. (Burlando, Sánchez, Ramos, Mogensen, & Zanchetti, 2004)

Las tablas 8 y 9 muestran la prevalencia, el grado de detección, el tratamiento y el control de la hipertensión, junto con la mortalidad cardiovascular (CV) atribuida a la hipertensión, y a la prevalencia de los principales factores de riesgo asociados con la hipertensión respectivamente, en varios países latinoamericanos.

**Tabla 8.**

Países	Prevalencia Hipertensión %	Conciencia Hipertensión %	Hipertensión Tratada %	Hipertensión Controlada %	%	%	Mortalidad CV %
Argentina	28,1	54	42	18	-	-	23,5
Brasil	25-35	50,8	40,5	10,2			27,5
Chile	33,7	59,8	36,3	11,8	30,8	36,7	28,4
Colombia	23	41	46	15			28
Ecuador	28,7	41	23	6,7	27,5	30,9	28
México	30,8	56,4	23	19,2	26,3	34,2	-
Paraguay	35	31	27	7			28
Perú	24	39	14,7	14			-
Uruguay	33	68	48	11	56,9	43,1	29,5
Venezuela	33	55	30	12			20,6

Las columnas 2, 3 y 4 muestran valores de porcentajes que corresponden a la población hipertensa correspondiente (columna 1) **Fuente:** Guía Latinoamericana de Hipertensión, 2010.

**Tabla 9.**

Países	Sobrepeso %	Sedentarismo %	Tabaquismo %	Dislipidemia %
Argentina	19,7	Nd	38,6	18,7
Brasil	13	Nd	20	13
Chile	23,2	90,8	42	35,4
Colombia	47	61	23	61
Ecuador	41	34,9	24,8	-
México	31	30,8	36,6	36,5
Paraguay	54	38	34	-
Perú	-	-	-	10
Uruguay	59,7	64,3	15,7	18
Venezuela	25,1	-	30	5,7

**Fuente:** Guía Latinoamericana de Hipertensión, 2010.

### 3.1.5 ¿Cómo afecta a los chilenos la hipertensión arterial?

Se considera hipertenso a todo individuo que mantenga cifras de Presión Arterial (PA) persistentemente elevadas, iguales o superiores a 140 mmHg para la PA sistólica e iguales o superiores a 90 mmHg para la PA diastólica. (Dabrow, 2002). Según su origen, la hipertensión arterial puede ser esencial primaria, o sea, sin causa conocida (95% de los hipertensos), o secundaria (5% de los hipertensos) (Minsal, Guía Clínica Hipertensión Arterial Primaria o Esencial en personas de 15 años y más., 2005)

La HTA es una patología relacionada con afecciones de frecuente atención en servicios de urgencia, siendo uno de los problemas de salud pública más importante en países desarrollados, de alta prevalencia en Chile, alcanzando según la Encuesta Nacional de Salud (MINSAL M. d., 2003) cifras promedio de 34% de la población mayor de 17 años. Un análisis por grupo etáreo, muestra que la prevalencia se incrementa con la edad en ambos sexos, alcanzando elevadas cifras en el grupo de 65 y más años. La tasa de mortalidad ajustada por edad por enfermedad hipertensiva en Chile el 2013 es de alrededor de 26,1% cada 100.000 habitantes.

Como problema de salud pública se puede decir que además es uno de los 4 mayores factores de riesgo modificables para las enfermedades cardiovasculares (es el de mayor importancia para la enfermedad coronaria y el de mayor peso para la enfermedad cerebro vascular), junto a las dislipidemias, la diabetes (50% de los diabéticos son hipertensos) y el tabaquismo. Además, la HTA es un problema de salud pública que genera altos costos financieros y sociales por su alta prevalencia, larga duración, gran dependencia de la farmacoterapia múltiple y sus complicaciones con frecuencia de carácter letal.

La HTA representa el 9.4% de las consultas realizadas en el nivel primario de atención de salud. Sin embargo, su diagnóstico en la mayoría de los casos recién puede establecerse cuando se presenta con manifestaciones orgánicas, ya que se trata de una enfermedad asintomática por mucho tiempo, que deja su evolución

sin tratamiento, pudiendo ocurrir que el primer síntoma que se tenga de ella sea un accidente vascular encefálico (AVE) o un infarto agudo al miocardio (IAM). Se estima que aproximadamente un 50% de la población hipertensa no conoce su condición, por lo tanto, no se controla la enfermedad. En la Encuesta Nacional de Salud (MINSAL M. d., 2003) se encontró una frecuencia de personas con presión arterial alta de 33,7% en el tamizaje realizado en población de 17 y más años, de los cuales el 40,2% no conocía su condición (25,3% de las mujeres y 53,2% de los hombres). De la población de pacientes con PA alta, el 63% se sabía hipertenso, el 44% estaba recibiendo medicación y sólo el 22% presentaba cifras de PA normales (Minsal, Guía Clínica Hipertensión Arterial Primaria o Esencial en personas de 15 años y más., 2005)

La HTA no es una patología que se desarrolle sola, sino que puede presentar comorbilidad con otras afecciones. La población hipertensa tiene una mayor morbilidad y aumenta su riesgo relativo de presentar:

- AVE, con frecuencia 10 veces mayor que en población normotensa.
- Cardiopatía coronaria, con frecuencia 5 veces mayor que en población normotensa.
- Insuficiencia cardiaca congestiva, con frecuencia 2-4 veces mayor que en población normotensa. - Insuficiencia renal crónica con frecuencia 1,7 veces mayor que en población normotensa.
- Aumento de 20 mmHg en la PA Sistólica y de 10 mmHg en la PA Diastólica sobre 115/75 mmHg, aumenta al doble el riesgo de muerte por AVE.
- El 70% de los casos de HTA en el hombre y 61% en mujeres, son atribuibles a exceso de adiposidad, con aumento promedio de PA sistólica de 4,5 mmHg por cada 5Kg de aumento de peso.

Un tratamiento efectivo de la HTA produce una significativa disminución de la morbilidad y mortalidad de los pacientes. McMahon mostró que la terapia antihipertensiva se asocia con descensos de 35% a 40% promedio de AVE; 20% a 25% de IAM y más del 50% de insuficiencia cardiaca (Neal, MacMahon, & Chapman , 2000)

### **3.1.6 La Hipertensión arterial como factor de riesgo de enfermedades cardiovasculares.**

Las enfermedades cardiovasculares son el resultado de un proceso patológico inflamatorio, complejo y prevenible, la aterosclerosis. Esta se presenta tras un largo período asintomático, que lleva al engrosamiento y pérdida de la elasticidad de la pared de grandes y medianas arterias con estrechamiento de su lumen. Este fenómeno comienza en la infancia-adolescencia con el depósito de estrías grasas, lesiones que progresan en el transcurso de la adultez a velocidad variable dependiendo de la presencia, severidad y del tiempo de permanencia de los factores de riesgo cardiovascular. (Fuster, Moreno, Fayad, Corti, & Badimon, 2005)

Las placas ateroscleróticas, compuestas por lípidos, células inflamatorias y musculares, tejido conectivo y depósitos de calcio, se clasifican en placas estables o inestables, de acuerdo al riesgo de ruptura.

Las placas estables son asintomáticas y de lenta progresión a menos que la estenosis exceda el 70 - 80% del lumen arterial produciendo síntomas como angina o claudicación intermitente. Por otra parte, las placas inestables se producen con menores niveles de estenosis, entre 30 y 60%, y son más vulnerables a fisuras y roturas, por lo tanto, propensas a complicaciones tromboembólicas agudas como angina inestable, infarto agudo al miocardio, ataque cerebrovascular y muerte súbita. (Merck, Beers, & Berkow, 2007)

Según la Clasificación Internacional de Enfermedades CIE-10, el conjunto de patologías cardiovasculares resultantes del proceso aterosclerótico se clasifican en 3 grupos:

1. Enfermedades cardíacas isquémicas.
2. Enfermedades cerebrovasculares.
3. Enfermedad de arterias, arteriolas y capilares.

Las enfermedades cardiovasculares (ECV), (isquémicas del corazón o coronarias, cerebrovasculares y arteriales periféricas) son la principal causa de muerte en Chile, con 27,1% del total de las defunciones el 2011. (MINSAL & DEIS, 2013) Las enfermedades cerebrovasculares son la primera causa específica de muerte, seguidos por las isquémicas del corazón, con 8.736 y 7.197 defunciones, 34% y 28% de las muertes cardiovasculares, y una tasa de 50.65 y 41,73 x 100.000 hab. respectivamente, ese mismo año.

La Organización Mundial de la Salud estima que el 80% de los ataques cerebrovasculares, enfermedades isquémicas del corazón y diabetes podrían prevenirse a través del control de sus principales factores de riesgo (FR): alimentación no saludable, tabaquismo, inactividad física y consumo excesivo de alcohol, dado la asociación que existe entre estos factores con presión arterial elevada, hiperglicemia e hipercolesterolemia. (Organización Mundial de la Salud, 2010) Chile ostenta una alta prevalencia de los FR mencionados, como se observa en la **Tabla 10**.

Factor de riesgo	ENS 2009-2010 (%)	Criterios
Dislipidemia	38,5 28,3 31	Colesterol total ≥200mg/dL C-HDL < 40mg/dL TG > 150mg/dL
Diabetes mellitus	9,4	
Presión arterial elevada	26,9	
Tabaquismo	40,6	
Circunferencia de cintura	31,1	≥88cm en mujeres y ≥102cm en hombres
Sedentarismo	88,6	
Obesidad	25,1	IMC ≥30Kg/m <sup>2</sup>

Sobrepeso	67	IMC $\geq$ 25 Kg/m <sup>2</sup>
Alcohol	10,9	AUDIT>8



### **3.2 ¿Cómo la obesidad influye en la hipertensión arterial?**

En los últimos 30 años la obesidad surgió como un importante problema de salud pública a nivel mundial; es la primera ocasión en que una enfermedad crónica no transmisible es considerada epidémica. La Organización Mundial de la Salud (OMS) utilizó la denominación "epidemia global" para describir este fenómeno. (WHO, 2000)

La obesidad se caracteriza por un excesivo aumento de los depósitos de grasas en el organismo, que provoca un deterioro en la calidad de vida, debido a su efecto tóxico cuando se encuentra en exceso siendo un riesgo potencial para la salud del individuo. El sobrepeso se define como el peso corporal inmediatamente sobre lo esperado según la media para edad, talla y sexo (a expensas del aumento del tejido graso subcutáneo y ectópico).

La obesidad es heterogénea y etiológicamente multifactorial, se debe a un desequilibrio energético originado fundamentalmente por una ingesta calórica superior a la requerida, lo que trae como consecuencia un exceso de grasa en el organismo que puede ser perjudicial para la salud. Sin embargo, el nivel de exceso, la distribución corporal de la grasa y las consecuencias asociadas a la salud, varían en forma considerable entre individuos obesos (Escobar, Olivares, & Zacarías , 2004) Los datos científicos indican que la prevalencia de obesidad ha aumentado como consecuencia de una disminución del gasto energético (menor actividad y ejercicio físico) que no se ha compensado por una reducción equivalente en la ingesta de alimentos.

Otros factores importantes en la causalidad de la obesidad son: enfermedades endocrinas, trastornos del metabolismo de la glucosa y grasas, trastornos del hipotálamo (encargado del control del apetito y de la sensación de saciedad), consumo de cierto tipo de medicamentos (como corticoesteroides), factores psíquicos ligados a situaciones emocionales conflictivas y factores genéticos (responsables de un 30% de los hechos relacionados con el peso).

Uno de los criterios más utilizados para diagnosticar la obesidad es el índice de masa corporal (IMC), el cual está desactualizado y obsoleto ya que en la práctica sirve para tener una referencia “casera” del estado de salud de las personas, el que se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$[IMC = \text{peso (kg)} / \text{estatura}^2 \text{ (m)}] \text{ (OMS, 2015)}$$

La OMS define sobrepeso como IMC comprendido entre 25.0 y 29.9 kg/m<sup>2</sup> y obesidad como un IMC >30 kg/m<sup>2</sup>. (WHO, 1997) Sin embargo, la simpleza de cálculo y utilidad clínica, el IMC no da cuenta de la variación en la distribución de la grasa corporal, que puede no corresponder a un mismo nivel de adiposidad o riesgos asociados a la salud. Aquellos individuos obesos con un depósito excesivo de grasa intraabdominal están particularmente expuestos al deterioro de su salud.

Según el estudio “Validación del peso e índice de masa corporal auto-declarados de los participantes de una cohorte de graduados universitarios”, realizado por la Universidad de Navarra en España el 2013. Concluyó finalmente que "un 29% de las personas que según el IMC se sitúan en el rango de normalidad ofrecen realmente un porcentaje de grasa corporal propio de una persona obesa y que un 80% de las personas que, según el mismo índice, presentan sobrepeso, realmente son obesas". En resumen, el IMC calcula con bastante acierto el sobrepeso, pero no 'averigua' si ésta persona ha caído en la obesidad.

Por lo anterior, se deben considerar otras mediciones: pliegues cutáneos en tronco y extremidades, relación entre la circunferencia de cintura y de cadera (ICC). De acuerdo a esto, el índice de cintura cadera se calcula de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$ICC = \text{circunferencia abdominal} / \text{circunferencia cadera}$$

La obesidad androide o central se caracteriza por una acumulación de grasa en tronco y abdomen, con un valor de ICC mayor de 1,0 cm para hombres y mayor de 0,85 cm para mujeres. La ginoide o periférica, distribuye la grasa

fundamentalmente en el área glúteo-femoral, con valores de ICC inferiores a los mencionados previamente para cada sexo.

La situación en Chile no deja de ser preocupante. Los adultos obesos tienen las tasas más altas de enfermedad cardiovascular y de mortalidad por las mismas. Un 66% de la diabetes mellitus tipo II, 52% de las colelitiasis, 29% de la hipertensión (HTA) y 22% de los accidentes vasculares encefálicos (AVE) pueden ser atribuidos parcialmente a la obesidad (Minsal 2004).

Según la Encuesta Nacional de Salud (MINSAL M. d., 2003) la prevalencia de sobrepeso es 37,8 % (43,2 % en hombres y 32,7% en mujeres), obesidad 22% (19 % en hombres y 25% en mujeres) y un 1,3% en obesidad mórbida (MINSAL M. d., 2003) Si se considera el sobrepeso y la obesidad, notamos que más de la mitad de la población nacional se encuentra en esta situación.

La última Encuesta Nacional de Salud, realizada entre los años 2009 y 2010, revela que el 67% de los adultos tiene sobrepeso, es decir, alrededor de 8.900.000 personas. De continuar con esta tendencia, prácticamente toda la población de nuestro país estará con obesidad o sobrepeso en los próximos 20 años.

Según un documento presentado por la FAO, OMS, CEPAL y el Alto Comisionado de Naciones Unidas para los Derechos Humanos el 2012, Chile ocupa el segundo lugar, junto a Argentina con un 29% de adultos con obesidad en Sudamérica. La prevalencia de sobrepeso infantil alcanza en nuestro país un 9,5%.

La Dra. Roxana Buscaglione, asesora del Departamento de Alimentos y Nutrición del Ministerio de Salud e integrante de la División de Políticas Públicas Saludables y Promoción el 2014 señaló que, "la obesidad constituye actualmente el principal problema nutricional de la población chilena, con una alta y creciente prevalencia en todas las etapas de la vida".

Uno de los puntos más preocupantes es la tasa de obesidad infantil que también ha ido en alza. Según los datos del Departamento de Estadística e Información en Salud del MINSAL a partir de los controles realizados a los niños durante el 2013

respecto a la población bajo control en el sistema público de salud, se puede apreciar que 1 de cada 3 niños padece de obesidad.

Según datos de la JUNAEB (octubre 2014), en la prevalencia de obesidad observada en menores de primero básico, las niñas alcanzan el 22,3% y los niños un 28,3% ,en un 5% de los costos totales en atención médica y, aunque no están debidamente cuantificadas, las consecuencias psicosociales de la obesidad en términos de culpabilidad, depresión y baja autoestima son también considerables. Sin embargo, esta situación contrasta con la baja percepción del problema que tiene la población chilena entre 20 y 64 años, ya que sólo un 4% de ella cree tener sobrepeso u obesidad.

Los porcentajes de obesidad y sobrepeso varían según sexo, siendo la prevalencia de obesidad algo mayor en mujeres que en hombres, mientras que la prevalencia de sobrepeso es mayor en hombres (Varo et al. 2005). Estudios demuestran que individuos pertenecientes a niveles socioeconómicos más elevados, los más jóvenes, aquellos con formación universitaria y los que permanecían solteros presentaban índices de obesidad inferiores al resto de los grupos, mientras que los individuos fumadores muestran una prevalencia de obesidad superior a la de no fumadores (Martínez et al. 1990)

Junto a la alimentación otro factor causante de la obesidad es el sedentarismo como factor principal, el que afecta a más del 90% de la población chilena. Mientras que la pobreza, la desigualdad social y accesos a bienes y servicios son importantes determinantes de este riesgo, según la Encuesta Nacional de Salud 2009-2010 la prevalencia de obesidad presenta una tendencia según nivel educacional, encontrándose un 35,5% de obesos en el nivel educacional (NEDU) bajo y un 18,5% en el alto. Esta es una tendencia que también se observa en HTA y diabetes.

### **3.2.1 ¿Cómo se relaciona la hipertensión arterial y la obesidad a través del tiempo?**

La hipertensión y la obesidad constituyen dos problemas de salud pública frecuentes, numerosos estudios coinciden en señalar que existe mayor riesgo en desarrollar hipertensión en pacientes obesos. Esta asociación aumenta el riesgo de presentar cambios irreversibles a nivel cardiovascular, renal y de retina. (Fernandez, Mozo, & Oquendo, 2001)

La obesidad es una enfermedad de distribución universal y prevalencia creciente en las sociedades occidentales, y uno de los principales problemas de salud con los que se encuentran no sólo las sociedades desarrolladas, sino también aquellas en vías de desarrollo con un rápido crecimiento socioeconómico. La obesidad es por sí misma un factor de riesgo cardiovascular, que además predispone frecuentemente a otros factores de riesgo como la hipertensión arterial (HTA), dislipemia y diabetes mellitus. Además, produce una reducción significativa de la esperanza de vida. Su importancia ha sido reconocida por varias sociedades científicas y por las autoridades sanitarias en Chile, que han puesto en marcha iniciativas de índole diversa tendentes a reducir su impacto creciente en la salud de la población.

La relación entre obesidad e Hipertensión tiene una especial relevancia por su magnitud y por las repercusiones que tiene en la vida de las personas, en una publicación de la Revista de Endocrinología en Italia. Confirmando la elevada prevalencia de obesidad entre los hipertensos, que alcanza el 26,7% de los varones y el 36% de las mujeres, prevalencia que fue ligeramente superior en la población mayor de 60 años. Numerosas evidencias clínicas y epidemiológicas apoyan la asociación entre presión arterial y peso corporal, que se ha documentado en numerosos grupos raciales, étnicos y socioeconómicos. (Redon & Lurbe, 2007)

Según la revista Internacional de la Obesidad y los trastornos relacionados, en su estudio "Índice de masa corporal, la adiposidad abdominal y la presión arterial: la

consistencia de su asociación entre los países desarrollados y en desarrollo”, arrojo que: existe una relación lineal entre diferentes índices de adiposidad (índice de masa corporal – IMC-, diámetro de la cintura – DC- y relación cintura cadera – RCC-) y las cifras de presión arterial, tanto en países desarrollados como en aquellos en vías de desarrollo. Se calcula que una ganancia de 1,7 kgs por metro cuadrado en el IMC, de 4,5 cms en la circunferencia de la cintura y de 3,4% en la relación cintura cadera, corresponden a una elevación de 1 mmHg en la presión arterial sistólica de los hombres, mientras que para las mujeres los valores correspondientes son de 1,25 Kg. por metro cuadrado, 2,5 cm y 1,8% respectivamente. (Dolls, Paccaud, Bovet, Burnier, & Wietlisbach, 2002)

Según la Encuesta Nacional de Salud en 2003, concluye un 61% de la población chilena tiene exceso de peso, en donde se incluye el sobrepeso, obesidad y obesidad mórbida; la cantidad total es de 6.800.000 personas, las cuales se encuentran en una condición desfavorable para su salud. La Encuesta Nacional de Salud de 2009-2010, arroja que un 67% de la población se encuentra con exceso de peso, es decir, 8.900.000 personas, índice que va en aumento a lo largo del tiempo, el cual es preocupante ya que este es un factor determinante en las enfermedades crónicas no transmisibles. Según esta misma encuesta la población hipertensa en Chile el 2003 era de 3.800.000 y el 2010 es de 3.600.000.

### **3.3 ¿Por qué la Actividad física no es sinónimo de Ejercicio Físico?**

A menudo se escucha utilizar los términos actividad física y ejercicio físico instantáneamente, como sinónimos unos de otros, sin embargo, existen diferencias importantes que debemos conocer y manejar, desde el punto de vista de la salud y la calidad de vida.

La Organización Mundial de la Salud define Actividad Física como: cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos que exija gasto de energía. Por ejemplo, realizar las tareas del hogar, ir hacer las compras, desplazarse caminando de un lugar a otro, andar en bicicleta, subir escaleras, entre otros.

Todas estas actividades suponen un gasto de energía por encima del metabolismo basal, que es la energía necesaria para realizar las funciones corporales básicas para mantenernos con vida. Las personas que realizan solo este tipo de actividad se les considera inactivas, en esto radica la importancia del ejercicio físico. Según la OMS es un término más específico que implica una actividad física planificada, estructurada y repetitiva realizada con una meta, con una frecuencia, con el objetivo de mejorar o mantener la condición física de la persona.

También es importante discriminar entre condición física (fitness) y sedentarismo que etimológicamente proviene del término sedestación que describe la posición sentado y por ende no es sinónimo de una determinada condición física. Lo mismo es válido señalarlo para los sujetos que siendo más activos asisten regularmente a un gimnasio o practican deportes el fin de semana, pero ello no implica un adecuado funcionamiento corporal con beneficios para la salud.

El objetivo principal de un programa de ejercicio y salud deberá ser siempre mejorar o preservar las capacidades funcionales del individuo dado un diagnóstico y evaluación de los cambios en el tiempo. Erik Díaz (Académico, Laboratorio de Metabolismo Energético del INTA y Departamento de Nutrición de la Universidad de Chile) y Carlos Saavedra (Investigador asociado al Laboratorio de Metabolismo

Energético del INTA), en el documento Ejercicio físico y Obesidad 2013, señalan que el objetivo principal, de cualquiera sea el programa de ejercicio en salud, debe ser el mejorar en la capacidad metabólica de utilización de grasas y glucosa y por supuesto en la capacidad física permitiéndole al individuo la práctica regular de ejercicio en condiciones seguras. Esto implica la existencia de una prueba funcional que permita clasificar la condición funcional inicial y sus variaciones con el tratamiento. Luego del tratamiento, se asume que el sujeto continuará realizando ejercicio para no perder la mejoría lograda y de allí en adelante se transformará en su estilo de vida.



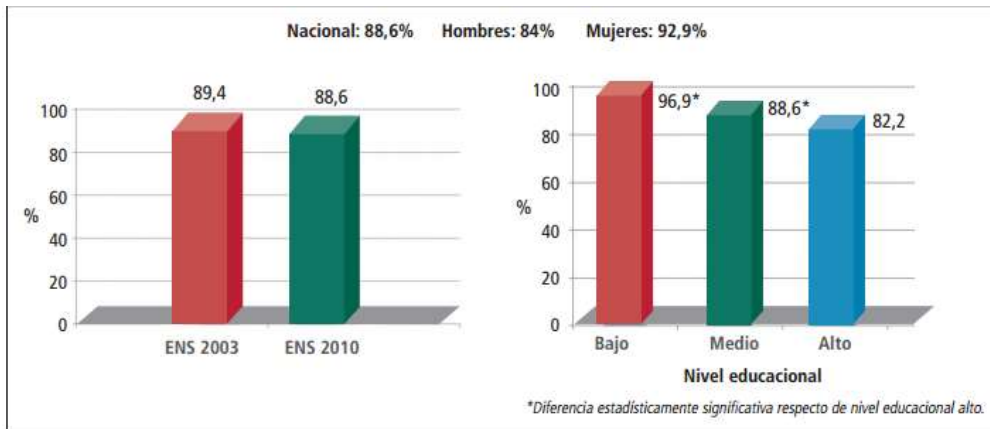
### 3.3.1 ¿Cómo la actividad física ayuda a la prevención de enfermedades?

La actividad física es definida como cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos y que resultan en gasto energético. (Shephard & Balady, 1999). En el mundo, el problema de la inactividad física o sedentarismo tiene una alta prevalencia; en un estudio de casos y controles, que evaluó los factores de riesgo en 52 países, se comunicó 85,73% de inactividad física entre los que tuvieron un evento coronario y 80,72% entre los que no lo tuvieron (Yusuf, Hawken, Ounpuu , Dans , & Avezum , 2004) este mismo estudio reportó 78% de inactividad física en Latinoamérica. (Lanas, Avezum, Bautista, Díaz , Luna , & Islam , 2007)

Se ha observado que la inactividad física es el cuarto factor de riesgo en lo que respecta a la mortalidad mundial (6% de las muertes registradas en todo el mundo). Además, se estima que la inactividad física es la causa principal de aproximadamente un 21% - 25% de los cánceres de mama y de colon, el 27% de los casos de diabetes y aproximadamente el 30% de la carga de cardiopatía isquémica. (OMS, who, s.f.)

En Chile, el sedentarismo es prácticamente la regla en la población, siendo bajo el porcentaje de aquellos que realizan vida física activa. La Encuesta Nacional de Salud 2009-2010 reporta una prevalencia de sedentarismo total de 88,6%, siendo de 92,2% para mujeres y de 84% para hombres. (Figura 3) Si bien es cierto que la mayoría de los estudios hablan de prevalencias por sobre 70% de inactividad física, existe amplia variación de resultados lo que puede deberse a la diversidad de instrumentos utilizados y puntos de corte inconsistentes. Dependiendo del instrumento de evaluación puede clasificarse los niveles de actividad física en escalas dicotómicas (físicamente inactivo o sedentario/ físicamente activo), ordinales (físicamente inactivo o sedentario/moderadamente activo/físicamente activo) o continuas (kilocalorías, METS).

## Sedentarismo de tiempo libre según encuesta nacional de Salud 2003 y 2010.



Fuente: ENS 2010, Ministerio de Salud.

(Figura 3)

La mayoría de los estudios nacionales ha calificado de sedentarios a quienes no practican actividad física al menos 30 minutos seguidos por tres veces a la semana y fuera del trabajo, es decir dicotomizando un fenómeno que es esencialmente continuo. La Organización Mundial de la Salud (OMS) establece que las personas tienen la oportunidad de mantenerse físicamente activas en cuatro sectores principales de la vida diaria: el trabajo, el transporte, las tareas domésticas y el tiempo libre o de ocio; recomendando utilizar instrumentos de medición capaces de recoger información en todas estas dimensiones.

La actividad física, el ejercicio físico y el deporte parecen ser herramientas claves en la prevención y tratamiento de diversas enfermedades y patologías, como lo son las enfermedades crónicas no transmisibles, es por esto, que el nivel de actividad física debe aumentar en la población tanto “enferma” como “sana”.

### **3.3.2 El ejercicio rehabilitador del siglo XXI: el HIIT como ejercicio rehabilitador.**

El HIIT consiste en la alternancia de periodos de ejercicio anaeróbico intenso con periodos de recuperación pasiva o activa a intensidad media/moderada. El principal interés recae en que este tipo de entrenamiento ofrece la posibilidad de mantener la intensidad alta del ejercicio durante periodos más largos que con el ejercicio continuo. Es el mejor método de entrenamiento para mejorar la capacidad aeróbica máxima (Guiraud, Nigam, Gremeaux, Meyer, Juneau, Bosquet, 2012).

Si bien esta tendencia a la intensificación de los estímulos formaba parte de las metodologías aplicadas para la mejora de la resistencia cardio-respiratoria (métodos fraccionados interválicos y por repeticiones), siendo especialmente popularizada en los años 50 de la mano del pragmático atleta Emil Zatopek, no fue hasta los años 60 cuando el fisiólogo Astrand y sus colaboradores despertaron por primera vez el interés de la comunidad científica por “diseccionar” este tipo de prácticas desde el laboratorio para indagar sobre sus verdaderos efectos fisiológicos y posibles virtudes. Esta modalidad de ejercicio es bien conocida por los acrónimos HIIT o HIT (High-Intensity Interval Training; High-Intensity Intermittent Training o simplemente High Intensity Training) y otras denominaciones que esconden distintos formatos (Peña, Heredia, Segarra, Mata, Isidro, Martín, Edir Da Silva, 2013).

En la década de los 50 era impensable realizar este tipo de ejercicios con pacientes con cardiopatías. No fue hasta los 70 cuando los beneficios fueron sacados a la luz por la comunidad médica (Guiraud et al., 2012).

Los beneficios fisiológicos que puede producir el HIIT son los siguientes (Gibala et al., 2012):

- Aumento de la capacidad oxidativa de la musculatura esquelética.

- Reducción del ratio de glucógeno utilizado y de la producción de lactato durante el ejercicio.
- Aumento de la capacidad lipolítica.
- Mejora de la estructura y funcional vascular periférica.
- Mejora de la capacidad de ejercicio.

De todos modos, el punto en el que la mayoría de los estudios parecen coincidir, es en la innegable ventaja de requerir un menor volumen de entrenamiento total, y un menor tiempo para conseguir adaptaciones.

Esto rompe con una de las barreras más expuestas que impiden la práctica de ejercicio físico regular, como es la falta de tiempo. Adicionalmente cabe destacar que este tipo de formato puede suponer una percepción de la sesión menos aburrida y monótona que los entrenamientos tradicionales. Estos factores pueden ser claves a la hora de aumentar la adherencia a los programas de ejercicio físico regular (Peña, G. et al.2013).

### **3.3.3 ¿Por qué el HIIT es una de las metodologías de ejercicio rehabilitadora de enfermedades crónicas?**

Como alternativa a las prescripciones tradicionales de ejercicio, se han planteado los ejercicios de alta intensidad, intermitente y corta duración (HIIT), con reducción aguda en la curva de glicemia (AUC) continua de 24 horas, incrementando en 369% en el contenido de GLUT4 muscular (Little, Gillen, Percival, Safdar, & Tarnopolsky, 2011) . El ejercicio HIIT es tiempo-eficiente y posee efectos intracelulares que remodelan metabólicamente el miocito, incrementan la función endotelial y mejoran la capacidad cardiorespiratoria, reduciendo la grasa corporal.

Las bases moleculares del ejercicio HIIT se sustentan en el estrés energético de la célula y la disminución del glicógeno muscular. Dicho estímulo es sentido por la proteína kinasa AMPK (sensor del metabolismo energético intracelular dado que se activa según el estado de la relación AMP/ATP, además de ser un potencial sensor del estado de las reservas de glucosa y promotor de la oxidación de grasas) lo que desencadena la activación de GLUT4, el aumento en la expresión génica de este transportador mejorando por ende la captación de glucosa, el incremento en la síntesis de proteínas del metabolismo lipídico y de biogénesis mitocondrial. Siendo la grasa corporal uno de los componentes principales en el compromiso funcional tisular, además genera un estímulo adrenérgico importante, que incrementa con cada repetición, estimulándose un efecto lipolítico de mayor potencia y duración. Se liberan además Interleuquina-6 (IL-6, es una citoquina que se produce en el músculo esquelético y que es inducida por el ejercicio) y otros agentes lipolíticos, que incrementan este proceso en el tejido adiposo y muscular, entre otros.

El ejercicio físico de alta intensidad altera la homeostasis y por tanto provoca una respuesta estresora en el organismo humano. La respuesta estresora implica, por un lado, una mayor actividad del sistema nervioso simpático y, por otro, una mayor actividad de las glándulas suprarrenales (Gallardo, P., 2004). La mayor actividad simpática induciría un incremento en la liberación de noradrenalina y la mayor

actividad de las glándulas suprarrenales induciría un incremento en la liberación de adrenalina (Saavedra, C., 2001). Estas hormonas, al ser liberadas, viajarán hasta unirse con receptores adrenérgicos a nivel celular (Saavedra, C., 2001). Esto permitirá que los ácidos grasos provenientes del tejido adiposo puedan ingresar y posterior a esto por medio de una enzima que se encuentra en la membrana externa de la mitocondria, la cartinina palmitoil transferasa I (CPT-1), la cual es la enzima limitante del ritmo de ingreso de ácidos grasos de cadena larga hacia la mitocondria (Achten, J., Jeukendrup, A.E., 2004). Una vez que los ácidos grasos ingresan a la mitocondria, estos podrían aportar su energía potencial para la síntesis de ATP.

Es por esto que el ejercicio físico de alta intensidad incrementaría la movilización de ácidos grasos desde el tejido adiposo y posiblemente desde el músculo esquelético, incrementándose su disponibilidad como sustrato energético para satisfacer las elevadas demandas energéticas que implica la realización de ejercicio físico.

Los estudios más recientes han demostrado que el HIIT provoca unas mayores mejoras en el VO<sub>2</sub> pico y en la función sistólica de personas con enfermedades cardiovasculares. El éxito de este método está en que al haber periodos de recuperación de por medio, el paciente puede ejercitarse a alta intensidad durante breves periodos de tiempo, consiguiendo mayores beneficios (Ismail, McFarlane, Nojournian, Dieber, & Smart, 2013)

Diversos estudios han demostrado los beneficios de este tipo de ejercicios en pacientes que siguen un programa de Rehabilitación Cardíaca. Se ha deducido que el HIIT es más efectivo que el MICE (Moderate Intensity Continuous Exercise) induciendo adaptaciones cardiovasculares en pacientes, y es por ello que la American Heart Association (AHA) lo recomienda entre sus técnicas (Guiraud, Nigam, Gremeaux, Meyer, Juneau, & Bosquet, 2012). Así mismo, (Gaesser & Angadi, 2011) afirman que el HIIT es más efectivo que el ejercicio continuo a intensidad moderada-alta en la mejora de la función endotelial, revirtiendo la remodelación del ventrículo izquierdo y mejorando el consumo máximo de

oxígeno. Sin embargo, este tipo de ejercicio puede no ajustarse a todos los pacientes o situaciones, por lo que existen alternativas muy válidas para llevar a cabo. Tal y como indica (Smart, 2013), podemos llevar a cabo varios tipos de ejercicio físico, según la siguiente lista, estando ordenados de mayor a menor incidencia en la mejora de la capacidad cardiorrespiratoria:

1. HIIT.
2. Ejercicio aeróbico continuo a intensidad moderada.
3. Estimulación eléctrica funcional.
4. Entrenamiento de la musculatura respiratoria.
5. Entrenamiento combinado de resistencia y fuerza.
6. Entrenamiento de fuerza.

En función de la historia y el estado de cada paciente, debemos saber escoger la modalidad de ejercicio físico adecuada (Smart, 2013)

También se ha concluido que es la intensidad relativa (está basada en la capacidad máxima de trabajo de cada persona), y no la duración, la que tiene mayor relación con la reducción de los factores de riesgo en las enfermedades cardiovasculares (Guiraud et al., 2012). Esto queda patente también en la revisión de Ismail et al. (2013), donde se dice que la mejora de la condición cardiorrespiratoria está relacionada con la intensidad del ejercicio que se lleva a cabo, y no con el volumen del mismo o el nivel inicial de condición física del paciente. Además, según los datos obtenidos en dicha revisión, no se observa un aumento del riesgo de eventos cardiacos al ejercitarse a una intensidad alta o vigorosa.

### 3.3.4 ¿Qué cambios genera el HIIT en nuestro organismo?

Durante la realización del ejercicio, y nada más acabar de realizarlo, se dan una serie de respuestas conocidas como efectos agudos. Aquellos característicos del HIIT son los siguientes (Peña et al., 2013)

- Incrementos de la Frecuencia cardíaca.
- Incrementos de la producción de lactato plasmático.
- Incrementos de la producción de catecolaminas (epinefrina y norepinefrina), hormona del crecimiento y cortisol.
- Depleción de fosfágenos musculares (ATP, PCr) y almacenes de glucógeno.
- Incrementos de glucosa sanguínea circulante.
- Descenso significativo de la reactivación parasimpática tras el esfuerzo.

Según Gibala et al. (2012), diversos estudios han investigado los mecanismos moleculares que rigen las adaptaciones metabólicas del músculo esquelético tras HIIT. En relación a esto, existe la necesidad de conocer la influencia de HIIT de bajo volumen sobre la activación de la proteína co-activador 1 $\alpha$  (PGC-1 $\alpha$ ), que es considerado el regulador principal de la biogénesis de las mitocondrias en el músculo. La intensidad del ejercicio es el factor fundamental que influye en la activación de PGC-1 $\alpha$  en el músculo esquelético humano (Egan et al. 2010). Un ejemplo de HIIT de bajo volumen es el test de Wingate, en el cual se debe realizar durante 30 segundos un esfuerzo máximo, normalmente en cicloergómetro. Dicho test aumenta la expresión del ácido ribonucleico mensajero (RNAm) de PGC-1 $\alpha$  varias veces cuando se mide tras 3 horas post ejercicio (Gibala et al., 2009; Little et al., 2011b). Así, el aumento en el PGC-1 $\alpha$  tras un entrenamiento de HIIT de bajo volumen coincide con una mayor expresión del RNAm de varios genes mitocondriales (Little et al. 2011b), lo que sugiere que un programa de adaptación mitocondrial estaría asociado con estas series cortas de ejercicios de alta intensidad.



Por otra parte, se ha demostrado que el HIIT de bajo volumen activa las proteínas AMPK y la MAPK (figuras 4 y 5). Ambas proteínas, sensibles al ejercicio, participan en la fosforilación directa y activación de PGC-1 $\alpha$ . Se planteó la hipótesis que el aumento en la cantidad de PGC-1 $\alpha$  tras el HIIT coactiva los factores de transcripción (TF) para aumentar la transcripción de genes mitocondriales, lo que finalmente produce la acumulación de más proteínas mitocondriales (Laursen, 2010; Gibala et al., 2012).

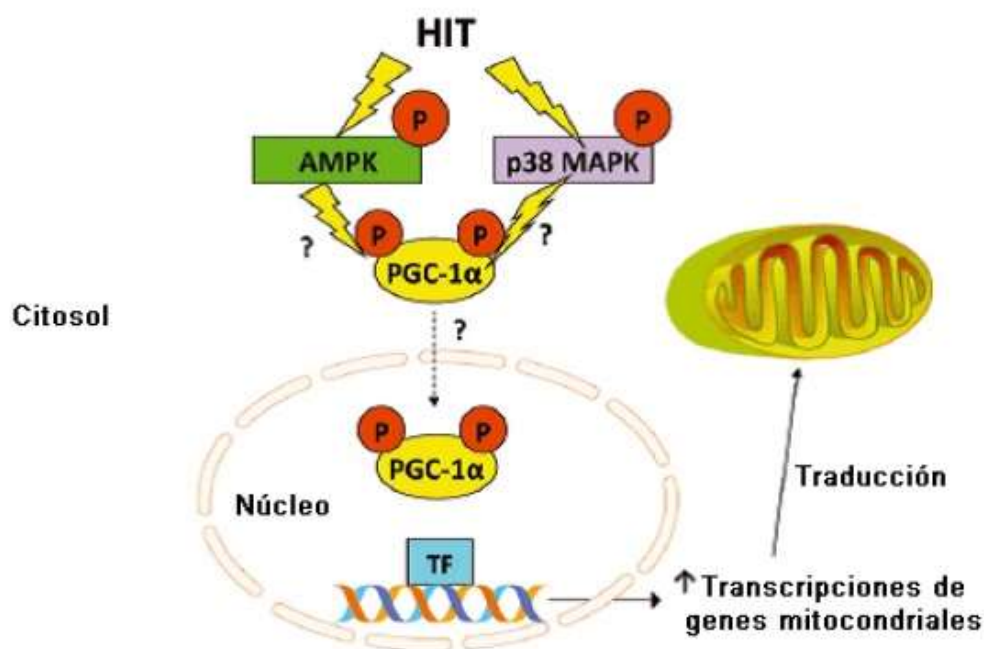
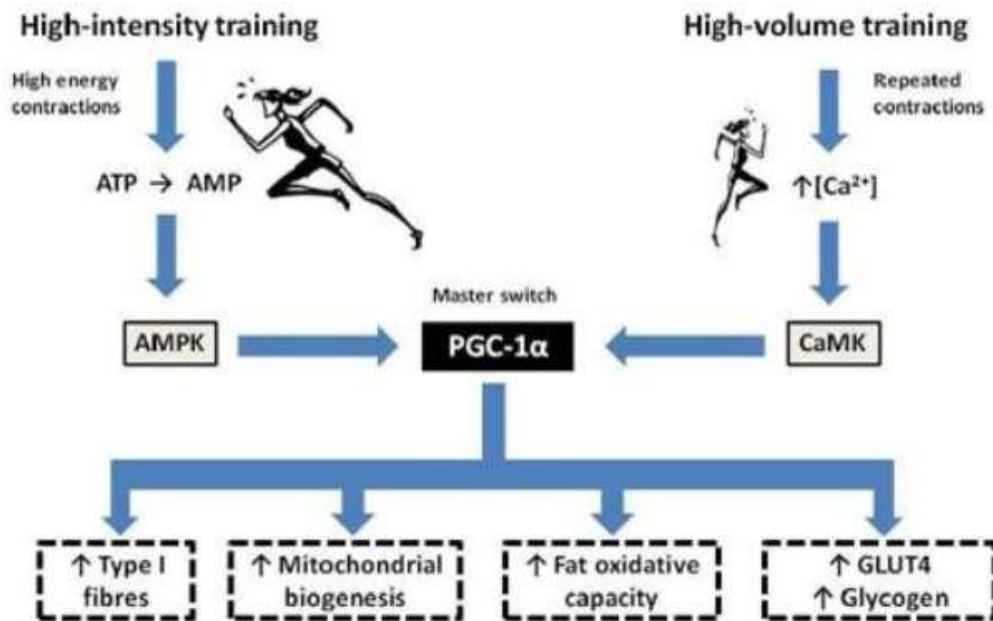
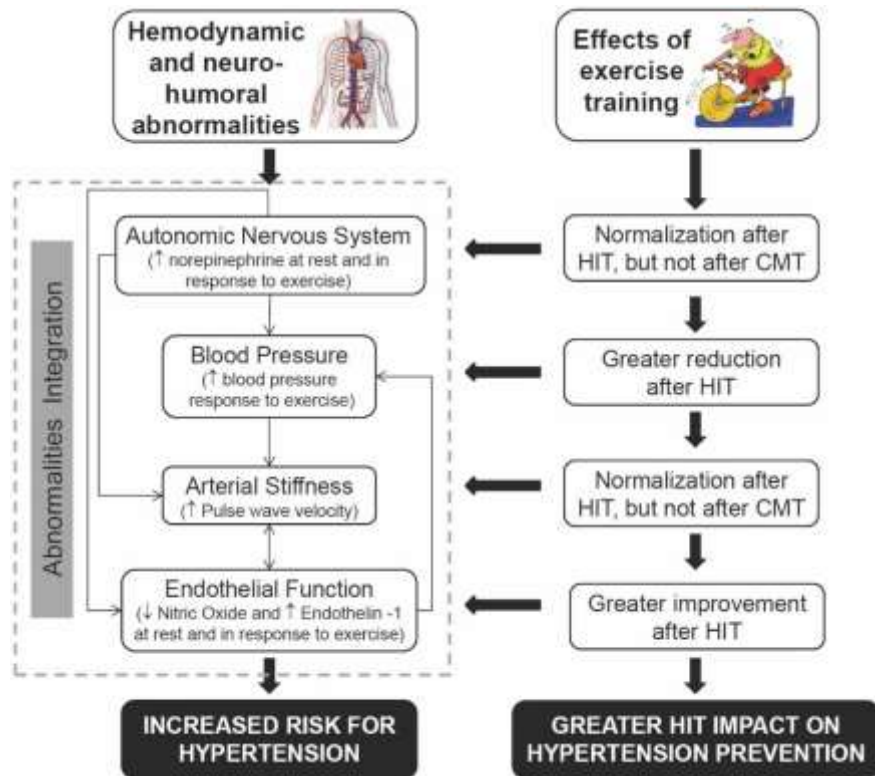


Figura 4, Potencial mecanismo de señalización intracelular involucrado en la biogénesis de mitocondrias inducida por HIIT. Se ha demostrado que el HIIT de bajo volumen activa la proteína quinasa dependiente de 5'-AMP (AMPK) y la proteína quinasa activada por el mitógeno p38 (MAPK). Ambas quinasas de señalización sensibles al ejercicio participan en la fosforilación directa y activación de PGC-1 $\alpha$ . Se ha planteado la hipótesis que el aumento en la cantidad nuclear de PGC-1 $\alpha$  luego del HIIT co-activa los factores de transcripción (TF) para aumentar la transcripción de genes mitocondriales, lo que finalmente produce la acumulación de más proteínas mitocondriales para manejar la biogénesis de mitocondrias. (Gibala, 2012)

Figura 5, Mecanismos para la estimulación de adaptaciones aeróbicas (Laursen, 2010)



Según un estudio de Gomes Ciolac (2012), "Los intervalos de entrenamiento de alta intensidad y la hipertensión", se aplicó un programa de HIIT y entrenamiento continuo de intensidad moderada por 16 semanas a pacientes hipertensos y normotensos con alto riesgo familiar de hipertensión. En donde se demostró que el HIIT es superior al entrenamiento continuo mejorando la aptitud cardiorrespiratoria, función endotelial y sus marcadores, la sensibilidad a la insulina, actividad simpática y la rigidez arterial en pacientes hipertensos y normotensos.



La figura 6, representa esquemáticamente los beneficios del HIIT para la prevención y tratamiento de la hipertensión luego de aplicar este protocolo de ejercicio, normalizando el sistema nervioso autónomo (SNA), reducción de la presión arterial, normalización de la rigidez arterial y mejora de la función endotelial, provocando un mayor impacto en la prevención y tratamiento del HIIT.

### 3.3.5 ¿Cuáles son los efectos a largo plazo del HIIT?

Una vez vistas las respuestas agudas antes estos esfuerzos intermitentes de alta intensidad, el efecto acumulativo inducirá adaptaciones tanto a nivel central (cardiovascular), como periférico (músculo esquelético). A nivel central mejorará la función y capacidad cardiovascular aeróbica y anaeróbica, especialmente motivada por el incremento del VO<sub>2</sub>pico (Peña et al., 2013).

Se ha visto que realizando HIIT en un plazo largo, se puede dar un incremento del 24% del consumo de oxígeno máximo, asociado con una mejora en los umbrales ventilatorios y un descenso de la Frecuencia cardiaca en ejercicio. Además, la FE puede incrementar en un 35%. Estos cambios van acompañados de mejoras en la función endotelial y mitocondrial (Guiraud et al., 2012).

En cuanto a la función ventricular, se observan adaptaciones similares tras realizar ejercicio continuo o interválico. De todas formas, parece aconsejable prescribir HIIT, ya que induce a un mayor grado de adaptaciones periféricas que el ejercicio continuo de intensidad moderada (Guiraud et al., 2012).

A nivel periférico, se darán adaptaciones a nivel vascular y muscular. Se da una mejora del control glucémico y de la sensibilidad a la insulina, tanto en sujetos sanos como diabéticos, explicado por un incremento del transportador GLUT4. Lo que no queda claro es si esto es provocado por el efecto agudo residual (conservación de los cambios inducidos por las cargas de trabajo sistemáticas más allá de cierto período de tiempo después de la finalización del entrenamiento) del HIIT, o al efecto crónico (adaptaciones fisiológicas que son perdurables en el tiempo) de este tipo de entrenamiento. También se observa un aumento de la capacidad muscular oxidativa de los ácidos grasos, debido a un incremento en la capacidad y/o contenido de proteínas de enzimas oxidativas (Peña et al., 2013).

Otras ventajas a destacar son el incremento del almacenamiento de glucógeno en reposo, una mejora de la función endotelial mayor que en entrenamientos continuos, y una mejora de la presión arterial en reposo. Se ha comprobado que el

HIIT es seguro y resulta en mejoras similares en cuanto a mejora del VO<sub>2</sub> pico y la calidad de vida. Otro de los efectos beneficiosos del HIIT es que aumenta la adherencia al ejercicio físico, ya que se presenta como una actividad más motivante, ya que sus efectos se hacen visibles en las personas en cuanto a la mejora en la capacidad de ejercicio, y porque el tiempo total de ejercicio realizado es menor (Guiraud et al., 2012).

La duración, el tipo de ejercicio, la frecuencia y la intensidad son parámetros que pueden afectar a las mejoras producidas por un programa de entrenamiento. En el caso del entrenamiento aeróbico, se han vistos mayores mejoras en estudios de larga duración, pero especialmente en las primeras ocho semanas. Esto no es llamativo, ya que las mayores mejoras en personas desentrenadas se dan en los primeros meses de entrenamiento.

Además, los efectos periféricos alcanzan su máximo a los 2-3 meses, convirtiéndose el deterioro de la circulación central en el factor limitante (Meyer et al. 2004). Así mismo, Gibala et al. (2012) también corroboran las mejoras de la capacidad cardiorrespiratoria en personas debido al HIIT.

De hecho, estas mejoras que se consiguen son mayores a las conseguidas tras largos periodos de entrenamiento de resistencia mediante métodos continuos a intensidad moderada. También afirman cambios en la presión arterial en reposo y en la morfología del ventrículo izquierdo. Esto puede ser debido a que los cortos periodos de actividad a alta intensidad incrementan el estrés celular y vascular periférico, generando una mayor capacidad del corazón para actuar como aislante de los mismos debido a la breve duración de estos estímulos. Este aislamiento central permite entrenar al sujeto en periodos de intensidad mucho más alta, provocando estímulos más beneficiosos.

## Tratamiento farmacológico

El objetivo principal en la población general del diagnóstico, evaluación y tratamiento de la hipertensión es lograr la normalización de las cifras tensionales y la prevención de las complicaciones cardiovasculares, renales y neurológicas (Coca et al., 2009; Coca, 2005).

Las sociedades científicas han definido la cifra 140/90 mmHg, como la de inicio del tratamiento farmacológico (ESH/ESC, 2003; JNC 7, 2004), de acuerdo a criterios epidemiológicos que consideran el valor a partir del cual la presión arterial presenta un mayor número de complicaciones cardiovasculares relacionadas (Aristizabal & Vélez, 2007), iniciándolo si las medidas de cambios en el estilo de vida no han conseguido la normalización en un tiempo razonable (Coca et al., 2009), o si el paciente presenta otros factores de riesgo añadidos (diabetes, insuficiencia renal). El beneficio de la terapia antihipertensiva reside en la capacidad de reducir la probabilidad de padecer una complicación cardiovascular mediante el descenso de las cifras de presión arterial. Sin embargo, el objetivo primordial del tratamiento no es tanto la disminución de las cifras tensionales, sino la reducción de los factores de riesgo que, aunque están indudable y directamente asociados a las cifras de PA, no dependen únicamente de este parámetro (Mancia et al., 2007).

Existen 5 clases principales de fármacos para el tratamiento de la HTA: diuréticos, betabloqueantes, Calcioantagonistas, inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina (IECA), Antagonistas de los receptores de angiotensina II (ARAI). Además, los alfabloqueantes, fármacos de acción central y vasodilatadores arteriales directos.

El tratamiento farmacológico reduce significativamente la mortalidad por enfermedades cardiovasculares en un 21 % en los pacientes con hipertensión arterial y en un 18% de pacientes con hipertensión sistólica aislada; la reducción del riesgo fue respectivamente, de 42% y 30% de ictus fatal y no fatal, y el 14% y

el 23% para la enfermedad coronaria. No se ha determinado aún, si la reducción de la PA con el mejoramiento del estilo de vida podría tener beneficios similares con respecto a eventos cardiovasculares (Pescatello et al., 2010).

La Sociedad Española de Hipertensión y Liga Española para la Lucha contra la Hipertensión (SEH-LELHA) en la guía del año 2005 (Armario et al., 2005), considera que todos los grupos de medicamentos tienen la misma utilidad para iniciar el tratamiento farmacológico (Marín et al., 2005). El uso de diuréticos tipo tiazídicos (fármacos que provocan la eliminación de agua y sodio del cuerpo) a dosis baja (hidroclorotiazida 12,5 mg/día) se sugiere como tratamiento inicial para hipertensos no complicados (Whitworth, 2003), ya sean solos o en combinación con otros antihipertensivos (JNC 7, 2004), y como primera elección para tratar la hipertensión arterial sistólica aislada del anciano (Armario et al., 2005; Mancia et al., 2007); los diuréticos a dosis bajas son muy efectivos cuando se usan para terapia combinada, y en pacientes que reducen simultáneamente la ingesta de sal en la dieta mejoran los efectos antihipertensivos de otros medicamentos (Aristizabal & Vélez, 2007), incluyendo betabloqueadores, inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina (ECA) y bloqueadores de los canales de calcio; dosis mayores de diuréticos aumenta el potencial de efectos colaterales y generan poco beneficio adicional.

## **Tratamiento No farmacológico en la hipertensión arterial.**

La presión arterial elevada normalmente se disminuye con la terapia farmacológica, con altos costos, a veces poca eficacia y efectos adversos (Bacon, Sherwood, Hinderliter, & Blumenthal, 2004). Modificaciones del estilo de vida son, por lo tanto, una alternativa para evitar o reducir el tratamiento farmacológico en pacientes con hipertensión, o para mantener un nivel de presión arterial aceptable en sujetos con riesgo de desarrollar hipertensión. (Penco, Petroni, Pastori, Fratini, & Romano, 2006; Tejada, Fornoni, Lenz, & Materson, 2006).

Dadas estas circunstancias, y como medio de tratamiento y prevención, el ACSM (2010), recomienda que, para mejorar los niveles de HTA se deben realizar cambios importantes en el estilo de vida que incluyan una mejora en la alimentación, actividad física diaria dirigida a la reducción de peso corporal y continuar con el tratamiento farmacológico controlado. Además, Durstine, Moore, LaMonte y Franklin (2008) y Durstine, Moore, Painter y Roberts (2009) mencionan otras consideraciones en los cambios de estilo de vida, por ejemplo, se debe limitar el consumo de alcohol, eliminar el fumado, reducir el consumo de sal, comer frutas, verduras, reducir el consumo de alimentos altos en grasas saturadas y colesterol, además, incrementar los niveles de ejercicio físico diario como mecanismo de prevención y tratamiento de esta patología.

Algunas situaciones han sido consideradas como posibles causas de HTA; aspectos como los factores genéticos, alimentarios, ambientales, psicosociales, el sedentarismo, tabaquismo, entre otros, son factores importantes por considerar si se quiere evitar la aparición de esta patología (Delgado, Hatim y Flores 1999). Sin embargo, la principal causa de la HTA según McPhee y Ganong (2007) es el aumento en la resistencia vascular, o sea una vasoconstricción que provoca que el sistema renal incremente su actividad, sobre todo en la liberación de hormonas reguladoras del sistema. De este modo, se desencadena una serie de procesos



que alteran el funcionamiento del sistema cardiovascular y elevan la PA de manera crónica.

Diversas entidades mundiales sugieren una relación fuerte entre el comportamiento sedentario y la hipertensión, por lo que la Fundación Nacional del Corazón, la Organización Mundial de la Salud, la Sociedad Internacional de Hipertensión y el Comité Nacional de Detección, Evaluación y Tratamiento de la Hipertensión Arterial de los Estados Unidos (JNC VII) y el ACSM (2010) han recomendado el incremento del ejercicio físico como la primera línea de intervención para prevenir y tratar a pacientes con prehipertensión arterial (presión arterial sistólica 120–139 mmHg y/o presión arterial diastólica 80–89 mmHg). También recomiendan el ejercicio como estrategia terapéutica para pacientes con grado uno (140–159/80–90 mmHg), o grado 2 (160–179/100–109 mmHg) de hipertensión. El ejercicio físico es recomendado debido a sus efectos favorables en otros factores de riesgo para enfermedades cardiovasculares asociados a la HTA. Es una intervención de bajo costo con pocos efectos secundarios si se realiza acorde con las guías de recomendación.

Una de las hipótesis más importantes que se manejan sobre el efecto positivo del ejercicio físico sobre la presión arterial, es la mejora de la función endotelial, según lo expresa Fuster, (2007). El endotelio, ubicado en las paredes de los vasos sanguíneos, mantiene el tono vasomotor normal, favorece el fluido sanguíneo y regula el crecimiento vascular. Anormalidades en estas funciones contribuyen al proceso lesivo de muchas enfermedades incluyendo angina, infarto al miocardio, vasoespasmo coronario e hipertensión arterial.

El endotelio es el responsable de la homeostasis de la pared vascular, es antiadherente, antitrombótico y ayuda a mantener el flujo sanguíneo. Es necesaria la existencia de un endotelio sano para que se produzca la respuesta normal de dilatación vascular, a través de la secreción de sustancias relajantes vasculares como: óxido nítrico (ON), prostaciclina y péptido natriurético C. En condiciones normales, el equilibrio entre vasodilatación y vasoconstricción, tiende hacia la

vasodilatación y se mantiene así por efecto de las sustancias ya mencionadas ayudando a regular la presión sanguínea (Rosales, 2001).

Un endotelio lesionado o enfermo favorece la vasoconstricción, propiciada por sustancias (Angiotensina II - endotelina y los mediadores) que causan contracción del músculo liso vascular, como ocurre en la enfermedad coronaria, hipertensión arterial (HTA) y en la insuficiencia cardiaca (IC). Por lo tanto, un relevante objetivo terapéutico proporcionado por la actividad física es mejorar la función endotelial (Durstine y otros, 2008 y Durstine y otros, 2009).

Así mismo, Durstine y otros (2008); Fargad, (2001) y Kelley, Kelley y Tran, (2001) indican que en personas con hipertensión moderada (140/90 - 180/105mmHg), se puede observar, tras varias semanas de entrenamiento físico, una disminución media de 8 a 10 mmHg de la presión sistólica y de 5 a 8 mm Hg de la presión arterial diastólica de reposo. Aducen además que, el promedio de reducción de la presión arterial con ejercicio regular para pacientes con hipertensión arterial no normalizados con terapia medicamentosa es de 7.4/5.8 mmHg.

Según se reporta, el ejercicio físico es un modulador esencial para el tratamiento de las enfermedades crónicas no transmisibles, en este caso, ayuda a mejorar los niveles de presión arterial produciendo un efecto protector del sistema cardiovascular y renal. La práctica de ejercicio físico diario debe ser parte del estilo de vida de las personas y con mayor fundamento en aquellas que ostentan niveles hipertensivos nocivos para la salud y la calidad de vida (ACSM, 2010; Bushman, 2011; Durstine y otros, 2008; Durstine y otros, 2009; Moraga, 2008; Pescatello y otros 2004).

## **Función, disfunción endotelial e hipertensión**

La disfunción endotelial se considera en la actualidad una de las primeras manifestaciones de la enfermedad vascular y la arteriosclerosis. El endotelio es una monocapa de células que recubre la pared luminal de los vasos sanguíneos, regula la interacción de las células y las proteínas circulantes con las células residentes en la pared vascular, ejerce un papel central como sensor y trasmisor de señales. (Badimón & Martínez-González, 2006)

Las células endoteliales (CE), mediante un programa de expresión génica y una síntesis y procesamiento de proteínas altamente regulable, son capaces de detectar los cambios tanto físicos (estrés mecánico hemodinámico) como químicos (liberación de moléculas en su entorno) y transformarlos en respuestas funcionales adaptativas. Esta capacidad de adaptación le confiere un papel clave en la regulación de la homeostasis vascular.

Así, endotelio se considera hoy un órgano perteneciente al sistema neuroendocrino difuso, cuyas células ejercen funciones vasodilatadores y vasoconstrictoras, anticoagulantes y procoagulantes, antiinflamatorias y proinflamatorias, proliferativas y antiproliferativas, angiogénicas y antiangiogénicas, inmunes y autoinmunes, y autocrinas, paracrinas y endocrinas; y sintetizan moléculas con funciones vasoactivas y hormonales, neuropéptidos, neurotransmisores, citocinas (TNF-alfa e IL-1); factores de crecimiento, como el factor de crecimiento endotelial vascular (VEGF), el factor de crecimiento derivado de plaquetas (PDGF) y el factor de crecimiento de fibroblastos (EGF); factores quimioatrayentes, como la proteína 1 quimiotáctica de monocitos (MCP-1); moléculas de adhesión celular (MAC), como la molécula de adhesión celular vascular-1 (VCAM-1), la molécula de adhesión intercelular-1 (ICAM-1), la molécula de adhesión plaquetoendotelial-1 (PCAM-1) y las selectinas E y P; y receptores de membrana, lo que contribuye a convertirlo en el órgano más versátil del organismo humano. (Cruz, Licea, Hernández, Yanes, & Salvato, 2012)

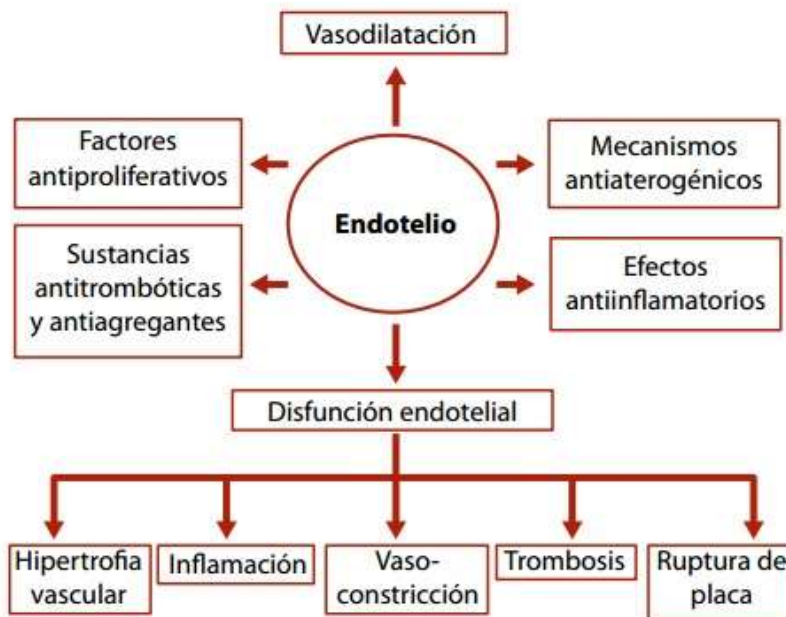
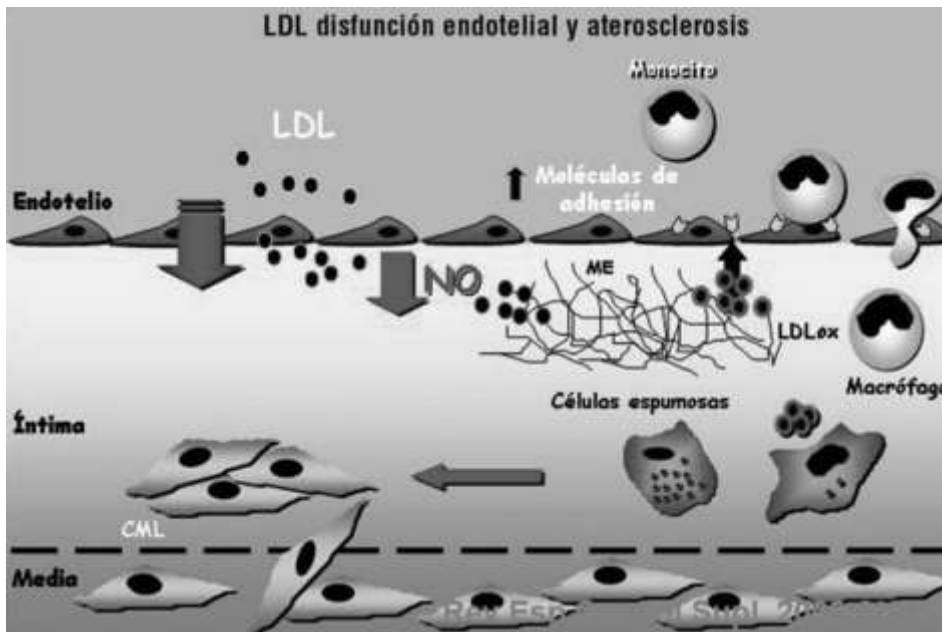


Figura 7: Funciones del endotelio.

Fuente: Complicaciones crónicas, Disfunción endotelial y nefropatía diabética. (2012)

Diversos factores pueden modificar las funciones del endotelio y provocar lo que se conoce como disfunción endotelial. La disfunción endotelial puede definirse como un desequilibrio en la biodisponibilidad de sustancias activas de origen endotelial que predispone a la inflamación, la vasoconstricción y el incremento de la permeabilidad vascular, y que puede facilitar el desarrollo de arteriosclerosis, agregación plaquetaria y trombosis. En las últimas décadas se ha demostrado que factores de riesgo coronario bien conocidos (el colesterol unido a lipoproteínas de baja densidad [cLDL], el tabaquismo, la diabetes, la hipertensión, etc.) y otros factores emergentes (radicales libres de oxígeno, homocisteína, infecciones, déficit estrogénico, etc.) producen disfunción endotelial. (Badimon & Martínez-González, 2002)



Fuente: Revista Española de Hipertensión, 2006

Figura 8: Diagrama simplificado de los efectos de las lipoproteínas de baja densidad en el endotelio vascular. NO: óxido nítrico; LDL: lipoproteínas de baja densidad; LDLox: lipoproteínas de baja densidad oxidadas; CML: células musculares lisas.

El óxido nítrico (NO) es una de las moléculas sintetizadas por el endotelio que regula un mayor número de procesos homeostáticos locales. El NO se podría clasificar como una molécula ateroprotectora de origen endotelial: vasodilatador, antiagregante plaquetario, inhibidor de la proliferación de las células musculares lisas (CML), antioxidante e inhibidor de la expresión de CAM y de la adhesión de monocitos. Por tanto, a través de la alteración de la producción de NO endotelial se perturba profundamente la homeostasis vascular y se potencia el desarrollo de lesiones ateroscleróticas. (Torres, 2014)

La disminución de la dilatación dependiente de NO es la manifestación más temprana de la disfunción endotelial. Se observa en pacientes con diversos factores de riesgo, como hipercolesterolemia, diabetes o homocisteinuria. (Torres, 2014)

# **CAPÍTULO IV**

## **4. Objetivos e Hipótesis**

### **4.1 Pregunta de Investigación**

¿Se logra a través de un programa de ejercicio anaeróbico de alta intensidad intermitente, mejorar la presión arterial en niños, jóvenes y adultos de la Región de Magallanes y Antártica Chilena?

### **4.2 Objetivos de Investigación**

#### General

- Disminuir los niveles de presión arterial de niños, jóvenes y adultos hipertensos sometidos al método de entrenamiento HIIT por un periodo de 2 meses en la ciudad de Punta Arenas.

#### Específicos

- Disminuir la presión arterial, mediante el ejercicio de alta intensidad intermitente HIIT.
- Disminuir la prevalencia a tener accidentes cerebro vascular.
- Disminuir el porcentaje de grasa corporal.
- Mejorar la condición física.
- Mejorar la tolerancia al esfuerzo, con el uso de la escala de Borg.

#### Transversales

- Reeducar a los pacientes en cuanto a la práctica de ejercicio físico.
- Valorar la perseverancia y superación al ejercicio físico.
- Determinar la fatiga física durante el ejercicio mediante la escala de Borg.
- Comprender los cambios que el organismo y cuerpo van experimentando mediante el ejercicio.

- Reeducar a los pacientes en los hábitos alimenticios.

### **4.3 Hipótesis de Investigación**

H1: “Es posible disminuir los niveles de presión arterial elevada gracias a la aplicación del programa de ejercicio de alta intensidad intermitente HIIT en pacientes de la comuna de Punta Arenas”

H0: “No es posible disminuir los niveles de presión arterial elevada gracias a la aplicación del programa de ejercicio de alta intensidad intermitente HIIT en pacientes de la comuna de Punta Arenas”



# **CAPÍTULO V**

## 5. PLAN DE TRABAJO

El plan de trabajo va a consistir en la aplicación del método HIIT “High Intensity Interval Training” (Entrenamiento intervalado de alta intensidad) o también denominado 1x2x10, consistente en 1 minuto de ejercicio con carga necesaria para lograr el fallo muscular de las piernas empleando una bicicleta estática, seguido de 2 minutos de descanso inactivo y repitiendo esa serie por 10 veces. En estas condiciones observaremos elevaciones de la frecuencia cardiaca cercana a la máxima sólo en la 8°-10° serie. Durante el descanso, la frecuencia cardiaca disminuye notablemente logrando bajar en unas 30-40 pulsaciones en el primer minuto, cuando esto no ocurre quiere decir que hay la persona tiene una mala recuperación por ende posee una mala condición física.

Duración: 2 meses.

Veces a la semana: 3 veces a la semana en días no consecutivos.

Duración de la sesión: 30 minutos.

Los días de trabajo serán lunes-miércoles y viernes o martes-jueves y sábado.

Al iniciar y al terminar la sesión se les tomará presión arterial tres veces en cada una, llevando un registro de cada paciente. Además, se trabajará con un reloj pulsómetro y un monitor el cual marcará la frecuencia cardíaca al comenzar el minuto de pedaleo y al terminar.

El ejercicio se realizará buscando el fallo muscular del paciente al terminar el minuto de trabajo.

Se realizará evaluación de proceso, al final de cada mes, en donde se repetirán las evaluaciones diagnosticas para evaluar el avance del paciente.

### Componentes de una sesión de trabajo:

Inicio	Se saluda al paciente, se le pide que se cambie de ropa, que llene su botella con agua y se coloque el monitor cardíaco.  El paciente debe tomar asiento para registrar su presión antes de comenzar la sesión, luego se sube a la bicicleta.
Desarrollo	Se programa el reloj, y antes de comenzar se anota la FC, así se repite al iniciar y terminar las 10 repeticiones.  Monitoreo de la fatiga durante el ejercicio mediante la escala de borg.
Cierre	Al término del ejercicio el paciente debe elongar y registrar la presión arterial luego del ejercicio.

N° Repetición	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
FC Inicial										
FC Final										
FC de recuperación al 1' (tomar en la 1 y después de la 10)		X	X	x		x	x	X	x	

#### 5.1 Sistemas de evaluación.

Al comenzar esta investigación a todos los pacientes participantes de esta, se le realizaron una serie de evaluaciones diagnosticas; peso corporal, estatura, presión arterial y perímetro de cintura.

### 5.1.1 Peso corporal.

El peso corporal de los pacientes se medirá cada 4 semanas, para determinar el % de grasa.

Nombre	Peso (Kg)	% de Grasa

### 5.1.2 Presión Arterial.

La presión arterial se tomará al iniciar y al terminar cada sesión de ejercicio.

Nombre	Presión arterial inicio	Presión arterial termino

### 5.1.3 Perímetro de cintura

Esta medición se realizará para evaluar cuanto riesgo cardiovascular presentan los pacientes.

Nombre	Perímetro de cintura	Riesgo

	Mujeres	Hombres
Riesgo ligeramente elevado a partir de un perímetro de la cintura de	80 - 88 cm	94 - 102 cm
Riesgo muy elevado a partir de un perímetro de la cintura de	88 cm	102 cm

### 5.1.4 Perímetro de Cadera.

Nombre	Perímetro de Cadera	Riesgo

### 5.1.5 Registro de Asistencia

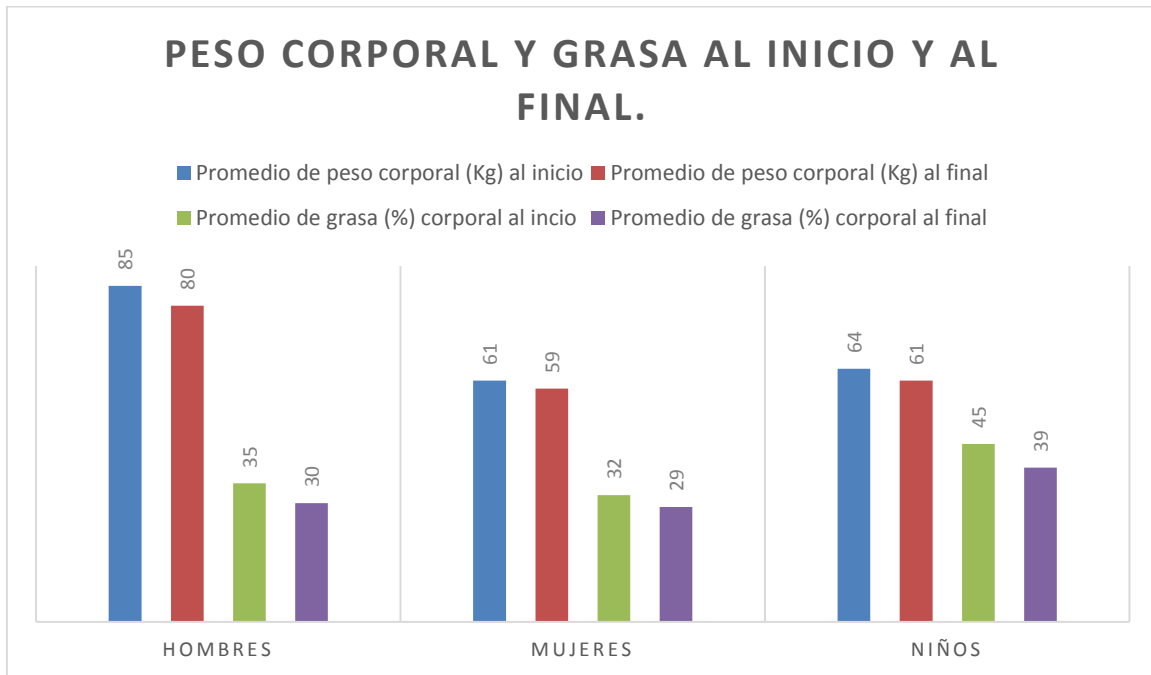
Se llevará un registro durante todo el proceso, para determinar el porcentaje de asistencia de los participantes.

Mes	Registro de Asistencia					
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				
Mes	Registro de Asistencia					
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

# CAPÍTULO VI

## 6 RESULTADOS

**Gráfico 1.** Promedios de peso corporal y grasa al inicio y al término del periodo de entrenamiento de alta intensidad intermitente HIIT.



En el gráfico N° 1 se observa que hay diferencia entre los promedios de peso y porcentaje de grasa corporal antes y después del periodo de entrenamiento. En los varones la disminución de peso fue de un 5,88% y el porcentaje de grasa corporal de un 14,29%. El peso corporal de las mujeres disminuyó un 3,28% y el porcentaje de grasa corporal un 9,38%. Los niños disminuyeron un 4,69% el promedio de peso corporal y un 13,33% el porcentaje de grasa corporal.

**Tabla 11. Relación cintura cadera (RCC) pre y post ejercicio.**

<b>Paciente</b>	<b>RCC PRE</b>	<b>RCC POST</b>
1	0,92	0,88
2	0,96	0,94
3	0,94	0,96
4	1	1
5	0,77	0,74
6	0,75	0,72
7	0,87	0,84
8	0,86	0,87

En la tabla 11, se observan los resultados de la relación cintura cadera al inicio y al final de esta investigación, el paciente 1 disminuyó en un 4,35%, el paciente 2 disminuyó en un 2,08%, el paciente 3 aumentó en un 2,3 % encontrándose en el límite del riesgo cardiovascular, el paciente 4 no tuvo variación, el paciente 5 disminuyó en un 3,9%, el paciente 6 disminuyó un 4% y el paciente 8 aumentó en un 1,16% sin embargo, no se encuentra en riesgo cardiovascular.

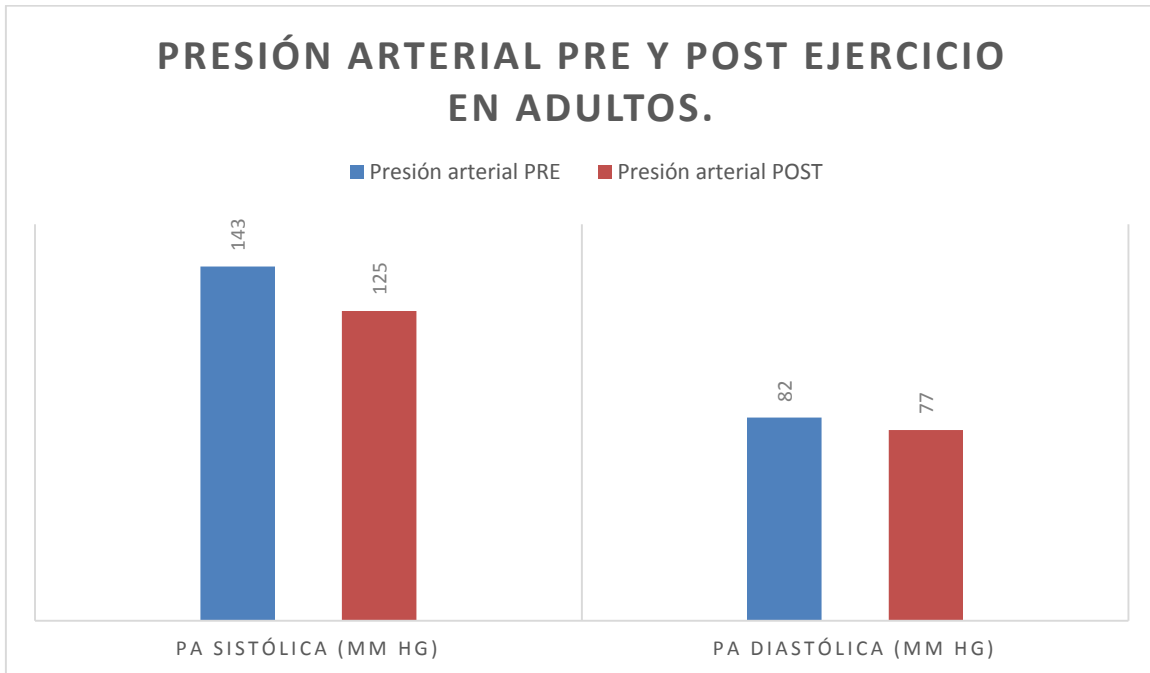
**Tabla 12. Perímetro de cintura y cadera pre y post período de entrenamiento.**

<b>Paciente</b>	<b>Cintura pre</b>	<b>Cintura post</b>	<b>Cadera pre</b>	<b>Cadera post</b>
Paciente 1	85 cm	80 cm	92 cm	90 cm
Paciente 2	87 cm	83 cm	90 cm	88 cm
Paciente 3	85 cm	80 cm	90 cm	83 cm
Paciente 4	100 cm	90 cm	100 cm	88 cm
Paciente 5	77 cm	74 cm	99 cm	99 cm
Paciente 6	79 cm	75 cm	105 cm	103 cm
Paciente 7	61 cm	55 cm	70 cm	65 cm
Paciente 8	74 cm	70 cm	86 cm	80 cm

En la tabla 12, se observa la disminución en centímetros del perímetro de cintura y cadera, al inicio y al término de esta investigación.

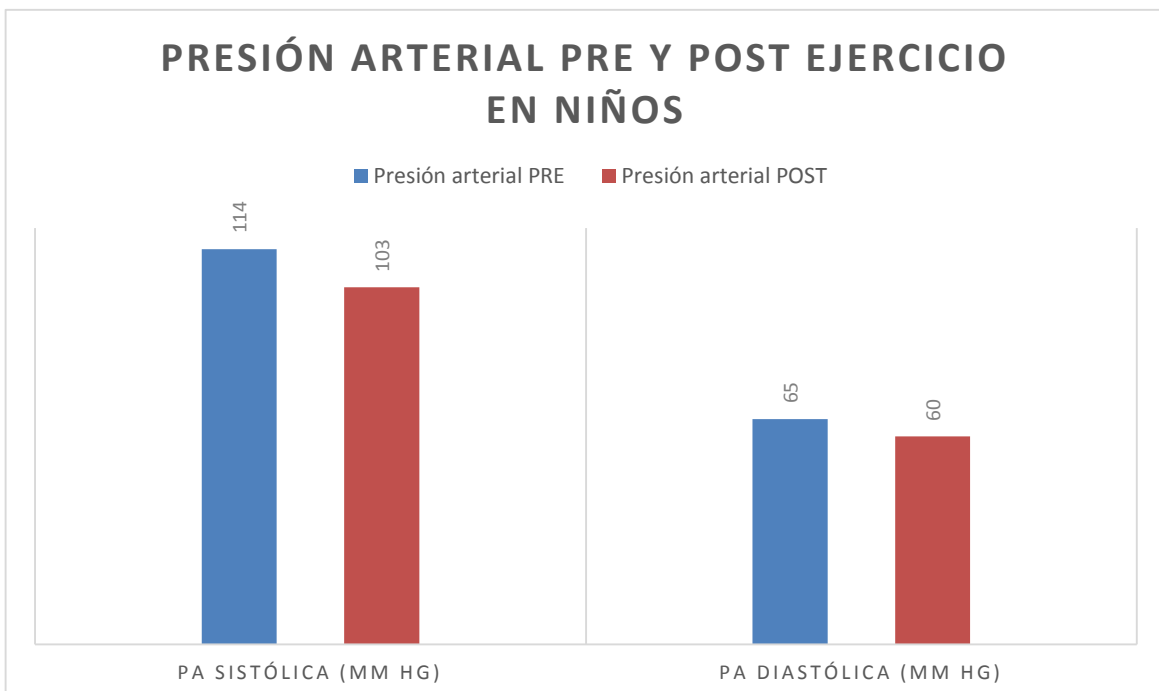


**Gráfico 2.** Promedios de presión arterial pre y post ejercicio en adultos.



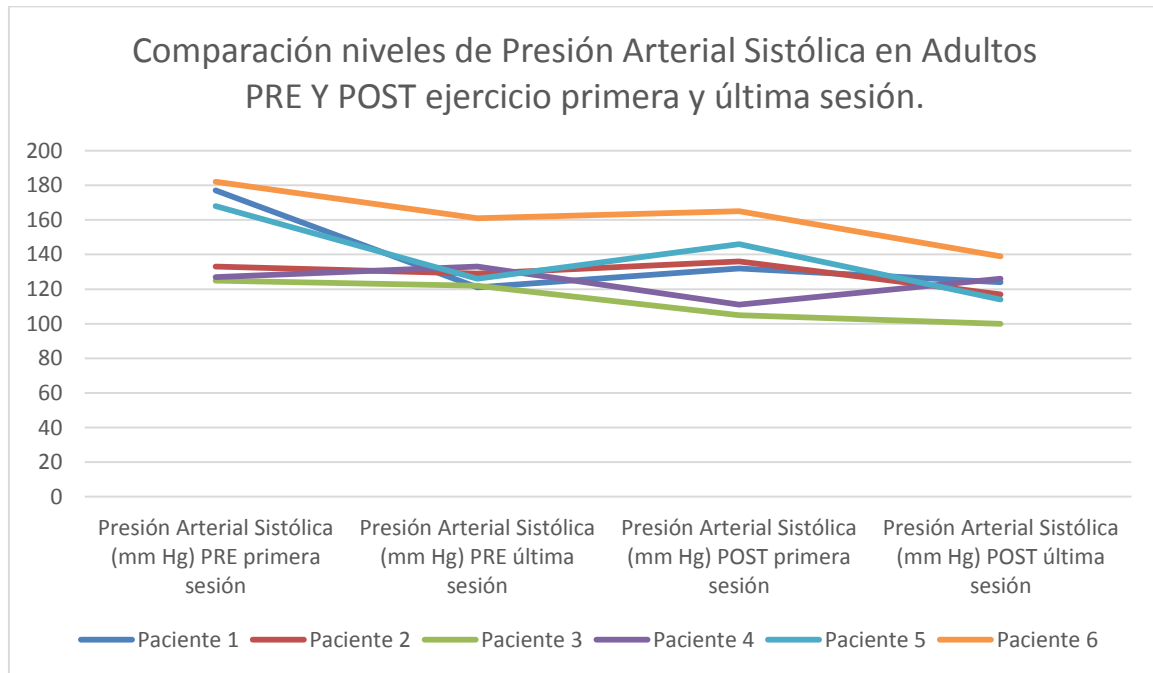
En el gráfico N° 2 se observa la disminución de la presión arterial sistólica en un 12,59% y de la presión diastólica en un 6,10% luego de la sesión de ejercicio de alta intensidad intermitente HIIT.

**Gráfico 3.** Promedios de presión arterial pre y post ejercicio en niños.



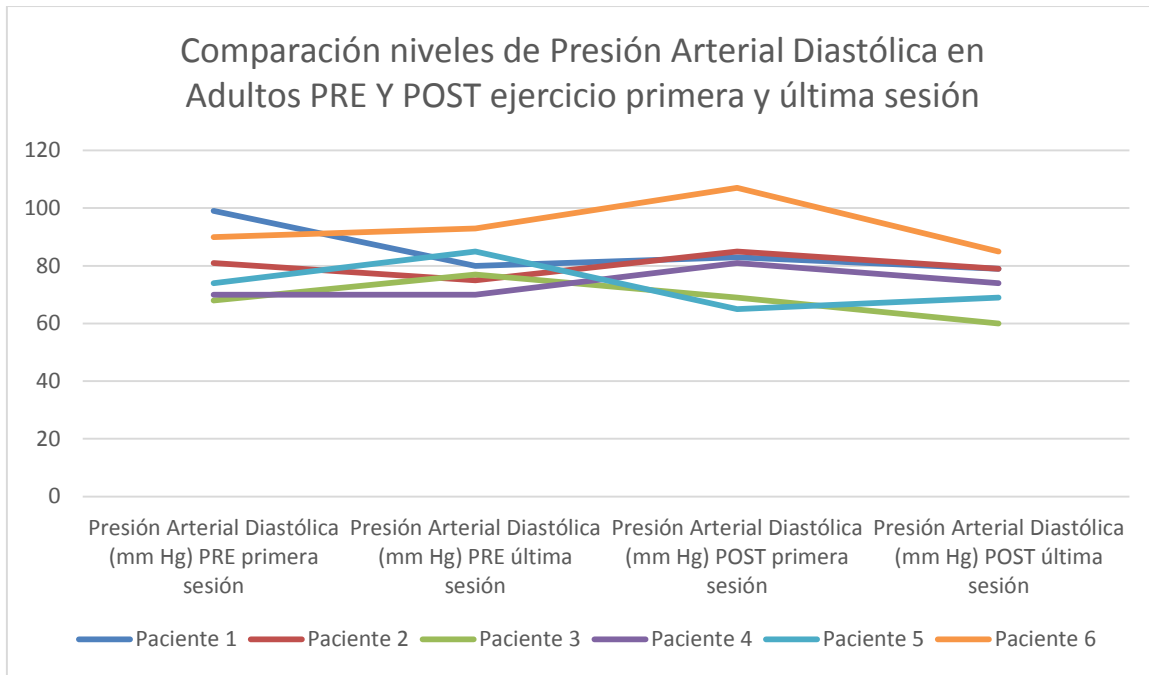
En el gráfico 3, se observa la disminución de la presión arterial sistólica en un 9,65% y de la presión diastólica en un 7,69% luego de la sesión de ejercicio de alta intensidad intermitente HIIT.

**Gráfico 4.** Niveles de presión arterial sistólica en adultos pre y post ejercicio comparación entre la primera y la última sesión.



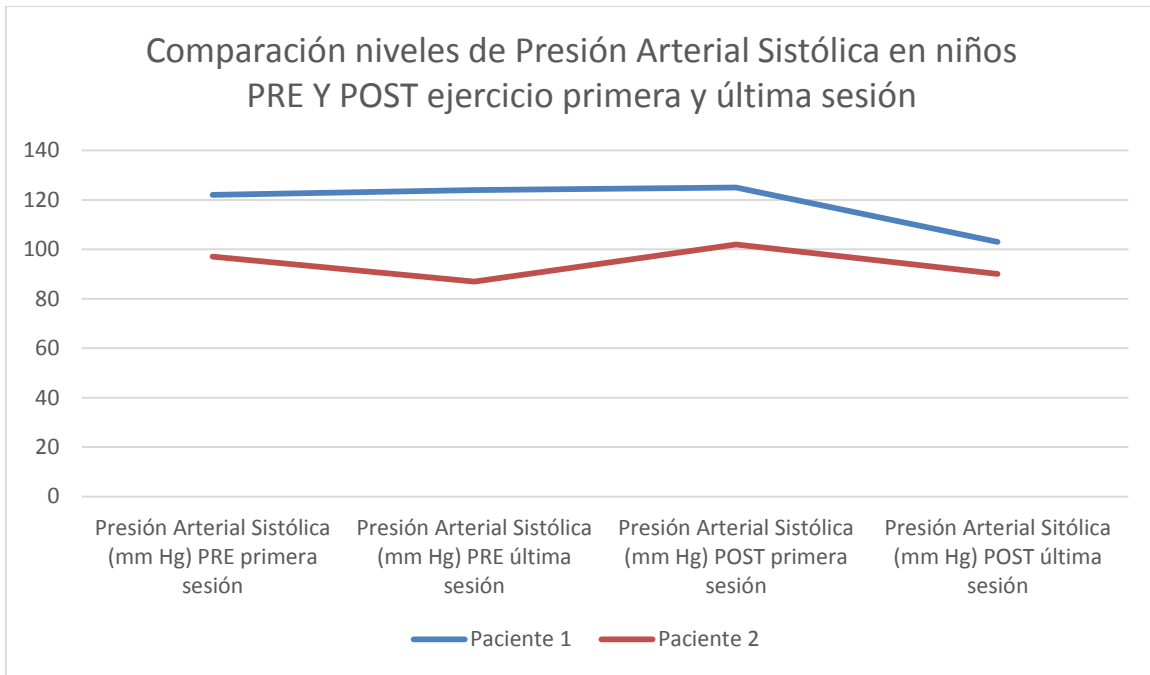
En el gráfico N° 4 se observa la presión arterial sistólica pre y post ejercicio en la primera y la última sesión, la presión arterial pre ejercicio del paciente 1 disminuyó en un 31,64% y la post ejercicio en un 6,06%; la PA pre del paciente 2 disminuyó en un 3,01% y la post en un 13,97%; la PA pre del paciente 3 disminuyó en un 2,40% y la post en un 4,76%; el paciente 4 entre la primera y la última sesión pre aumentó un 4,72% y la post ejercicio aumentó un 13,51%, el paciente 5 la PA pre ejercicio disminuyó en un 25% y la post ejercicio en un 21,92% y el paciente 6 la PA pre ejercicio disminuyó en un 11,54% y la post ejercicio en un 15,76%.

**Gráfico 5.** Niveles de presión arterial diastólica. en adultos pre y post ejercicio comparación entre la primera y la última sesión.



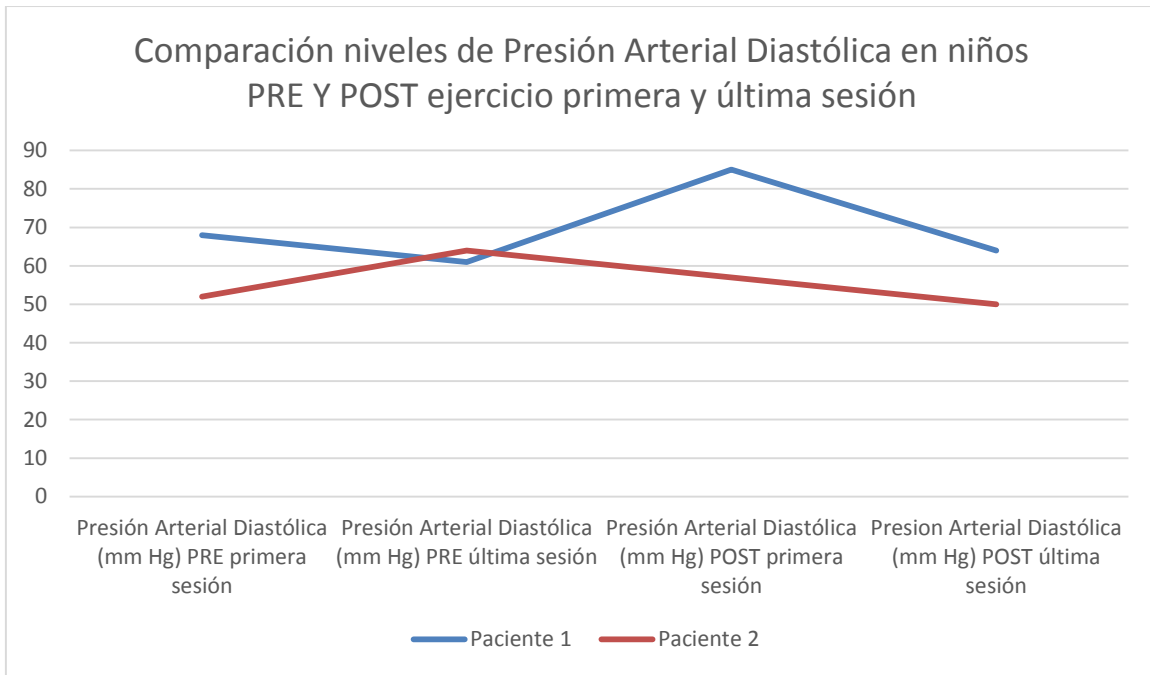
En el gráfico 5 se observa la presión arterial diastólica pre y post ejercicio en la primera y la última sesión, la presión arterial pre ejercicio del paciente 1 disminuyó en un 19,19% y la post ejercicio en un 4,82%; la PA pre del paciente 2 disminuyó en un 7,41% y la post en un 7,06%; la PA pre del paciente 3 aumentó en un 13,24% y la post disminuyó en un 13,04%; el paciente 4 entre la primera y la última sesión pre ejercicio no tuvo variación y la post ejercicio aumentó un 8,64%, el paciente 5 la PA pre ejercicio aumentó en un 14,86% y la post ejercicio aumentó en un 6,15% y el paciente 6 la PA pre ejercicio aumentó en un 3,33% y la post ejercicio en un 20,56%.

**Gráfico 6.** Niveles de presión arterial sistólica en niños pre y post ejercicio comparación entre la primera y la última sesión.



En el gráfico 6, se observa la presión arterial sistólica pre y post ejercicio en niños en la primera y la última sesión, la presión arterial pre ejercicio del paciente 1 aumentó en un 1,64% y la post ejercicio disminuyó en un 17,60%; la presión arterial pre ejercicio en el paciente 2 disminuyó en un 10,31% y la post ejercicio en un 11,76%.

**Gráfico 7.** Niveles de presión arterial diastólica en niños pre y post ejercicio comparación entre la primera y la última sesión.



En el gráfico 7 se observa la presión arterial diastólica pre y post ejercicio en la primera y la última sesión, la presión arterial pre ejercicio del paciente 1 disminuyó en un 10,29% y la post ejercicio en un 24,71; la presión arterial pre del paciente 2 entre la primera y la última sesión aumentó en un 23,08% y la presión arterial post disminuyó en un 12,28%.

# **CAPÍTULO VII**

## 7 Conclusiones y Proyecciones

### 7.1 Conclusión

El programa de ejercicios de alta intensidad intermitente HIIT de 8 semanas de duración con una frecuencia de tres veces por semana consistente en 1 minuto de ejercicio con carga necesaria para lograr el fallo muscular de las piernas empleando una bicicleta estática, seguido de 2 minutos de descanso inactivo y repitiendo esa serie por 10 veces, sin un control concomitante de la dieta, fue suficiente para mejorar la presión arterial, disminuir porcentaje de grasa corporal y peso corporal en la muestra en estudio.

Por lo tanto, se rechaza la Hipótesis 0, aceptándose la Hipótesis 1; “Es posible disminuir los niveles de presión arterial elevada gracias a la aplicación del programa de ejercicio de alta intensidad intermitente HIIT en pacientes de la comuna de Punta Arenas”

El programa de ejercicio de alta intensidad intermitente HIIT realizado en este estudio, es un ejercicio factible y seguro de realizar en pacientes con Hipertensión Arterial.

Aunque no se midieron niveles de óxido nítrico ni se realizaron otras evaluaciones como biopsia muscular, se concluye que la información teórica que existe sobre los efectos a nivel molecular de este tipo de ejercicio, es verídica, ya que se refleja en los resultados obtenidos. Por otra parte, se puede mencionar que la relación cintura/cadera, ni el peso son un parámetro significativo a tomar en cuenta para determinar el riesgo cardiovascular de una persona, ya que existen mediciones mucho más asertivas al respecto, como el porcentaje de grasa corporal y la presión arterial. (Rosales, 2012)

## **7.2 Proyecciones**

En esta investigación se obtuvo una mejora de la presión arterial luego del periodo de entrenamiento, sería importante realizar un protocolo similar con una muestra más representativa de la población total y también con un tiempo más prolongado de duración del programa, para así poder aportar más evidencia en el uso de este tipo de ejercicios en pacientes con Hipertensión Arterial. Esta investigación es un primer acercamiento en el uso de este protocolo de ejercicios y puede servir como base para futuros estudios en relación al tema.



## Bibliografía

- Añon, P. (2013). <http://g-se.com/es/salud-y-fitness/blog/adaptaciones-fisiologicas-del-hiit-entrenamiento-intervalado-de-alta-intensidad-de-bajo-volumen-en-la-salud-y-enfermedad>.
- ARTERIAL, G. E. (2005). *Medida de la presión arterial*.
- Badell, L. C., Lancés Cotilla, L., & Roldan Carmona, J. (2005). La actividad física en la rehabilitación del paciente hipertenso. Propuesta de un sistema de ejercicios. <http://www.efdeportes.com/>.
- Badimon, L., & Martínez-González. (2002). Endotelio en la protección vascular: nuevos conocimientos. . *Rev Esp Cardiol.*, 17-26.
- Badimón, L., & Martínez-González, J. (2006). Disfunción endotelial. *Revista Española de Cardiología*, 21-30.
- Baeza-Barría, San Martín-Correa, Rojas-Rojas, & Martínez-Huenschullán. (2013). Respuesta fisiológica en el test de marcha en 6 minutos en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica. *Fisioterapia*.
- Burlando, G., Sánchez, R., Ramos, F., Mogensen, C., & Zanchetti. (2004). A, on behalf of the Latin American Experts Group. Latin American consensus on diabetes mellitus and hypertension. *J Hypertens*, 22:2229–2241.
- Cruz, J., Licea, M., Hernández, P., Yanes, M., & Salvato, A. (2012). Disfunción endotelial y diabetes mellitus. *Revista Cubana de Endocrinología*, 166-185.
- Dolls, S., Paccaud, F., Bovet, P., Burnier, M., & Wietlisbach, V. (2002). Body mass index, abdominal adiposity and blood pressure: consistency of their association across developing and developed countries. *Int J Obes Relat Metab Disord.*, 48-57.
- Fernandez, R., Mozo, R., & Oquendo, N. (2001). Hipertensión arterial asociada con otros factores de riesgo cardiovascular. *Revista Cubana de Medicina Militar*, 94-98.
- Fuster, V., Moreno, P., Fayad, Z., Corti, R., & Badimon, J. (2005). “Atherothrombosis and High-Risk Plaque Part I: Evolving Concepts”. *Journal of the American College of Cardiology*, 937-952.
- GATICA, D., PUPPO, H., VILLARROEL, G., SAN MARTÍN, I., LAGOS, R., & MONTECINO, J. (2012). Valores de referencia del test de marcha. *Med Chile*.

- Gibala, M., Little, J., Maureen, J., Mac Donald, M., & Hawley, J. (2012). Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. *Journal Physiol* , 1077-84.
- GUTIÉRREZ-CLAVERÍA, M. (2008). *Prueba de caminata de seis minutos*.
- INEI. (2012). *MANUAL DEL ANTROPOMETRISTA* . Lima.
- Lawes, C., Vander, H. S., & Rodgers, A. (2008). Global burden of blood pressure-related disease 2001. *A, for the International Society of Hypertension*.
- Merck, Beers, M., & Berkow, R. (2007). *El manual Merck de diagnóstico y terapéutica*. Elsevier.
- MINSAL. (2004). *Programa de Actividad Física para la Prevención y Control de los Factores de Riesgo Cardiovasculares*. Santiago de Chile.
- Minsal. (2005). *Guía Clínica Hipertensión Arterial Primaria o Esencial en personas de 15 años y más*. Santiago.
- Minsal. (2008). *Informe final estudio de carga y carga atribuible*. Departamento de Salud Pública. Santiago: Escuela de Medicina Pontificia Universidad Católica de Chile y Departamento de Epidemiología División de Planificación Sanitaria.
- MINSAL. (2010). *Guía Clínica Hipertensión Arterial Primaria o Esencial en personas de 15 años y más*.
- MINSAL. (2010). *Informe Final. Evaluación Sanitaria de las Intervenciones GES. V: Hipertensión Arterial*.
- MINSAL. (2011-2020). *ESTRATEGIA NACIONAL DE SALUD*.
- Minsal. (2013). *Panorama de Salud 2013 Informe OECD sobre Chile y comparación con países miembros*. Santiago.
- MINSAL, M. d., & DEIS, D. e. (2013). *INDICADORES BÁSICOS DE SALUD CHILE 2013*.
- NOVOA, M. H. (2014). *GUÍA DE EVALUACIÓN DEL ESTADO NUTRICIONAL*. Arica.
- OMS. (MARZO de 2013). <http://www.who.int/features/qa/82/es/>.
- OMS. (MARZO de 2013). WHO. Recuperado el 11 de OCTUBRE de 2015, de <http://www.who.int/features/qa/82/es/>

- OMS. (s.f.). *who*. Recuperado el 02 de Junio de 2015, de <http://www.who.int/dietphysicalactivity/pa/es/>
- Organización Mundial de la Salud. (2010). *“Informe sobre la situación mundial de las enfermedades no transmisibles 2010”*. World Health Organization.
- Rabinovich, Vilaró, & Roca. (2004). *Evaluación de la tolerancia al ejercicio en pacientes con EPOC. Prueba de marcha de 6 minutos*.
- Redon, J., & Lurbe, E. (2007). Obesity and hypertension. *Medicina Clínica*.
- Rojas, P., Montero, J., & Moore, P. (s.f.). *Hipertensión Arterial*.
- Rosales, R. (2012). Antropometría en el diagnóstico de pacientes obesos; una revisión. *Nutrición Hospitalaria*, 1803-1809.
- Saavedra, C. (s.f.). *SALUD ÓSEA, EJERCICIO Y NUTRICIÓN*. Obtenido de [www.biosportmed.cl](http://www.biosportmed.cl).
- SALUD, M. D. (2009-2010). *ENCUESTA NACIONAL DE SALUD*.
- Salud, O. M. (2013). *Información general sobre la HIPERTENSIÓN en el mundo*.
- SALUD, O. M. (03 de Mayo de 2015). <http://www.who.int/es/>.
- Torres, L. J. (2014). Disfunción endotelial y nefropatía diabética. *Sx Cardiometabólico Diabetes*, 147-152.
- WHO, W. H. (2000). *Obesity: preventing and managing the global epidemic: report of a WHO consultation on obesity*. Ginebra.
- YAÑEZ, C. (2015). <http://diario.latercera.com/2012/05/17/01/contenido/tendencias/16-108622-9-oms-alerta-que-obesidad-hipertension-y-diabetes-ya-son-un-problema-mundial.shtml>.
- Zapata, R., Cigarroa, I., Díaz, E., & Saavedra, C. (2015). Reducción del riesgo cardiovascular en mujeres adultas mediante ejercicio físico de sobrecarga. *Revista médica Chilena*, 289-296.

## Anexos

### Anexo 1: Glosario de Términos

Accidente cerebrovascular		Término que engloba los conceptos de hemorragia, embolia o trombosis cerebral. Todos ellos bruscos y repentinos, de ahí la palabra accidente, y con origen en las arterias, vasos, del cerebro, que se rompen o se obstruyen.
Alfa betabloqueantes	y	Fármacos capaces de actuar simultáneamente sobre ambos tipos de receptores de catecolaminas. El Labetalol, el más antiguo de ellos tiene su principal utilización en la urgencia hipertensiva, el carvedilol, de reciente diseño se ha desarrollado para el tratamiento de la insuficiencia cardíaca.
Alfabloqueantes		Fármacos específicos que actúan en los receptores alfa 1, impidiendo la acción de las catecolaminas en este nivel. Se evita así la acción vasoconstrictora de éstas produciendo vasodilatación tanto arterial como venosa y reduciendo las resistencias periféricas. La eficacia de la doxazosina es similar al resto de los grupos farmacológicos
Angiotensina ii		Sustancia circulante en la sangre con efecto vasoconstrictor, que actúa en diferentes lugares regulando la presión arterial entre otras acciones.
Antagonistas de aldosterona	de	fármaco que pertenece al grupo de los diuréticos. Se opone a la acción de la hormona suprarrenal aldosterona sobre la retención mineralocorticoidea tubular renal; estos fármacos (por ejemplo: espironolactona), resultan útiles en el tratamiento de la hipertensión por hiperaldosteronismo

	primario o por la retención de sodio por hiperaldoesteronismo secundario.
Antagonistas de los receptores de la ANG	Fármacos que actúan sobre los receptores de la angiotensina II impidiendo su efecto vasoconstrictor y liberando óxido nítrico y prostaglandinas con lo que se disminuye la presión arterial. Se desarrollaron como sustitutos de los inhibidores del enzima de conversión en caso de efecto secundario, pero actualmente se consideran complementarios de los anteriores y primera elección en algunos casos.
Antihipertensivo	fármaco o método de tratamiento que reduce la presión arterial de los pacientes hipertensos.
Antihipertensivos de acción central	Fármacos que actúan principalmente en centros vasomotores dentro del cerebro, disminuyendo así el tono simpático del sistema nervioso central, como resultado, el gasto cardíaco disminuye ligeramente, pero el principal efecto es una disminución en la resistencia vascular periférica.  Ejemplos de esta clase de fármacos son la clonidina o el alfametildopa. Su uso ha ido disminuyendo con el tiempo debido a la frecuencia e intensidad de los efectos secundarios, aunque en la actualidad el descubrimiento de receptores imidazolínicos ha permitido el desarrollo de moléculas que actúan selectivamente a ese nivel, reduciendo los efectos secundarios.
Betabloqueantes	Grupo de fármacos capaces de impedir el efecto de las catecolaminas (adrenalina y noradrenalina) según su selectividad. Solos o en combinación con otros fármacos constituyen un buen tratamiento de la HTA leve o

	moderada. No producen hipotensión postural ni modifican los niveles de potasio ni de ácido úrico.
Capacidad cardiorrespiratoria	Es la capacidad del corazón y pulmones de transportar oxígeno a los tejidos corporales durante una actividad física prolongada.
Cardiopatía isquémica coronaria	Se refiere a la patología por isquemia del miocardio que está causada casi siempre por la disminución del flujo sanguíneo a través de las arterias coronarias, y que a su vez, es secundaria en la mayoría de los casos a la existencia de lesiones arterioscleróticas en dichas arterias.
Catecolaminas	grupo de compuestos que incluye la adrenalina, noradrenalina y dopamina. Se producen en la glándula suprarrenal y en las terminaciones nerviosas. Las catecolaminas circulantes tienen que ver con la actividad del sistema nervioso simpático y con la respuesta al estrés. Si se producen en exceso pueden originar hipertensión arterial.
Colelitiasis	La colelitiasis, conocida como cálculos biliares o litiasis biliar, se refiere a la formación de cálculos, depósitos endurecidos de fluido digestivo.
Colesterol	Es un tipo de grasa que circula en la sangre e interviene en muchos procesos del organismo. A partir del colesterol se sintetizan algunas hormonas como las sexuales o las esteroideas. Está ampliamente distribuido por el organismo, especialmente en la bilis, sangre, tejido nervioso, hígado, riñón, glándulas suprarrenales y vainas de mielina de las fibras nerviosas. Facilita la absorción y el transporte de ácidos grasos. En la piel, y por acción de los rayos solares, el colesterol se transforma en vitamina D. El colesterol se sintetiza continuamente en el hígado y circula

	unido a proteínas en la sangre. Su aumento sérico puede estar relacionado con las causas de la arteriosclerosis.
Composición corporal	La composición corporal recoge el estudio del cuerpo humano mediante medidas y evaluaciones de su tamaño, forma, proporcionalidad, composición, maduración biológica y funciones corporales.
Condición física	Es la capacidad de realizar esfuerzos físicos con vigor y efectividad, retardando la aparición de la fatiga (cansancio) y previniendo las lesiones.
Consumo de oxígeno máximo (vo2máx)	El VO <sub>2</sub> máx. es un parámetro que nos indica la máxima capacidad de trabajo físico de un individuo y nos valora de forma global el estado del sistema de transporte de O <sub>2</sub> desde la atmósfera hasta su utilización en el músculo, integrando el funcionamiento del aparato respiratorio, cardiovascular y metabolismo energético.
Diabetes mellitus	Enfermedad metabólica producida por deficiencias en la cantidad o en la utilización de la insulina, lo que produce un exceso de glucosa en la sangre.
Dislipemia	Alteración de los lípidos en sangre.
Diuréticos	Fármacos que actúan fundamentalmente inhibiendo el transporte de iones cuyo efecto neto es la disminución del movimiento de sodio desde el líquido intraluminal hacia la circulación, produciendo un aumento de la eliminación de orina. A dosis bajas siguen siendo en la actualidad fármacos de gran interés en el tratamiento de la HTA. En general potencian las acciones de la mayoría de los fármacos antihipertensivos.
Ejercicio aeróbico	son ejercicios de media o baja intensidad y de larga

	duración, donde el organismo necesita quemar hidratos y grasas para obtener energía y para ello necesita oxígeno.
Ejercicio anaeróbico	son ejercicios de alta intensidad y de poca duración. Aquí no se necesita oxígeno porque la energía proviene de fuentes inmediatas que no necesitan ser oxidadas por el oxígeno, como son el ATP muscular, la PC o fosfocreatina y la glucosa.
Ejercicio físico	Realización de movimientos corporales planificados, repetitivos y supervisados por un profesor, con el objetivo de estar en forma física y gozar de una salud sana.
Enfermedades crónicas no transmisibles	Son de larga duración y por lo general evolucionan lentamente. Los cuatro tipos principales de enfermedades no transmisibles son las enfermedades cardiovasculares (como ataques cardíacos y accidentes cerebrovasculares), el cáncer, las enfermedades respiratorias crónicas (como la enfermedad pulmonar obstructiva crónica y el asma) y la diabetes.
Estenosis	La estenosis se define como una contracción (o cierre) de un canal o de un vaso.
Frecuencia cardíaca	es el número de contracciones del corazón o pulsaciones por unidad de tiempo. Se mide en condiciones bien determinadas (de reposo o de actividad) y se expresa en pulsaciones por minuto a nivel de las arterias periféricas y en latidos por minuto (lat/min) a nivel del corazón
Hiper glucemia	Concentración de glucosa en sangre más alta de lo normal. Puede ser debida a una diabetes por déficit de segregación de la hormona insulina.
Hipercolesterolemia	Concentración de colesterol en sangre más alta de lo normal. Puede llegar a causar arteriosclerosis.
Hipodinamia	Disminución de la fuerza motora de los órganos con capacidad contráctil.



Homeoestasis	Homeostasis es el conjunto de fenómenos de autorregulación que llevan al mantenimiento de la constancia en las propiedades y la composición del medio interno de un organismo.
Ictus	Trastorno brusco de la circulación cerebral, que altera la función de una determinada región del cerebro.
Insuficiencia cardiaca	Es el estado fisiopatológico y clínico en el cual una anomalía cardíaca es responsable de que el corazón no pueda responder normalmente a los requerimientos de irrigación periférica o de que funcione con presiones de llenado elevadas.
Insuficiencia renal	es la incapacidad de los riñones para fabricar orina o fabricarla de baja calidad ("como agua"), ya que en ella no se ha eliminado la cantidad suficiente de residuos tóxicos.
Miocito	El miocito o fibra muscular es el nombre que reciben las células que forman los músculos de los animales. Los miocitos son, pues, unas células muy especializadas que se diferencian fácilmente de otros tipos celulares debido a sus características morfológicas y sobre todo por sus características citológicas.
Moribilidad	Proporción de personas que padecen una enfermedad o un trastorno en una zona o en un grupo de población determinado.
Mortalidad	Tasa de muertes por unidad de población durante un determinado periodo de tiempo. En general se expresa en tanto por mil ‰. También se puede expresar la mortalidad para unidades de población de una determinada región geográfica, grupo de edad, grupo de riesgo de padecer una enfermedad, etc.
Nefropatía	Denominación genérica de las enfermedades renales (que afectan al riñón). Pueden ser un proceso inflamatorio,

	infeccioso, obstructivo, canceroso, vascular, etc.
Prehipertensión	Valor de presión que oscila entre los 120-139 de presión arterial sistólica y/o entre los 80-89 de presión arterial diastólica.
Ratio	Razón o relación entre dos cantidades o magnitudes.
Sistema nervioso autónomo	Es la parte del sistema nervioso encargado de regular las funciones internas del cuerpo, manteniendo la homeostasis. Controla la actividad involuntaria de los órganos internos y las glándulas, regulando los procesos de la digestión, la secreción hormonal, el ritmo cardíaco, etc. El sistema nervioso autónomo o vegetativo se subdivide en: 1) Sistema nervioso simpático. 2) Sistema nervioso parasimpático.
Sistema nervioso parasimpático	Parte del sistema nervioso autónomo que hace más lentas las funciones vitales relacionadas con la activación: disminuye el ritmo cardíaco y la frecuencia respiratoria. En cambio, aumenta la motilidad y secreción intestinal, estimula la diuresis y la evacuación.
Sistema nervioso periférico	Sistema nervioso externo al Sistema Nervioso Central, es decir, es la parte del sistema nervioso que se encuentra fuera del encéfalo y la médula espinal. Está constituido por los nervios periféricos que salen de la médula espinal y por los nervios craneales.
Sistema nervioso simpático	Parte del sistema nervioso autónomo que se encarga de activar al organismo en situaciones de estrés, lo prepara para la activación física y psíquica. Aumenta la tensión arterial, la frecuencia cardíaca, el ritmo respiratorio y la sudoración. Disminuye la motilidad gástrica e intestinal.

## Anexo 2: Consentimiento Informado

### **Consentimiento Informado**

Título de la Investigación : Prescripción de ejercicio de alta intensidad intermitente (HIIT), como rehabilitador de la hipertensión arterial en los niños, jóvenes y adultos (título provisorio)

Nombre Investigador Responsable : Ninoska Isabel Barrientos Valenzuela.

Nombre-Coinvestigadores : Verenna Dalmazzo Rocamora (prof. Tutora)

Centro (Asistencial, Servicio, : VibroGym AustroSalud,  
Departamento)

#### **1. Introducción**

Este documento (consentimiento informado) es entregado a usted para explicarle en qué consiste esta investigación. Léalo con cuidado y pregunte todo lo que desee antes de firmarlo. Sus preguntas van a ser contestadas. Además, recibirá una copia de este documento para que lo tenga disponible cuando lo necesite.

Mediante este consentimiento, se le está invitando a usted a participar en un estudio de investigación llamado “Prescripción de ejercicio físico de alta intensidad intermitente HIIT, como Rehabilitador de la Hipertensión Arterial en Niños, Jóvenes y Adultos”, el cual posee los siguientes criterios de inclusión y exclusión:

#### **Criterios de Inclusión:**

- Tener Hipertensión Arterial.
- Hombre o Mujer entre 10 y 70 años de edad.
- Vivir en la ciudad de Punta Arenas.
- No tener limitaciones motrices.

- No haber sufrido eventos cardiovasculares (infarto, ACV, entre otros)

**Criterios de Exclusión:**

- No tener Hipertensión Arterial.
- Padecer de hipertensión arterial descompensada
- Vivir fuera de la ciudad de Punta Arenas.
- Tener limitaciones motrices.
- Haber sufrido algún evento cardiovascular como infarto, accidente cardiovascular, entre otros.

El tipo y método de ejercicio que se utilizará es denominado HITT (ejercicio de alta intensidad intermitente), el cual se caracteriza por ser un entrenamiento de alta intensidad y de corta duración. Esta metodología se trabajará en bicicleta estática durante un minuto de pedaleo y dos minutos de descanso inactivo repitiendo esto 10 veces (series).

Usted es invitado a formar parte de esta investigación, debido a que padece hipertensión arterial diagnosticada. Por otra parte, su participación en esta investigación durará dos meses en los cuales debe asistir al gimnasio 3 veces a la semana los días martes, jueves y sábados (24 sesiones en total)

No está demás decir que la participación en este estudio es voluntaria y que puede renunciar a su participación cuando lo estime conveniente

2. Procedimientos del estudio

Si usted decide participar en el estudio, se le realizarán los siguientes procedimientos:

- Una evaluación en donde se determinará su peso, altura, porcentaje de grasa corporal y pliegues cutáneos. También se le tomará la presión arterial al inicio y al final de cada sesión. Posterior a esto comenzará la sesión de ejercicio

que consiste en pedalear en una bicicleta estática durante un minuto, teniendo un descanso inactivo de dos minutos, repitiendo esto 10 veces. Se controlará la frecuencia cardíaca durante toda la sesión y, además, esta será registrada.

### 3. Confidencialidad:

El investigador responsable, mantendrá los registros relacionados con este estudio de manera privada, hasta donde la ley lo permita. Sin embargo, puede que la información de este estudio se publique en revistas médicas o científicas o que los datos sean presentados en congresos o conferencias. De ser así, nunca se utilizará su nombre, sólo se presentarán los datos de manera anónima.

## Acta de consentimiento informado

Yo he leído (o alguien ha leído para mí) la información que se detalló anteriormente. Se me ha dado la oportunidad de preguntar.

Todas mis preguntas fueron respondidas satisfactoriamente. He decidido, voluntariamente, firmar este documento para poder participar en este estudio de investigación.

---

Nombre del participante	Cédula	Firma	Fecha
-------------------------	--------	-------	-------

Yo he explicado personalmente el estudio de investigación al participante y he respondido a todas sus preguntas. Creo que él (ella) entiende la información descrita en este documento de consentimiento informado y consiente libremente en participar en esta investigación.

---

Nombre del investigador/ Cédula	Firma	Fecha
---------------------------------	-------	-------

Persona que obtiene el consentimiento

Anexo 3. Cuestionario de Salud.

Cuestionario de Salud.

Nombre:

---

Fecha:

---

1. ¿Ha tenido o tiene alguna lesión ósea? SI  NO

2. ¿Ha tenido o tiene alguna lesión muscular? SI  NO

3. ¿Padece alguna enfermedad cardiovascular? SI  NO

4. ¿Se asfixia con facilidad al realizar ejercicios físicos? SI  NO

5. Es Usted: Asmático/a SI  NO  Diabético/a SI  NO   
Epiléptico/a SI  NO

6. ¿Está Ud. Embarazada o sospecha de estarlo? SI  NO

7. ¿Padece de Anemia en la Actualidad? SI  NO

8. Indique si ha tenido alguno de estos síntomas al realizar esfuerzos o ejercicios físicos

Mareos SI  NO  Nauseas SI  NO  dificultades al respirar SI   
NO  Desmayos SI  NO

9. ¿Sufre algún tipo de alergia? SI  NO

¿Cuáles?

---

10. ¿Toma medicamentos en forma frecuente? SI  NO

¿Cuáles?

---

11. ¿Cuántos días a la semana practica actividad física? 0 días  1 día   
2 días  3 días  4 días  5 días



Anexo 4. Ficha de registro.

## Ficha de Registro

### Antecedentes Generales.

### Observaciones

NOMBRE	
EDAD	
TELÉFONO	
NIVEL DE ACTIVIDAD	
OBJETIVO	
EDUCADOR	
EVALUADOR	
FECHA	

--

### Salud

HIPERTENSIÓN		INSULINO RESISTENCIA		LESIONES RECIENTES	
COLESTEROL ALTO		FUMADOR HABITUAL		PROBLEMAS DE COLUMNA	
DIABETES		ENFERMEDAD CARDÍACA		OPERACIONES RECIENTES Y ANTIGUAS	

Niveles de Colesterol:

Nivel de Insulina:

Nivel de Glicemia:

Presión Frecuente:

Visita Nutricionista:

EVALUACIÓN COMPOSICIÓN CORPORAL	
PESO	
% GRASA CORPORAL	
Perímetro de cintura	
Perímetro de cadera	

Anexo 5. Ficha de entrenamiento.

Nombre:

Edad:

Patología:

Fecha:	Nº Repetición	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
FC Inicial												
FC Final												
Obs:			x	x	x		x	x	X	x		
Fecha:	Nº Repetición	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
FC Inicial												
FC Final												
Obs:			x	x	x		x	x	X	x		
Fecha:	Nº Repetición	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
FC Inicial												
FC Final												
Obs:			x	x	x		x	x	X	x		
Fecha:	Nº Repetición	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
FC Inicial												
FC Final												
Obs:			x	x	x		x	x	X	x		
Fecha:	Nº Repetición	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
FC Inicial												
FC Final												
Obs:			x	x	x		x	x	X	x		
Fecha:	Nº Repetición	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
FC Inicial												
FC Final												
Obs:			x	x	x		x	x	X	x		
Fecha:	Nº Repetición	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
FC Inicial												
FC Final												
Obs:			x	x	x		x	x	X	x		