



**PONTIFICIA  
UNIVERSIDAD  
CATÓLICA DE  
VALPARAÍSO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**ESCUELA DE KINESIOLOGÍA**

**EFFECTOS DEL ENTRENAMIENTO DE MUSCULATURA RESPIRATORIA Y ENTRENAMIENTO  
AERÓBICO EN LA COMPOSICIÓN CORPORAL, FUERZA DE MUSCULATURA INSPIRATORIA  
Y CAPACIDAD AERÓBICA EN SUJETOS OBESOS”  
UN ESTUDIO DE CASO**

Seminario para optar al  
Grado de Licenciado en Kinesiología y  
Título Profesional de Kinesiólogo

**PROFESORES GUÍAS**

Andrea González Rojas  
Francisco Pizarro Vallejos

**ESTUDIANTES**

Diego Cerna Martínez  
Franco Cid Pino  
Daniel Díaz Valenzuela  
Mario Donoso Fredes  
María Saavedra Sologuren

**Valparaíso  
CHILE  
2018**

## RESUMEN

**Objetivo:** Describir los efectos del entrenamiento aeróbico sumado al entrenamiento de la musculatura respiratoria (EMR), en la composición corporal, la fuerza y resistencia de la musculatura respiratoria y la capacidad aeróbica en una participante con obesidad.

**Metodología:** Estudio de caso. Mujer de 20 años, obesa. Completó un protocolo de entrenamiento de 8 semanas de duración. Inicialmente, 4 semanas de entrenamiento aeróbico de alta intensidad en intervalos (HIIT), 3 veces por semana con intensidades correspondientes al 90% y 60% de la frecuencia cardíaca de entreno (FCE). Posteriormente, 4 semanas de EMR con una carga equivalente al 60% de la presión inspiratoria máxima (PIM), 3 veces por semana. Se realizaron evaluaciones: pre(A), intermedia(B) y post entrenamiento(C), incluyendo evaluaciones de la composición corporal, capacidad aeróbica, fuerza y resistencia de la musculatura respiratoria. Los datos fueron analizados de forma descriptiva. **Resultados:** se observó una disminución de -1,7% del peso corporal en (B), alcanzando un -4,2% en (C); la circunferencia de cintura tuvo una disminución de -1,6% en (C); la PIM aumentó un 97,7% en (B) alcanzando un 222,2% en (C); la PEM aumentó un 9,7% en (B) alcanzando un 13,4% en (C); el VO<sub>2</sub> Max disminuyó en -8,7% en (B) llegando a - 47,7% en (C). **Conclusión:** El entrenamiento propuesto influye de forma positiva en las variables antropométricas, en la fuerza y resistencia de la musculatura inspiratoria, sin embargo, no tuvo un impacto sobre la capacidad aeróbica.

**Palabras clave:** Entrenamiento aeróbico, Entrenamiento Musculatura Inspiratoria, Obesidad, Composición corporal, Capacidad Aeróbica, Fuerza Muscular Respiratoria.

## ÍNDICE

RESUMEN .....	2
ÍNDICE.....	3
INTRODUCCIÓN .....	4
METODOLOGÍA .....	11
Participante.....	11
Protocolo de evaluación.....	11
Evaluación de la musculatura respiratoria.....	13
Evaluación de la capacidad aeróbica.....	14
Protocolo entrenamiento aeróbico .....	14
Protocolo entrenamiento musculatura respiratoria .....	15
Análisis estadístico .....	16
RESULTADOS.....	17
DISCUSIÓN .....	20
CONCLUSIÓN.....	26
REFERENCIAS.....	27
ANEXOS .....	33
Tabla N°1: Parámetros Antropométricos.....	18
Tabla N° 2: Evaluación de fuerza y resistencia de la musculatura respiratoria durante distintos periodos de la intervención .....	18
Tabla N° 3: Evaluación aeróbica en test incremental maximal durante distintos periodos de la intervención.....	19

## INTRODUCCIÓN

La obesidad es una de las enfermedades no transmisibles más importantes y prevalentes en la actualidad <sup>[1]</sup>. Se considera una epidemia global atribuida a un desbalance entre la ingesta y el gasto calórico, debido principalmente, a los recientes cambios en los hábitos alimenticios y estilos de vida, los cuales tienen repercusión a mediano y largo plazo para la salud. Complicaciones asociadas, como el síndrome metabólico, enfermedades cardiovasculares, diabetes, desórdenes músculo esqueléticos y algunos tipos de cáncer, contribuyen a aumentar la mortalidad, disminuir la calidad de vida y aumentar los gastos en salud, además de producir una disminución importante de la expectativa de vida <sup>[2]</sup>.

Al existir un desbalance entre la ingesta y el gasto calórico, se genera una acumulación de tejido adiposo a nivel visceral, subcutáneo y ectópicamente en órganos como el músculo esquelético, el cual, es el mayor regulador metabólico del cuerpo humano <sup>[2]</sup>. Para diagnosticar obesidad en una persona, se han diseñado y desarrollado múltiples métodos, incluyendo evaluaciones basadas en la antropometría, análisis de impedancia bioeléctrica y densitometría. Sin embargo, y a pesar de que es una herramienta imprecisa, el índice de masa corporal (IMC) sigue siendo la más utilizada <sup>[3]</sup>. La clasificación para jóvenes y adultos de la Organización Mundial de la Salud (OMS) basada en el IMC, define desnutrición como  $<18,5 \text{ kg/m}^2$ , normal entre  $18,5$  y  $24,9 \text{ kg/m}^2$ , sobrepeso entre  $25$  y  $29,9 \text{ kg/m}^2$ , obesidad como  $\geq$  igual a  $30 \text{ kg/m}^2$  y obesidad mórbida  $\geq$  igual a  $40 \text{ kg/m}^2$ <sup>[4]</sup>.

Según la OMS, el 2016, más de 1900 millones de adultos de 18 o más años presentaban sobrepeso, de los cuales 650 millones eran obesos, representando un 13% de la población mundial <sup>[5]</sup>. El Ministerio de Salud (MINSAL) junto a la Sociedad Chilena de Obesidad (SOCHOB) en los primeros resultados de la Encuesta Nacional de Salud 2016-2017, hacen mención de lo siguiente: un 28,6% de los hombres y 33,7% de las mujeres son obesos, mientras que un 43,3% de los hombres y un 36,4% de las mujeres presentan sobrepeso <sup>[6]</sup>.

La etiología de la obesidad es compleja, se han descrito diversos factores ambientales y genéticos que influyen en la ingesta calórica y el gasto energético <sup>[7]</sup>. Los factores hereditarios, por su parte, cumplen un papel importante en el peso y tamaño corporal con una contribución estimada del 40 al 70% <sup>[8]</sup>. Estudios de asociación de genomas a gran escala aprueban la interacción de millones de variantes genéticas comunes y han

identificado más de 300 marcadores genéticos para rasgos de obesidad <sup>[7]</sup>, entre los cuales destacan: Gen codificador de Leptina (Lep), su receptor (Lepr) y receptor de melanocortina 4, los cuales intervienen en el organismo regulando el peso corporal a través del sistema nervioso central <sup>[9]</sup>. También destaca el gen FTO, regulador de la expresión de RPGRIP1L o IRX3-IRX5, que influye en la regulación del apetito y la termogénesis <sup>[7]</sup>. Por otra parte, existen mecanismos fisiológicos que intervienen, tales como el metabolismo basal, oxidación de macronutrientes y sensibilidad a la insulina, los cuales tienen una gran susceptibilidad genética y pueden generar una predisposición a la obesidad <sup>[10]</sup>.

Diversos factores ambientales intervienen en el balance energético. Está demostrada la fuerte asociación entre los hábitos alimenticios y las situaciones de sobrepeso y obesidad <sup>[11]</sup>, ya que el aumento de peso en el ser humano es el resultado de un desequilibrio energético debido a una ingesta calórica excesiva en comparación a su gasto <sup>[11]</sup>. Los hábitos alimenticios se moldean en base a las oportunidades de comer, la disponibilidad y asequibilidad del alimento <sup>[12]</sup>; en este contexto, durante las últimas décadas los hábitos alimenticios han cambiado, integrando conductas que promueven un aumento en la ingesta calórica <sup>[12]</sup> y, por otra parte, las compañías de alimentos han aumentado sus estrategias de marketing, induciendo a la gente a comer más <sup>[7]</sup>. Además de la cantidad, la calidad y el tipo de calorías consumidas (por ejemplo, grasas saturadas versus grasas insaturadas) influyen también en el balance energético y a largo plazo en el peso corporal <sup>[13]</sup>. Una alimentación poco saludable y el sedentarismo propiciado en muchos casos por permanecer horas frente a la televisión, computador, videojuegos, teléfono y/o móvil, tienen una relación directa con la obesidad. Pasar demasiadas horas frente a las pantallas, debido al desarrollo de las nuevas tecnologías, disminuye el tiempo destinado a la práctica de ocio, ejercicio físico y relaciones sociales, elevando así el riesgo de sobrepeso y obesidad <sup>[14]</sup>.

El gasto energético influye directamente en el peso y la composición corporal a través de cambios en la tasa de metabolismo basal <sup>[10]</sup>. La inactividad física, por tanto, es un factor de riesgo que se ve reflejado en la alteración de la capacidad de metabolizar grasas y glucosa por parte del músculo, derivando en el desarrollo de patologías crónicas comunes en la época actual, no solo como la obesidad, sino también cardiovasculares y metabólicas <sup>[15]</sup>.

Existen factores socioeconómicos que podrían asociarse, también, a un aumento en el riesgo de sufrir obesidad. Un estudio realizado en Chile analizó los factores asociados a la

obesidad basándose en la Encuesta Nacional de Salud 2009-2010, donde se determinaron los siguientes factores: el nivel de escolaridad, ingreso económico y/o zona geográfica de residencia, además de la presencia de una relación opuesta en ambos sexos, considerándose factores protectores para las mujeres y de riesgo para los hombres. La explicación puede estar dada por la gran cantidad de horas sentado que requieren los puestos de altos ingresos en zonas urbanas, en el caso de los hombres, y en cuanto a las mujeres, puede estar asociado a un mayor tiempo, recursos y esfuerzo invertido en mantener un peso adecuado con una dieta equilibrada <sup>[16]</sup>.

En cuanto a las comorbilidades comunes de la obesidad podemos identificar las siguientes: riesgo de desarrollar síndrome metabólico, trastornos endocrinos como la diabetes mellitus tipo 2, problemas respiratorios como por ejemplo apnea del sueño, enfermedades cardiovasculares <sup>[17]</sup>, ataques cardíacos <sup>[18]</sup> y cánceres tales como cáncer de endometrio, hígado y riñón <sup>[7]</sup>. En relación con las consecuencias cardiovasculares, la obesidad favorece la formación de coágulos en los vasos sanguíneos (trombosis), y un grado bajo de inflamación crónica que acelera el depósito de placas de ateromas en los vasos (aterosclerosis), lo cual dificulta el flujo de sangre a los tejidos. Cuando este proceso ocurre en las arterias coronarias se produce una cardiopatía isquémica <sup>[19]</sup>, lo cual puede llevar a infartos cardíacos o a un episodio de muerte súbita. También se podría desarrollar hipertensión, incluso prematuramente en pacientes que han sido obesos desde su infancia <sup>[20]</sup>.

Entre las consecuencias metabólicas destaca la resistencia a la insulina, alteración que si no es controlada conduce a diabetes mellitus tipo 2 (DM2). En general, las personas obesas tienen 80 veces más probabilidades de desarrollar DM2 <sup>[20]</sup>. En la medida que aumenta el peso corporal, aumenta la producción de citoquinas y ácidos grasos libres que disminuyen la sensibilidad a la insulina y desde este punto generan alteraciones en la pared y el tono vascular, así como en el metabolismo de glúcidos y lípidos, dando origen a consecuencias, también, a nivel cardiovascular <sup>[21]</sup>.

Por otra parte, se pueden observar efectos en la composición corporal en donde encontramos factores antropométricos de importancia. Las medidas antropométricas clásicas son el índice de masa corporal (IMC), la Circunferencia de cintura (CC), la relación cintura-cadera (RCC) y la circunferencia de la cadera, los cuales son utilizados incluso como índices predictivos de eventos cardiovasculares <sup>[22]</sup>. Estudios realizados por Han et al.,

indican que a medida que incrementa la circunferencia de cintura, mayor es el riesgo de sufrir enfermedades de este tipo, por lo que, en particular, la presencia de obesidad abdominal puede indicar la necesidad de intervenciones en pacientes con sobrepeso<sup>[23]</sup>. La circunferencia de cintura y la relación cintura-cadera, por su parte, se han propuesto como medidas confiables de adiposidad abdominal<sup>[24]</sup>.

En paralelo a las alteraciones ya mencionadas, se han descrito trastornos mecánicos de la obesidad con respecto al sistema respiratorio<sup>[25]</sup>, los cuales incluyen una disminución de la distensibilidad pulmonar junto con el aumento del trabajo y el gasto de oxígeno en la respiración. Esto podría estar asociado a la mayor carga que los músculos deben superar, y por una cierta reducción en los volúmenes pulmonares<sup>[25]</sup>. Con respecto a los volúmenes pulmonares estáticos, la obesidad afectaría sobre todo a la capacidad residual funcional (CRF) y al volumen de reserva espiratorio (VRE)<sup>[26]</sup>. Los mecanismos involucrados estarían relacionados con el sobrepeso y el descenso de la distensibilidad de la pared torácica, lo que facilitaría el desplazamiento del diafragma hacia el tórax en estos sujetos. Asimismo, la adiposidad localizada en la pared torácica podría también tener un efecto compresor sobre las estructuras ubicadas dentro de la caja torácica. Carpio et al 2014 han descrito que, en la obesidad leve, tanto la capacidad vital (CV) como la capacidad pulmonar total (CPT) son normales porque hay un aumento compensador de la capacidad inspiratoria (CI). Sin embargo, en otros trabajos los resultados han sido distintos. En este sentido, Zerah et al observaron que la CPT y la CV disminuían progresivamente a medida que incrementaba la gravedad de la obesidad. El impacto que llega a tener la obesidad sobre los volúmenes respiratorios puede ser tan importante que, en algunos casos, estos volúmenes llegan a reducirse hasta casi un 70%<sup>[26]</sup>.

Como consecuencia a las alteraciones mecánicas y en capacidades pulmonares, Villiot-Danger et al., 2010<sup>[25]</sup>, describió que pacientes obesos pueden estar particularmente predispuestos al desarrollo de fatiga en los músculos respiratorios durante el ejercicio, en donde cumple un papel importante el metaboreflejo, mecanismo de feedback en el músculo esquelético. Durante el ejercicio físico, metabolitos como el lactato, potasio, fosfatos, adenosina, bradiquinina y productos de ácido araquidónico, se acumulan a nivel muscular, los cuales son censados por receptores musculares que transmiten la información al asta dorsal de la médula, a través de nervios aferentes del grupo III y IV. Ésta información llega al núcleo del tracto solitario y otras áreas en el tronco cerebral que controlan el sistema

cardiovascular, regulando el flujo sanguíneo musculoesquelético durante el ejercicio a través de diversos ajustes hemodinámicos. La forma en la cual la musculatura respiratoria limita la tolerancia al ejercicio, es a través de la activación inducida por fatiga muscular del metaborreflejo, el cual genera una descarga simpática eferente hacia las arteriolas de la musculatura de las extremidades, provocando una vasoconstricción y redistribuyendo así, el flujo sanguíneo hacia la musculatura respiratoria <sup>[27]</sup>. Como consecuencia, el oxígeno disponible en la musculatura esquelética de las extremidades disminuye, aumentando la percepción de esfuerzo, fatiga y limitando así la performance durante el ejercicio <sup>[28]</sup>. Esta sensación de fatiga puede disminuir, además, la motivación para comenzar un programa de entrenamiento físico, o afectar a la adherencia a la participación <sup>[29]</sup>. El sobrepeso, la obesidad, hipertensión y factores que componen el síndrome metabólico disminuyen el control del metaborreflejo <sup>[30]</sup>.

En cuanto al tratamiento de la obesidad, la actividad física es un método eficiente, además de cumplir un papel importante en la prevención <sup>[31]</sup>. Acompañada de una dieta balanceada, relaciones socio-afectivas satisfactorias, evitar el consumo excesivo de alcohol, tabaco y otros tóxicos, ha demostrado ser un efectivo método para el control de la obesidad y sus comorbilidades <sup>[32,33]</sup>. El entrenamiento aeróbico es conocido ampliamente por su gran potencial como protector del sistema cardiovascular <sup>[34]</sup>. Dosificado de forma adecuada, el entrenamiento aeróbico es capaz de reducir niveles de glucosa e insulina en ayunas, aumentar la tolerancia a la glucosa, disminuir la resistencia a la insulina y disminuir el riesgo cardiovascular y metabólico <sup>[35]</sup>. El ejercicio diario al menos 5 días a la semana en sesiones de entrenamiento de entre 45 a 60 minutos, con una intensidad de 40%–60% del Consumo de Oxígeno de Reserva (VO<sub>2</sub>R) o al 60-89% de la Frecuencia Cardíaca de Reposo (FCR), promueve el uso de lípidos como sustrato energético y regula el peso corporal <sup>[35]</sup>. Para sujetos con obesidad se recomiendan actividades como caminata rápida, trotar, pedalear, nadar o bailar de forma continua <sup>[36]</sup>. Dentro de los tipos de entrenamiento aeróbico, encontramos el entrenamiento continuo, beneficioso para la mantención de la capacidad cardiovascular; el entrenamiento de resistencia, que mejora significativamente el perfil lipídico en obesos, y el entrenamiento de intervalo de alta intensidad (HIIT), que ha llamado la atención por ser una modalidad de entrenamiento tiempo-efectivo para mejorar la salud cardiovascular y metabólica <sup>[31]</sup>. El HIIT es un método de entrenamiento que ha demostrado tener beneficios en la disminución de factores cardiometabólicos en adolescentes, lo que lo convierte en una herramienta terapéutica confiable para aplicar en la población joven <sup>[34]</sup>.

Este tipo de entrenamiento implica un ejercicio breve de alta intensidad, seguido de periodos más largos de ejercicio de baja intensidad. Una de sus principales características es que la duración de una sesión efectiva puede bordear los 20 minutos y ha demostrado beneficios con una frecuencia de 3 veces por semana, siendo bastante cómodo para personas que disponen de poco tiempo o que tienen dificultades para adherirse al ejercicio físico. Actualmente la evidencia en este tipo de entrenamiento ha aumentado considerablemente, demostrando que el HIIT podría llevar a una mayor pérdida de tejido adiposo, mayor activación de enzimas mitocondriales y reducción más efectiva de la grasa abdominal y visceral al compararlo con el entrenamiento continuo [37]. El ejercicio aeróbico como regulador del peso corporal tiene efectos, también, en la función respiratoria, ya que se ha demostrado que una pérdida de peso moderada (~7 kg) puede mejorar los volúmenes pulmonares durante el ejercicio y reducir el costo de O<sub>2</sub> durante la respiración [38].

Por su parte, el entrenamiento de la musculatura respiratoria ha demostrado mejorar la función respiratoria, aumentando la fuerza y/o resistencia, además de reducir la percepción de disnea respiratoria y aumentar el rendimiento durante el ejercicio en sujetos sanos y en pacientes con alteración en la función pulmonar [25,39]. Adicionalmente se ha descrito, en sujetos con sobrepeso y obesidad, que un programa de entrenamiento mediante hiperpnea normocápnic y un programa nutricional, logra una pérdida de peso, un mayor rendimiento físico y una menor percepción de la disnea respiratoria [40]. Edward et al demostraron que 4 semanas de entrenamiento de la musculatura respiratoria tiene efectos beneficiosos en adultos obesos, mejorando la fuerza muscular inspiratoria y la capacidad física [29]. Por su parte, otro estudio obtuvo resultados positivos aplicando un protocolo de entrenamiento de la musculatura respiratoria que consistía en sesiones de 12-18 minutos, 5 veces por semana, con una intensidad fijada entre el 50% - 60% de la capacidad ventilatoria máxima del sujeto [41].

En sujetos obesos, la fatiga de la musculatura respiratoria genera una detención temprana del ejercicio, provocando una limitación que no permite completar el objetivo de entrenamiento aeróbico propuesto [39]. El entrenamiento de la musculatura respiratoria, por lo tanto, podría disminuir la fatiga respiratoria y mejorar la capacidad física, aumentando la capacidad de responder a actividades que demanden mayor esfuerzo e incidir, así, favorablemente en la adherencia al ejercicio en sujetos obesos [29]. Esto permite obtener

mayores beneficios debido al aumento del tiempo de entrenamiento efectivo, rompiendo el círculo vicioso de inactividad física y aumento de peso <sup>[41]</sup>.

La combinación del entrenamiento aeróbico y respiratorio, podría ser efectivo en la mejora de la capacidad aeróbica, debido al retraso de la fatiga muscular durante el ejercicio, el aumento de la fuerza de musculatura inspiratoria y la mejora de la composición corporal en sujetos obesos. Por lo tanto, el propósito de esta investigación es determinar los efectos del entrenamiento aeróbico sumado al entrenamiento de la musculatura respiratoria, en la composición corporal, la fuerza de musculatura inspiratoria y la capacidad aeróbica en obesos.

## **METODOLOGÍA**

Este estudio de caso cumple con todas las normas éticas descritas en la declaración de Helsinki. Participa en la investigación una mujer de 20 años, obesa, quien entrenó durante 8 semanas: las 4 primeras semanas de entrenamiento aeróbico y las 4 semanas restantes de entrenamiento de la musculatura respiratoria. Se realizaron 3 evaluaciones: pre, intermedia y post entrenamiento, las cuales incluyeron evaluaciones de la composición corporal, capacidad aeróbica y fuerza de musculatura inspiratoria, la cual, además fue evaluada a las 2 semanas de iniciado el entrenamiento de la musculatura respiratoria.

### **Participante**

Mujer, estudiante de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, campus Curauma, perteneciente a la facultad de Ciencias, región de Valparaíso. Se invitó a participar en el estudio, aceptando a través de la firma de un consentimiento informado previo a comenzar las evaluaciones (Anexo 1).

**Criterios de inclusión:** Rango etario entre 18 y 25 años, estado nutricional correspondiente a obesidad acorde a la clasificación propuesta por la OMS (Organización Mundial de la Salud) con un IMC (Índice de Masa Corporal) igual o superior a 30 (anexo 2).

**Criterios de exclusión:** Fumador activo, lesión musculoesquelética reciente (menor a 30 días), presencia de HTA tipo II-III o diabetes y/o alguna patología cardíaca, respiratoria aguda o crónica, o condición que impidiese al paciente poder entender y ejecutar tareas propuestas.

### **Protocolo de evaluación**

Una vez seleccionada la participante, se inició al proceso de evaluación, el cual consistió en primera instancia en la caracterización del sujeto a través de una ficha de antecedentes generales (edad, fecha de nacimiento, correo electrónico, ocupación y antecedentes mórbidos) y encuestas de hábitos correspondientes a:

- “Test de Identificación de Trastornos por Consumo de Alcohol” AUDIT <sup>[42]</sup> (anexo 3) aprobado y propuesto oficialmente por la OMS para su utilización en la identificación de problemas con el alcohol en el nivel primario de atención en todos los países, y que es utilizado con el mismo objetivo por el Ministerio de Salud de Chile en la última Encuesta

Nacional de Salud 2009-2010. Este cuestionario consta de 10 preguntas para definir el patrón de consumo de alcohol, en donde clasifica según un puntaje de entre 8 y 15 puntos como consumo de riesgo, entre 16 y 18 puntos como consumo perjudicial, y de 20 puntos o más como dependencia de alcohol, determinando indirectamente a los participantes con menos de 8 puntos en consumo de bajo riesgo <sup>[43]</sup>.

- GPAQ (Global Physical Activity Questionnaire) (anexo 4), instrumento desarrollado por la OMS para la vigilancia de la actividad física en países en vías de desarrollo. Dicho cuestionario permite clasificar el nivel de actividad física en tres niveles: bajo, moderado y alto <sup>[44]</sup>.
- “Encuesta sobre hábitos alimentarios” (anexo 5) creada por Durán y cols. y validada en estudiantes universitarios chilenos de 18 a 31 años <sup>[45]</sup>. Consiste en una encuesta autoaplicada, que tuvo como objetivo evaluar hábitos alimenticios de la participante.

Posteriormente se tomaron mediciones antropométricas correspondientes a peso corporal y talla. Se utilizó un estadímetro y balanza (Detecto). Con los datos obtenidos se calculó el IMC, índice calculado por medio del cociente entre el peso y la talla al cuadrado (Físico, 1995). Los resultados obtenidos permitieron establecer que el sujeto cumple con la clasificación de obeso según la OMS (Anexo 2).

La evaluación antropométrica básica se realizó según las recomendaciones de la International Society for the Advancement in Kinanthropometry (ISAK) <sup>[46]</sup> evaluando un perfil resumido, donde se consideraron peso, talla, perímetros de cintura y cadera, brazo relajado, brazo en tensión, antebrazo, tórax mesoesternal, muslo máximo, pantorrilla y pliegues bicipital, tricipital, subescapular, supraespinal, supracrestídeo abdominal, muslo, pantorrilla y circunferencia de cuello. Para el procesamiento de estos datos se utilizaron las fórmulas propuestas por ISAK. Además de ello, se calculó índice cintura/talla (ICT) que corresponde a circunferencia de cintura dividido de estatura en centímetros; Índice de masa corporal (IMC), el cual corresponde al peso en kilogramos dividido por la estatura en centímetros al cuadrado y, a partir de las evaluaciones realizadas se calculó la composición corporal, porcentaje de masa grasa y masa muscular <sup>[47]</sup>. Una vez realizadas las mediciones se procedió a registrar los resultados.

## **Evaluación de la musculatura respiratoria**

Se realizó la evaluación de la musculatura respiratoria siguiendo las recomendaciones internacionales ATS y SEPAR <sup>[48]</sup>. Se realizaron las mediciones de la presión inspiratoria máxima (PIM) y presión espiratoria máxima (PEM), con el uso de un pimómetro MicroRPM (Vyare®), dispositivo capaz de registrar presiones de  $\pm 300$  cmH<sub>2</sub>O. Se utilizó una pieza bucal ajustada a un tubo corto, rígido con un sistema de válvula que permite respiración normal seguida de una maniobra inspiratoria o espiratoria. Ésta debió estar ajustada entre los labios, para prevenir fugas de aire. El sistema requiere una pequeña fuga (de un diámetro aproximado de 2 mm y 20-30 mm de longitud) para prevenir el cierre glótico durante la maniobra de PIM, y para reducir el uso de la musculatura bucal en la maniobra de PEM. La presión inspiratoria y espiratoria debió ser mantenida, idealmente, 1,5 segundos, para que la máxima presión sostenida en 1 segundo pudiera ser grabada, de acuerdo a las recomendaciones internacionales. El procedimiento inició con la participante en sedente, utilizando una pinza nasal <sup>[49]</sup>. Se motivó a realizar esfuerzos inspiratorios o espiratorios máximos a volumen residual o capacidad pulmonar total, respectivamente, y, debido a que la maniobra era nueva para la participante, se realizaron entrenamientos previos para asegurar una buena ejecución, evitando fugas de aire alrededor de la pieza bucal. Para evaluar la PIM, la participante espiró hasta volumen residual (VR), para luego realizar una inspiración máxima. El PEM fue realizado a partir de CPT, seguido de un esfuerzo espiratorio máximo. Fue necesario prevenir el uso de la musculatura facial y bucal, ya que reflejaría presiones no atribuibles a la musculatura respiratoria, por lo que fue necesario sostener las mejillas. Para controlar esto, además se pidió a la participante que mantuviera sus labios pinzados alrededor de la pieza bucal. El valor máximo de 3 maniobras que cumplieran los criterios de aceptabilidad, con menos de 10% de variación, entre los dos valores más altos, fue seleccionado <sup>[48]</sup>.

Para determinar la resistencia de la musculatura respiratoria, se realizó el Test de Tiempo Límite. Éste, corresponde a un test de carga constante, el cual fue ejecutado según las recomendaciones descritas por la American Thoracic Society y European Respiratory Society (ATS/ERS) <sup>[48]</sup>. Durante la evaluación, el sujeto debió respirar un tiempo de 4 a 8 minutos a través de un dispositivo que entrega una resistencia constante y conocida, a una frecuencia aproximada de 15 ciclos por minuto. El test se considera fallido cuando el sujeto evaluado es incapaz de vencer la resistencia programada, no pudiendo completar un ciclo respiratorio antes de 4 minutos o cuando el sujeto logra respirar más de 8 minutos con una

resistencia conocida <sup>[48]</sup>. Se realizó en posición sedente y con una pinza nasal. Para determinar la resistencia a la cual fue realizado el test, se evaluó el desempeño de la paciente en cuatro resistencias conocidas; 75%, 65%, 55% y 45% de la PIM. Se utilizó un dispositivo portátil de entrenamiento de resistencia inspiratoria PowerBreathe Plus en su versión Light Resistance (color verde) para las resistencias de 75% y 65% y un dispositivo PowerBreathe Plus en su versión No Spring & no Adjuster (color blanco) para las resistencias de 55% y 45% de la PIM. Se consideró como tiempo de recuperación entre cada una de las evaluaciones un tiempo equivalente a 10 veces el tiempo respirado hasta la fatiga, según las recomendaciones internacionales. Con dicho procedimiento se llegó a determinar que, para evaluar la resistencia de la musculatura respiratoria, debía utilizarse una resistencia equivalente al 45% de la PIM. Dicho porcentaje se mantuvo durante todas las evaluaciones de la resistencia de la musculatura respiratoria realizadas en este estudio.

### **Evaluación de la capacidad aeróbica**

La evaluación de la capacidad aeróbica fue realizada en una sesión aparte a la evaluación de la musculatura respiratoria. Se ejecutó un test incremental maximal individualizado en cicloergómetro (Monark® Ergomedic 874E) utilizando un ergoespirómetro (Ergo COSMED® Quiak CPET), con una carga inicial de 500 grs. Cada fase correspondió a 2 minutos, y en cada fase la carga aumentó 500 grs. Como criterios de detención de prueba se consideró la incapacidad de seguir voluntariamente, presencia de dolor torácico anginoso progresivo, descenso o mantención de presión arterial sistólica a pesar del aumento de la carga, mareos, síncope, signos de mala perfusión tisular como lo es la cianosis o palidez <sup>[50]</sup>.

### **Protocolo entrenamiento aeróbico**

Durante las primeras 4 semanas se realizaron 12 sesiones de entrenamiento aeróbico de intervalos, 3 veces por semana, las cuales comenzaron con 5 minutos de calentamiento en Treadmill (Treadmill CareFusion LE 200 CE) (<50% de la frecuencia cardíaca de entreno, calculada mediante fórmula de Karvonen). La parte fundamental tuvo una duración de entre 20-25 minutos aproximadamente, realizando un protocolo de intervalos de alta intensidad (HIIT) en Treadmill. El intervalo de alta intensidad correspondió a 30-60 segundos sobre 90% de la frecuencia cardíaca de entreno (FCE) calculada según la fórmula de Karvonen, seguido de un intervalo de baja intensidad, con un tiempo suficiente para alcanzar el 60% de la FCE. La intensidad del ejercicio se incrementó a través de un aumento en la velocidad

y/o de la inclinación, hasta alcanzar la FCE del 90%, momento en el cual comenzaron a correr los 30-60 segundos (dependiendo de la sesión) correspondientes al intervalo de alta intensidad. Al completar el periodo, se disminuyó la velocidad y/o inclinación, durante el tiempo necesario para alcanzar la FCE 60% (intervalo de baja intensidad). Una vez alcanzado, se vuelve a iniciar el ciclo. El entrenamiento finalizó con un periodo de vuelta a la calma de 5 minutos sobre el Treadmill, con una intensidad del < 50% de la FCE, realizando caminata suave. Finalizado este periodo, la participante realizó ejercicios de elongación de miembros inferiores (en colchoneta), los cuales consistieron en 3 series de 20 segundos incluyendo los siguientes grupos musculares: isquiotibiales, cuádriceps, psoas iliaco, soleos y gastrocnemios.

Cada sesión de entrenamiento incluyó control de parámetros en reposo y post ejercicio, considerando: presión arterial (Toma presión Riester), frecuencia cardiaca (con sensor de frecuencia cardiaca marca Polar, modelo FT2), saturación de oxígeno (saturómetro Nonin®) y sensación subjetiva de esfuerzo, a través de escala Borg.

### **Protocolo entrenamiento musculatura respiratoria**

Al término del primer periodo de 4 semanas, se realizó la evaluación intermedia y posteriormente, se da inicio al segundo periodo de 4 semanas, correspondiente a entrenamiento de musculatura respiratoria.

El entrenamiento de la musculatura respiratoria comenzó la 5ta semana de intervención. La participante utilizó un dispositivo portátil de entrenamiento de resistencia inspiratoria PowerBreathe Plus en su versión Light Resistance (color verde). El dispositivo fue ajustado con una resistencia equivalente al 60% de la PIM<sup>[25]</sup>. Durante el segundo periodo de cuatro semanas, la participante realizó 5 series de 30 ciclos respiratorios (inspiración y espiración) 3 veces por semana, con un descanso de un minuto entre series, con el dispositivo anteriormente mencionado. Los entrenamientos de la musculatura respiratoria fueron siempre realizados en dependencias del laboratorio de Rendimiento Físico, en posición sedente, con el uso de una pinza nasal y bajo supervisión del equipo investigador.

Al finalizar la segunda semana de entrenamiento, se realizó una reevaluación de la PIM con el objetivo de ajustar la intensidad de carga de entrenamiento. Posterior a esta reevaluación, se dio inicio al segundo periodo de dos semanas, con el mismo protocolo

utilizado anteriormente, con el mismo porcentaje de carga, solo ajustándose la PIM intermedia.

Al finalizar la octava semana, se realizó una segunda reevaluación, tomando en consideración, nuevamente, todos los parámetros evaluados durante el periodo de pre intervención, a excepción de los cuestionarios.

### **Análisis de Resultados**

Se realizó un análisis de tipo descriptivo. Los datos fueron tabulados y analizados a través del programa Microsoft Excel, año 2010.

## RESULTADOS

Según la encuesta de hábitos alimentarios (anexo 4) es posible observar que, si bien existe un consumo habitual de frutas, verduras, leguminosas entre otros alimentos catalogados como saludables, paralelamente la participante consume de forma regular bebidas azucaradas, frituras, comida chatarra, snacks y golosinas. Cabe destacar también la adición de sal a la comida, antes de probarla, como una práctica permanente.

Por otra parte, la encuesta GPAQ permitió clasificar a la participante con un nivel de actividad física alto, debido principalmente a la realización de actividad física 5 veces a la semana de forma vigorosa y 1 día a la semana de forma moderada.

Al aplicar el test de identificación de Trastornos por Consumo de Alcohol (AUDIT), los resultados no permiten identificar ningún patrón de consumo de riesgo o perjudicial de alcohol.

En la Tabla N°1 se describen los resultados de las evaluaciones de parámetros antropométricos y su variación durante los distintos periodos de la intervención. Es posible observar una disminución de peso de 1,78% en la evaluación B y de un 4,25% en la evaluación C con respecto a la evaluación inicial A. El porcentaje de pérdida de peso fue mayor en la transición B-C en comparación a la transición A-B. El IMC disminuyó en un 4% en la evaluación C respecto a la evaluación A. Por otra parte, la circunferencia de cintura disminuyó en 1,6% en la evaluación C respecto a la evaluación A. El porcentaje de masa grasa disminuyó un 9,38% en la evaluación C respecto a la evaluación A.

La Tabla N°2 contiene los datos obtenidos durante las evaluaciones de fuerza y resistencia de la musculatura respiratoria durante los distintos periodos de entrenamiento propuestos en la intervención. Se observa un aumento de un 222,2% de la PIM, entre los periodos A y C. Adicionalmente es posible apreciar un aumento del 13,4% de la PEM durante los periodos A y C. Se observa un aumento del 252% en la resistencia programada en el dispositivo de entrenamiento a lo largo de la intervención, y un aumento en la duración del test de tiempo límite, a pesar del aumento de la carga de entrenamiento, llegando a 6'03" en C.

**Tabla N°1: Parámetros Antropométricos**

PARÁMETRO	PRE (A)	INT (B)	POST (C)
PESO (kg)	89,4	87,8	85,6
TALLA (cm)	165	165	165
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	32,83	32,24	31,51
CIRCUNFERENCIA CINTURA (cm)	90,5	89,8	89,0
%MASA MUSCULAR	42,40	42,25	42,00
<b>% MASA GRASA</b>	<b>40,40</b>	<b>39,59</b>	<b>36,61</b>

**kg**: kilogramos; **cm**; centímetros; **kg/m<sup>2</sup>**: kilogramos/en metros cuadrados;

**A**: Evaluación previa a entrenamiento aeróbico **B**: Evaluación intermedia (4ta semana de entrenamiento) relevo de aeróbico a entrenamiento de la musculatura respiratoria **C**: Evaluación posterior a entrenamiento de la musculatura respiratoria (8va semana).

**Tabla N° 2: Fuerza y resistencia de la musculatura respiratoria durante distintos periodos de la intervención**

<i>PARÁMETRO</i>	<i>PRE (A)</i>	<i>INT (B)</i>	<i>POST (C)</i>
PIM (cmH <sub>2</sub> O)	45	89	145
PEM (cmH <sub>2</sub> O)	82	90	93
45% PIM (cmH <sub>2</sub> O)	18,90	40,05	65,20
RESISTENCIA DE DISPOSITIVO (cmH <sub>2</sub> O)	17	40	60
DURACIÓN TEST DE TIEMPO LÍMITE (min.)*	5'25"	4'45"	6'03"

**cmH<sub>2</sub>O**: centímetros de agua; **min.**: minutos;

**A**: Evaluación previa a entrenamiento de musculatura respiratoria **B**: Evaluación intermedia (5ta semana de intervención) relevo de aeróbico e inicio de entrenamiento de la musculatura respiratoria **C**: Evaluación posterior a entrenamiento de la musculatura respiratoria (8va semana).

\*Test de tiempo límite realizado al 45% del PIM

En la Tabla N°3 se muestran los datos de tiempo de finalización del test maximal, frecuencia cardiaca (FC), porcentaje de FC máxima teórica, BORG, VO<sub>2</sub> máximo y tiempo en alcanzar el umbral aeróbico - anaeróbico, correspondientes a la última fase de la evaluación aeróbica pre, intermedia y post.

**Tabla N° 2: Evaluación de la capacidad aeróbica en test incremental maximal en cicloergómetro durante distintos periodos de la intervención**

	<i>PRE (A)</i>	<i>INT (B)</i>	<i>POST (C)</i>
Tiempo termino Test	9'23	10'32''	9'30
FC (lpm)	187	189	192
%FC máxima teórica	93,5	94,5	96
BORG	7	8	8
VO <sub>2</sub> máx. (ml/min/Kg.)	33,30	30,40	14,50
Tiempo en alcanzar UA	7'20''	6'30''	6'03''

**kg:** kilogramos; **lpm:** latidos por minutos; **min:** minutos ('); **ml:** mililitros; segundos (''); **UA:** umbral anaeróbico-aeróbico

**PRE:** pre intervención; **INT:** evaluación intermedia; **POST:** post intervención;

Cabe mencionar que la evaluación de la capacidad aeróbica realizada durante el periodo PRE (A) se dio por finalizada debido a fatiga de miembros inferiores, alcanzando un BORG 10/10. Aunque no se objetivó el cansancio de miembros inferiores en el test post intervención, la participante relató que terminó la prueba por incomodidad en el cicloergómetro y cansancio de miembros inferiores.

## DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos, el entrenamiento aeróbico sumado al entrenamiento de la musculatura respiratoria, influyen positivamente sobre la composición corporal y la fuerza de musculatura inspiratoria, sin demostrar efectos en la capacidad aeróbica en la participante con obesidad. Estos resultados difieren en magnitud, lo cual se asocia a factores intrínsecos (propios de la participante) y extrínsecos (ambientales y metodológicos) que se relacionan entre sí.

Uno de los objetivos de la pérdida de peso en sujetos obesos es la pérdida de masa grasa, sin embargo, resulta inevitable que una proporción de masa magra se pierda en el proceso <sup>[51]</sup>. Este parámetro puede entregar información importante acerca de la seguridad del método de pérdida de peso, considerándose un método seguro si existe una pérdida de masa magra no mayor al 22% <sup>[51]</sup>. Según los resultados obtenidos, la participante posterior al periodo de entrenamiento aeróbico, ganó un 12% de masa magra, sin embargo, posterior al periodo de entrenamiento de la musculatura respiratoria, esta ganancia disminuyó a un 10%. A pesar de lo anteriormente descrito, y considerando que el porcentaje de masa adiposa disminuyó de 42% a un 34%, se considera un entrenamiento seguro y efectivo <sup>[51]</sup>.

Beavers et al; <sup>[52]</sup> describe que, durante un programa de entrenamiento, 2/3 de la pérdida de peso corresponde a masa adiposa y 1/3 a masa magra, y que un programa de actividad física de 18 meses genera una pérdida de peso de un 7,7%, disminuyendo los marcadores de riesgo cardiometabólicos y el riesgo de discapacidad física <sup>[52]</sup>. En este estudio se observó una pérdida de peso de 2%, demostrando que el entrenamiento aeróbico y el entrenamiento respiratorio tienen efectos en la composición corporal. Sin embargo, el porcentaje puede parecer bajo en comparación al estudio previamente mencionado, siendo necesario tomar en cuenta que el periodo de intervención fue menor (8 semanas). Zhang et al. el año 2015, realizaron un estudio en mujeres jóvenes con sobrepeso, quienes participaron en un entrenamiento de intervalos de alta intensidad de 12 semanas. Los resultados de este estudio mostraron una disminución en el porcentaje de masa grasa corporal, demostrando que el HIIT es una modalidad de entrenamiento eficaz para controlar el porcentaje de grasa visceral y subcutánea <sup>[53]</sup>.

Por otra parte, la circunferencia de cintura también disminuyó luego de la intervención, sin embargo, permanece en parámetros que la clasifican, según la Asociación Americana del Corazón, como alto riesgo ( $\geq 88$  cm) <sup>[54]</sup>. K.Mazurek et al. el año 2014, estudiaron los efectos

del entrenamiento de intervalos por ocho semanas, en donde participaron jóvenes no entrenadas, y en el cual se reportaron cambios significativos en la circunferencia de cintura. A pesar de que los resultados obtenidos en este estudio demostraron una disminución de este parámetro, el porcentaje de cambio fue mínimo considerando un entrenamiento aeróbico de 4 semanas. La literatura demuestra que tiempos más prolongados de entrenamiento podrían inducir una disminución mayor y significativa de la circunferencia de cintura, y que 8 semanas de entrenamiento aeróbico no son comparables a la combinación de entrenamiento de la musculatura respiratoria con entrenamiento aeróbico [55].

Muchas veces suelen tomarse precauciones al utilizar un programa de entrenamiento con intervalos de alta intensidad en sujetos con sobrepeso u obesos, pero la bibliografía [37, 57] demuestra que no genera mayores complicaciones y suele ser bien tolerado, lo que concuerda con lo observado en este estudio. Es posible, por lo tanto, desarrollar un programa supervisado de HIIT en jóvenes obesos sin generar ningún riesgo para su salud y sin consecuencias adversas durante la realización de las evaluaciones y el tratamiento [37, 57].

M. Alarcón et al. estudiaron los efectos durante 8 semanas de entrenamiento de intervalos de alta intensidad, sobre el perfil antropométrico y  $VO_2$  máximo en sujetos con sobrepeso u obesidad [56]. Sus resultados no demostraron cambios en el  $VO_2$  máximo, lo cual coincide con los resultados obtenidos. La evaluación de la capacidad aeróbica en dicho estudio fue realizada en un cicloergómetro, sin complicaciones, a diferencia de lo observado en el presente estudio, en el cual la participante expresó incomodidad con el sillón propio de la bicicleta durante las evaluaciones e intervenciones, lo cual resulta un factor importante que debe ser considerado para validar los datos obtenidos de la capacidad aeróbica, sin que éstos se vean interferidos por fatiga muscular o la incomodidad durante la prueba de esfuerzo. Por otra parte, es ideal que el protocolo de evaluación aeróbica sea similar al que se utiliza durante el periodo de intervención, lo cual en este estudio no se cumplió, ya que modificaciones, principalmente en la modalidad de entrenamiento e implementos utilizados, debieron realizarse, con el objetivo de que las sesiones de entrenamiento fueran más cómodas para la participante, facilitando la adherencia [56]. La explicación de la disminución del  $VO_2$  máximo post intervención parece ser la utilización de un test de evaluación que no permitió a la participante demostrar su verdadera capacidad aeróbica. En contraste con el estudio de Alarcón et al. [56], quienes no encontraron cambios en el  $VO_2$  máximo después de 8 semanas de entrenamiento aeróbico. Además, el estudio realizado por Esfandiari et

al. <sup>[57]</sup> concluyó que un protocolo de entrenamiento de 6 sesiones durante 12 días, que consistió en 8-12 series de HIIT con intervalos de 60 segundos al 95%-100% del VO<sub>2</sub> máximo en sujetos jóvenes no entrenados, tuvo un cambio significativo en el VO<sub>2</sub> máximo, lo que demostraría que en poco tiempo si se pueden lograr cambios significativos en esta variable <sup>[57]</sup>.

Es necesario seguir investigando sobre la metodología de entrenamiento HIIT y, posiblemente, aumentar las sesiones de entrenamiento y tiempos de intervención para generar una modificación en parámetros aeróbicos y antropométricos en sujetos obesos. Por otra parte, optimizar la prueba de evaluación de la capacidad aeróbica a realizar, acorde a las características de cada sujeto, es esencial, ya que su correcta realización es un factor clave para obtener resultados fidedignos y comparables durante las distintas intervenciones.

En cuanto al protocolo de entrenamiento de la musculatura respiratoria aplicado durante la intervención, como indica la tabla N°2, fue posible apreciar importantes aumentos en la fuerza y resistencia de la musculatura respiratoria. Estudios previos que aplicaron protocolos de entre 4 y 12 semanas de entrenamiento de la musculatura respiratoria en pacientes obesos, demostraron, también, incrementos notables de la PIM y en la duración en test de tiempo límite en sujetos obesos <sup>[25, 29,58]</sup>. Utilizando la fórmula de predicción de PIM en adultos, medida a través de una pieza bucal, propuesta por Evans J. et al <sup>[67]</sup>, el valor predictivo en la participante, según su sexo y edad, debería ser 95,8 cmH<sub>2</sub>O, teniendo como límite inferior (LIN) 52 cmH<sub>2</sub>O. Por otra parte, un meta análisis el año 2014 sintetizó los valores de PIM representativos de adultos sanos, agrupándolos por sexo y edad, encontrando que mujeres entre 18-29 años deberían tener un PIM cercano a 97 cmH<sub>2</sub>O (88,6 - 105,4 cmH<sub>2</sub>O) <sup>[68]</sup>. Tomando esto en consideración, el PIM basal de la participante se encontraba bajo el límite inferior de normalidad al momento de la primera evaluación, lo cual puede haber sido una de las principales razones por las cuales se logró un amplio cambio posterior a la intervención. Este resultado es esperable, considerando que, en sujetos obesos, el exceso de adiposidad abdominal y torácica impide la acción eficiente de la musculatura inspiratoria <sup>[29]</sup>.

Estudios previos sugieren aumentos de la PEM, en distintas magnitudes, posterior a protocolos de entrenamiento de la musculatura respiratoria con duraciones de entre 4 y 8 semanas <sup>[58, 59,60]</sup>. Se ha descrito que el entrenamiento de la musculatura inspiratoria podría

producir cambios favorables sobre la capacidad vital y el volumen corriente, asociados a la mayor activación y coordinación de las fibras musculares del diafragma, aumentando con ello la excursión diafragmática pese a las limitaciones mecánicas impuestas por la obesidad [61]. De esta manera podría aumentar el volumen de aire movilizado durante la inspiración, aumentando en consecuencia el flujo espiratorio, incidiendo directamente sobre variables espirométricas y la PEM. Otros estudios revisados [59,60,62], realizaron protocolos de entrenamiento de la musculatura respiratoria pre y post cirugías bariátricas. Dichos estudios señalan que no hay cambios sobre la excursión diafragmática ni de variables volumétricas luego de finalizado un protocolo de entrenamiento de la musculatura respiratoria. Sin embargo, es posible que sus resultados fueran directamente influenciados por variables como el dolor o la sedación asociadas a la intervención quirúrgica y, por lo tanto, no son representativos de la población obesa en general. Es necesario seguir investigando para aclarar los mecanismos que pudiesen estar implicados en el aumento de la PEM al realizar un entrenamiento de la musculatura inspiratoria en pacientes obesos.

Adicionalmente se ha descrito que el entrenamiento de musculatura respiratoria en pacientes obesos podría tener efectos positivos sobre la capacidad aeróbica, disminuyendo la sensación de disnea durante la actividad física [27,39]. Los resultados obtenidos no sugieren una disminución de la disnea durante la evaluación aeróbica posterior al protocolo de entrenamiento respiratorio, objetivado mediante la escala de Borg (Tabla N°3). Lo anterior podría estar asociado a la carga de trabajo configurada en el dispositivo de entrenamiento y la duración del programa. Enright et al., indican que cargas entre el 60-80% de la PIM permiten aumentos significativos en el tiempo de trabajo aeróbico y la fuerza medida en PIM y PEM al cabo de 8 semanas de entrenamiento en comparación a cargas menores al 50% de la PIM en sujetos sanos [63]. Considerando que los sujetos sanos tienen un mejor estado basal de fuerza y resistencia de la musculatura respiratoria, así como mejores parámetros volumétricos en comparación a sujetos obesos [25,64], el uso de una resistencia menor al 50% de la PIM podría ser adecuada en el entrenamiento de musculatura respiratoria en pacientes obesos en etapas iniciales, ya que permitiría acondicionar al paciente para un trabajo más vigoroso de carácter progresivo y de mayor duración.

A pesar de los resultados positivos obtenidos en cuanto a características antropométricas y musculatura respiratoria, no se logró el efecto esperado del entrenamiento de la

musculatura respiratoria en la capacidad aeróbica de la participante. Un estudio realizado por LoMauro A. et al <sup>[40]</sup>, demostró que un entrenamiento que incluía entrenamiento de la musculatura respiratoria contribuye a mejorar el rendimiento durante el ejercicio físico a través de cambios estáticos y dinámicos del sistema respiratorio. El estudio incluyó a sujetos hombres obesos hospitalizados, y llevó a cabo sesiones de entrenamiento aeróbico en cicloergómetro 2 veces al día, 5 veces a la semana, y entrenamiento de la musculatura respiratoria 5 veces a la semana. Sus resultados principales fueron la disminución del perímetro de cintura, IMC y porcentaje de masa grasa, lo cual permitió una mayor sincronía entre el diafragma y los músculos abdominales, además de disminuir la desventaja mecánica del diafragma que se genera en pacientes obesos debido a estos mismos parámetros. A pesar de haber obtenido resultados favorables y que coinciden con los resultados obtenidos por LoMauro A. et al. anteriormente mencionados en cuanto a parámetros antropométricos, estos no se vieron reflejados en un mejor rendimiento en el test incremental maximal realizado para evaluar la capacidad aeróbica, por lo que más días de entrenamiento tal vez serían beneficiosos para obtener mejores resultados. Cabe destacar, por otra parte, que los participantes tenían probablemente una peor condición previa o basal debido a ser pacientes que se encontraban en periodo de hospitalización, por lo que su delta de cambio puede haber sido mayor en comparación a la participante del estudio, quien tenía un nivel de actividad física alto según la encuesta GPAQ <sup>[40]</sup>.

En cuanto al comportamiento del metaboreflejo, se ha descrito que el entrenamiento muscular inspiratorio genera una atenuación de éste <sup>[64]</sup>. Además, dado que el entrenamiento con ejercicio aeróbico mejora la resistencia y la fuerza muscular respiratoria, se plantea y se demuestra que los individuos entrenados en resistencia, la vasoconstricción periférica inducida por la falla en el trabajo respiratorio disminuye <sup>[64]</sup>. Adicionalmente, se ha descrito que el entrenamiento de la musculatura respiratoria podría incidir sobre el comportamiento de la frecuencia cardiaca y su variabilidad, por una disminución de las aferencias vagales asociada al aumento de la actividad pulmonar, que conduciría a una inhibición de sistema simpático, pudiendo retrasar o atenuar la respuesta del metaboreflejo <sup>[65]</sup>. Lo anteriormente mencionado, no se ve reflejado en los resultados obtenidos en la evaluación post entrenamiento, lo cual puede ser explicado debido a la incapacidad para lograr alcanzar una frecuencia cardiaca máxima durante las pruebas incrementales maximales, que permitieran obtener un  $VO_2$  máximo certero. Una de las razones principales fue que al identificar los motivos de término de prueba, la participante refirió en primer lugar

una fatiga de piernas (Borg 10), más que el nivel de disnea, dificultad respiratoria o cansancio cardiorrespiratorio. Un estudio realizado por Ofir D. et al, demostró que la limitación del ejercicio en sujetos obesos es multifactorial y que el patrón de síntomas limitantes de ejercicio es similar en pacientes obesos o normopeso. Sin embargo, los rangos de intensidad de disconfort de piernas fue significativamente mayor en el grupo de sujetos obesos, 11 de los 18 participantes pusieron la fatiga de piernas en primer lugar, incluso antes que la disnea. La fatiga de piernas puede simplemente reflejar el mayor esfuerzo contráctil muscular y el mayor comando motor central que requiere movilizar extremidades más pesadas, debido al mayor costo metabólico [66].

Así, los protocolos de evaluación de la capacidad aeróbica seleccionados podrían incidir directamente en los resultados obtenidos. La modalidad de entrenamiento aeróbico seleccionada para este estudio no resultó cómoda para la participante y pudo incidir en su rendimiento durante la evaluación de la capacidad aeróbica.

Una de las limitaciones de este estudio fue el poco control de los hábitos alimenticios y de la actividad física realizada fuera del estudio por parte de la participante, ya que sólo fueron evaluados a través de encuestas previas a la intervención, y no fueron considerados en la evaluación intermedia ni posterior al entrenamiento, factor que podría haber incidido en los resultados. Por otra parte, como fue mencionado anteriormente, la utilización de un método de entrenamiento distinto al realizado para evaluar la capacidad aeróbica, así como el disconfort de la participante durante este último, puede también haber condicionado los resultados.

Para futuros estudios, se debe considerar aplicar un protocolo de entrenamiento de mayor duración acompañado de un mayor control de los hábitos alimenticios y la actividad física de los participantes durante el periodo de intervención. Dentro de las proyecciones del estudio, sería conveniente realizar un estudio experimental que permita comparar los distintos tipos de entrenamiento aeróbico y de la musculatura respiratoria a través de grupos control e intervención, permitiendo describir cómo ambos tipos de entrenamiento se comportan al realizarlos simultáneamente, y qué efectos generarían en las variables antropométricas, capacidad aeróbica y fuerza de la musculatura respiratoria. De esta forma, se podrían generar protocolos basados en la evidencia que resulten beneficiosos en el

tratamiento sujetos obesos, a través de la disminución de la disnea y fatiga muscular o respiratoria, permitiendo una mayor adherencia a la actividad física.

## **CONCLUSIÓN**

El trabajo aeróbico sumado al entrenamiento de la musculatura inspiratoria influye en las variables antropométrica y en la fuerza y resistencia de la musculatura inspiratoria, sin embargo, en este estudio no fue posible observar que ambos modos de entrenamiento en conjunto tengan impacto sobre la capacidad aeróbica. Otros estudios con un protocolo de evaluación de la capacidad aeróbica más específico, así como estudios experimentales con un mayor número de sujetos, podrían entregar mejores resultados extrapolables a la población general.

## REFERENCIAS

1. Delgado-Floody P, Caamaño-Navarrete F, Jerez-Mayorga D, Martínez-Salazar C, García-Pinillos F, Latorre-Román P. Adaptaciones al ejercicio físico en el perfil lipídico y la salud cardiovascular de obesos mórbidos. *Gaceta de México*. 2017;153(7).
2. Tallis, J., Hill, C., James, R., Cox, V., & Seebacher, F. (2017). The effect of obesity on the contractile performance of isolated mouse soleus, EDL, and diaphragm muscles. *Journal Of Applied Physiology*, 122(1), 170-181.
3. Javed, A. et al. Diagnostic performance of body mass index to identify obesity as defined by body adiposity in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. *Pediatr. Obes.* 10, 234–244 (2015)
4. Despres, J. P. Body fat distribution and risk of cardiovascular disease: an update. *Circulation* 126, 1301–1313 (2012).
5. Obesidad y sobrepeso [Internet]. Organización Mundial de la Salud. 2018. Available from: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/es/>
6. MINSAL. (2017). ENCUESTA NACIONAL DE SALUD 2016-2017 Primeros resultados. Santiago: Departamento de Epidemiología - MINSAL.
7. González-Muniesa P, Martínez-González M, Hu F, Després J, Matsuzawa Y, Loos R et al. Obesity. *Nature Reviews Disease Primers*. 2017; 3: 17034.
8. Farooqi, I., & O'Rahilly, S. (2006). Genetics of Obesity in Humans. *Endocrine Reviews*, 27(7), 710-718.
9. Myers M, Leibel R. Lessons from Rodent Models of Obesity
10. Martínez J., Moreno M., Marquez López I., Martí A. (2002). Causas de obesidad. Departamento de fisiología y nutrición. Universidad de Navarra. 25 (Supl. 1): 17-27
11. Williams, E., Mesidor, M., Winters, K., Dubbert, P., & Wyatt, S. (2015). Overweight and Obesity: Prevalence, Consequences, and Causes of a Growing Public Health Problem. *Current Obesity Reports*, 4(3), 363-370
12. Ludwig, D. S. & Nestle, M. Can the food industry play a constructive role in the obesity epidemic? *JAMA* 300, 1808–1811 (2008).
13. Ludwig, D. S. Lifespan weighed down by diet. *JAMA* 315, 2269–2270 (2016)
14. Díaz Ruiz R, Aladro castañeda M. Relación entre uso de las nuevas tecnologías y sobrepeso infantil, como problema de salud pública. *RqR Enfermería Comunitaria (Revista de SEAPA)*. 2016 Feb; 4 (1): 46- 51

15. Camaño Navarrete, F., Delgado Floody, P., & Alarcon Hormazabal, M. (2015). Niveles de obesidad, perfil metabólico, consumo de tabaco y presión arterial en jóvenes sedentarios. *Nutrición Hospitalaria*, 32(5), 2-3.
16. Petemann, F., Durán, E., Labraña, A., Martínez, M., Leiva, A., Garrido-Méndez, A., Poblete-Valderrama, F., Díaz, X., Salas, C., & Celis-Morales, C. (2017). Factores asociados al desarrollo de obesidad en Chile: resultados de la Encuesta Nacional de Salud 2009-2010. *Revista Médica De Chile*, 145(6).
17. Nordestgaard, B., Palmer, T., Benn, M., Zacho, J., Tybjaerg-Hansen, A., Davey Smith, G., & Timpson, N. (2012). The Effect of Elevated Body Mass Index on Ischemic Heart Disease Risk: Causal Estimates from a Mendelian Randomisation Approach. *Plos Medicine*, 9(5), e1001212.
18. Park, M., Sovio, U., Viner, R., Hardy, R., & Kinra, S. (2013). Overweight in Childhood, Adolescence and Adulthood and Cardiovascular Risk in Later Life: Pooled Analysis of Three British Birth Cohorts. *Plos ONE*, 8(7), e70684.
19. Miguel Soca PE, Niño Pena A. Consecuencias de la obesidad. *Acimed*. 2009;20(4).
20. Purcell, H. (2013). Cardiovascular consequences of obesity: how will the UK cope? *Drugs In Context*, 1-3.
21. Rodríguez, D. (2004). La obesidad y sus consecuencias clinicometabólicas. *Revista Cubana En Endocrinología*, 15(3), 10.
22. Hadaegh, F., Zabetian, A., Sarbakhsh, P., Khalili, D., James, W., & Azizi, F. (2009). Appropriate cutoff values of anthropometric variables to predict cardiovascular outcomes: 7.6 years' follow-up in an Iranian population. *International Journal Of Obesity*, 33(12), 1437-1445.
23. Sebo, P., Beer-Borst, S., Haller, D., & Bovier, P. (2008). Reliability of doctors' anthropometric measurements to detect obesity. *Preventive Medicine*, 47(4), 389-393.
24. Wang, J. (2003). Waist circumference: a simple, inexpensive, and reliable tool that should be included as part of physical examinations in the doctor's office. *The American Journal Of Clinical Nutrition*, 78(5), 902-903.
25. Villiot-Danger, J., Villiot-Danger, E., Borel, J., Pépin, J., Wuyam, B., & Vergès, S. (2010). Respiratory muscle endurance training in obese patients. *International Journal of Obesity*, 35(5), 692-699.
26. Carpio, C. (2014). Función pulmonar y obesidad. *Nutrición Hospitalaria*, 30(5), 1054-1062.

27. Romer, L., & Polkey, M. (2008). Exercise-induced respiratory muscle fatigue: implications for performance. *Journal Of Applied Physiology*, 104(3), 879-888.
28. Romer, L. (2009). Keynote - Implications of Respiratory Muscle Fatigue. *Medicine & Science In Sports & Exercise*, 41, 9.
29. Edwards, A., Graham, D., Bloxham, S., & Maguire, G. (2016). Efficacy of inspiratory muscle training as a practical and minimally intrusive technique to aid functional fitness among adults with obesity. *Respiratory Physiology & Neurobiology*, 234, 85-88.
30. Dubey, P. (2017). Effect of Metaboreflex on Cardiovascular System in Subjects of Metabolic Syndrome. *JOURNAL OF CLINICAL AND DIAGNOSTIC RESEARCH*.
31. Ouerghi, N., Fradj, M., Bezrati, I., Khammassi, M., Feki, M., Kaabachi, N., & Bouassida, A. (2017). Effects of high-intensity interval training on body composition, aerobic and anaerobic performance and plasma lipids in overweight/obese and normal-weight young men. *Biology Of Sport*, 34(4), 385-392.
32. Subirats Bayego E, Subirats Vila G, Soteras Martínez I. Prescripción de ejercicio físico: indicaciones, posología y efectos adversos. *Medicina Clínica*. 2012;138(1):18-24.
33. Gorostegi-Anduaga, I., Corres, P., MartinezAguirre-Betolaza, A., Pérez-Asenjo, J., Aispuru, G., Fryer, S., & Maldonado-Martín, S. (2018). Effects of different aerobic exercise programmes with nutritional intervention in sedentary adults with overweight/obesity and hypertension: EXERDIET-HTA study. *European Journal Of Preventive Cardiology*, 25(4), 343-353
34. Khammassi, M., Ouerghi, N., Hadj-Taieb, S., Feki, M., Thivel, D., & Bouassida, A. (2018). Impact of a 12-week high-intensity interval training without caloric restriction on body composition and lipid profile in sedentary healthy overweight/obese youth. *Journal Of Exercise Rehabilitation*, 14(1), 118-125
35. Kaminsky L. ACSM's health-related physical fitness assessment manual. Philadelphia: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins; 2014.
36. Gobierno de Chile. 2017. "Recomendaciones para la práctica de actividad física según curso de vida", (1a.ed.), Santiago de Chile.
37. Trapp EG, Chisholm DJ, Freund J, et al. The effects of highintensity intermittent exercise training on fat loss and fasting insulin levels of young women. *Int J Obes*. 2005;2008(32):684–91.) (ref2: Maillard F, Pereira B, Boisseau N. Effect of High-

- Intensity Interval Training on Total, Abdominal and Visceral Fat Mass: A Meta-Analysis. *Sports Medicine*. 2017;48(2):269-288
38. Bhammar, D., Stickford, J., Bernhardt, V., & Babb, T. (2016). Effect of weight loss on operational lung volumes and oxygen cost of breathing in obese women. *International Journal Of Obesity*, 40(6), 998-1004.
39. Illi, S., Held, U., Frank, I., & Spengler, C. (2012). Effect of Respiratory Muscle Training on Exercise Performance in Healthy Individuals. *Sports Medicine*, 1.
40. González-Montesinos J, Vaz Pardal C, Fernández Santos J, Arnedillo Muñoz A, Costa Sepúlveda J, Gómez Espinosa de los Monteros R. Efectos del entrenamiento de la musculatura respiratoria sobre el rendimiento. Revisión bibliográfica. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*. 2012;5(4):163-170.
41. LoMauro, A., Cesareo, A., Agosti, F., Tringali, G., Salvadego, D., & Grassi, B. et al. (2016). Effects of a multidisciplinary body weight reduction program on static and dynamic thoraco-abdominal volumes in obese adolescents. *Applied Physiology, Nutrition, And Metabolism*, 41(6), 649-658
42. Cuestionario de Identificación de los Trastornos debidos al Consumo de Alcohol. 2001. Organización Mundial de la Salud (OMS)
43. Alvarado M, Garmendia M, Acuña G, Santis R, Arteaga O. "Validez y confiabilidad de la versión chilena del Alcohol Use Disorders Identification Test (AUDIT)". *Rev. méd. Chile* 2009; 137(11):1463-1468
44. Chu A, Ng S, Koh D, Müller-Riemenschneider F. Reliability and Validity of the Self- and Interviewer-Administered Versions of the Global Physical Activity Questionnaire (GPAQ). *PLOS ONE*. 2015;10(9):e0136944
45. Durán S, Valdés P, Godoy A, Herrera T. "Hábitos alimentarios y condición física en estudiantes de pedagogía en educación física". *Rev. Chil. Nutr.* 2014; 41 (3):252.
46. International Standards for Anthropometric Assessment. 2001. International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK). Website: <http://www.ceap.br/material/MAT17032011184632.pdf>
47. Holway F, Garavaglia R. Kinanthropometry of Group I rugby players in Buenos Aires, Argentina. *Journal of Sports Sciences*, 2009; 27 (11): 1211-1220
48. ATS/ERS Statement on Respiratory Muscle Testing. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 2002;166(4):518-624)
49. Nickerson B, Keens T. Measuring ventilatory muscle endurance in humans as sustainable inspiratory pressure. *Journal of Applied Physiology*. 1982;52(3):768-772

50. López Chicharro J, Fernández Vaquero A. Fisiología del ejercicio. 3rd ed. Buenos Aires: Médica Panamericana; 2006. Tabla 3. p.445.).
51. Chaston T, Dixon J, O'Brien P. Changes in fat-free mass during significant weight loss: a systematic review. *International Journal of Obesity*. 2006;31(5):743-750)
52. Beavers K, Beavers D, Nesbit B, Ambrosius W, Marsh A, Nicklas B et al. Effect of an 18-month physical activity and weight loss intervention on body composition in overweight and obese older adults. *Obesity*. 2013;22(2):325-331
53. Zhang H, Tong T, Qiu W, Wang J, Nie J, He Y. Effect of high-intensity interval training protocol on abdominal fat reduction in overweight Chinese women: a randomized controlled trial. *J Kinesiology* 2015;1:57-66
54. *Nutr Hosp*. 2012;27(6):1803-1809
55. Mazurek K, Krawczyk K, Zmijewski P, Norkowski H, Czajkowska A. Effects of aerobic interval training versus continuous moderate exercise programme on aerobic and anaerobic capacity, somatic features and blood lipid profile in collegiate females. *Ann Agric Environ Med* 2014;21(4):844-9
56. Alarcón Hormazábal M, Delgado Floody P, Castillo Mariqueo L, Thuiller Lepelegy N, Bórquez Becerra P, Sepúlveda Mancilla C et al. Efectos de 8 semanas de entrenamiento intervalado de alta intensidad sobre los niveles de glicemia basal, perfil antropométrico y VO<sub>2</sub> máx de jóvenes sedentarios con sobrepeso u obesidad. *Nutrición Hospitalaria*. 2016;33(2)).
57. Esfandiari S, Sasson Z, Goodman JM. Short-term high-intensity interval and continuous moderate-intensity training improve maximal aerobic power and diastolic filling during exercise. *Eur J Appl Physiol* 2014;114(2):331-43
58. Tenório, L. H. S., Santos, A. C., Câmara Neto, J. B., Amaral, F. J., Passos, V. M. M., Lima, A. M. J., & Brasileiro-Santos, M. do S. (2013). The influence of inspiratory muscle training on diaphragmatic mobility, pulmonary function and maximum respiratory pressures in morbidly obese individuals: a pilot study. *Disability and Rehabilitation*, 35(22), 1915–1920. doi:10.3109/09638288.2013.769635
59. Barbalho-Moulim MC, Miguel GPS, Forti EMP, Campos F do A, Costa D. Effects of preoperative inspiratory muscle training in obese women undergoing open bariatric surgery: respiratory muscle strength, lung volumes, and diaphragmatic excursion. *Clinics*. 2011;66(10):1721-7
60. Matheus, Gabriela Bertolini, Dragosavac, Desanka, Trevisan, Patrícia, Costa, Cledycion Eloy da, Lopes, Maurício Marson, & Ribeiro, Gustavo Calado de Aguiar.

- (2012). Inspiratory muscle training improves tidal volume and vital capacity after CABG surgery. *Brazilian Journal of Cardiovascular Surgery*, 27(3), 362-369.
61. Parameswaran, K., Todd, D. C., & Soth, M. (2006). Altered Respiratory Physiology in Obesity. *Canadian Respiratory Journal*, 13(4), 203–210.
62. Casali, C. C. C., Pereira, A. P. M., Martinez, J. A. B., de Souza, H. C. D., & Gastaldi, A. C. (2011). Effects of Inspiratory Muscle Training on Muscular and Pulmonary Function After Bariatric Surgery in Obese Patients. *Obesity Surgery*, 21(9), 1389–1394.
63. Enright SJ, Unnithan VB. Effect of inspiratory muscle training intensities on pulmonary function and work capacity in people who are healthy: a randomized controlled trial. *Phys Ther*. 2011; 91:894–905.
64. Arena R, Cahalin LP. Evaluation of cardiorespiratory fitness and respiratory muscle function in the obese population. *Prog Cardiovasc Dis*. 2014; 56:457–464.
65. Feriani, D. J., Coelho, H. J., Scapini, K. B., de Moraes, O. A., Mostarda, C., Ruberti, O. M., ... Rodrigues, B. (2017). Effects of inspiratory muscle exercise in the pulmonary function, autonomic modulation, and hemodynamic variables in older women with metabolic syndrome. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 13(2), 218–226.
66. Ofir D, Laveneziana P, Webb K, O'Donnell D. Ventilatory and perceptual responses to cycle exercise in obese women. *Journal of Applied Physiology*. 2007;102(6):2217-2226
67. Evans J, Whitelaw W. The Assessment of Maximal Respiratory Mouth Pressures In Adults. *Respiratory Care*. 2009;54(10):1348 - 1359.
68. Pessoa I, Parreira V, Fregonezi G, Sheel A, Chung F, Reid W. Reference Values for Maximal Inspiratory Pressure: A Systematic Review. *Canadian Respiratory Journal*. 2014;21(1):43-50.

## **ANEXOS**

### *ANEXO 1: CONSENTIMIENTO INFORMADO*

**CONSENTIMIENTO INFORMADO  
CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPAR  
EN SEMINARIO TITULADO:  
“EFECTOS DEL ENTRENAMIENTO AEROBICO Y DE LA MUSCULATURA  
RESPIRATORIA EN PACIENTES OBESOS”**

Este formulario de consentimiento puede contener algunas palabras que usted probablemente no entiende. Por favor pida explicación a uno de los integrantes del grupo de investigación para que lo asesore.

Antes de tomar la decisión de participar en la Tesis, lea cuidadosamente este formulario de consentimiento y discuta cualquier inquietud que usted tenga con el investigador. Usted también podrá discutir su participación con los demás miembros de su familia o amigos antes de tomar la decisión.

1. Usted ha sido invitado a participar en una tesis bajo la supervisión de la Profesora Andrea González Rojas y el Profesor Francisco Pizarro y el alero de la Escuela de Kinesiología de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV). El propósito de esta investigación es recabar información y antecedentes respecto a determinar si el entrenamiento aeróbico en conjunto del entrenamiento de la musculatura respiratoria genera cambios en la capacidad aeróbica, fuerza de musculatura respiratoria y datos antropométricos en personas obesas.
2. Su participación incluye:
  - a. Contestar algunas preguntas generales como edad, fecha de nacimiento, ocupación, hábitos, antecedentes de enfermedades que padezca, fármacos que consume actualmente, antecedentes familiares de patologías no transmisibles. El formulario no utilizará más de 10 minutos de su tiempo.
  - b. Medición de pliegues y circunferencial del cuerpo. Todos los resultados serán almacenados para su uso actual o futuro. Los resultados individuales serán anónimos y nunca serán mostrados (sin su consentimiento) a nadie fuera del proyecto de investigación.
3. Riesgo y efectos adversos que pueden estar asociados a la investigación:
  - c. Las preguntas personales para conocer su condición de salud actual son necesarias para asegurar la mayor precisión de esta investigación. Usted puede discutir las con el entrevistador, y puede decidir no responder a determinadas preguntas o no continuar con su participación. Tanto las respuestas como la información que usted suministre son confidenciales.
  - d. Los resultados de la investigación son estrictamente confidenciales. No se entregará información de las evaluaciones realizadas durante la investigación a otras personas o instituciones sin su previa autorización.

- e. Sus resultados personales no se mostrarán individualmente ni asociados a su nombre en el estudio final. Los individuos fuera del proyecto de investigación nunca podrán relacionar los resultados de la investigación con los pacientes en el estudio.
4. Beneficios para usted/sociedad: Usted no recibirá ningún beneficio económico por la participación en este proyecto, ni tampoco se le costearán gastos médicos asociados a la intervención de este proyecto. Sin embargo, usted estará libremente cooperando con las ciencias asociadas al ejercicio, lo cual podrá ser beneficioso para el futuro de la actividad física y la Kinesiología. Los alumnos investigadores de la PUCV lo consideran a usted como un importante colaborador en este estudio y le agradecerán su decisión de participar en él.
  5. La participación es voluntaria y usted puede rehusarse de participar o retirarse de la investigación en cualquier momento sin ninguna penalidad. Si una vez ya realizada la toma de datos desea retirarse de la Tesis, este material será eliminado si usted lo desea. Sin embargo, una vez que se procesen sus datos dentro de la investigación, los resultados derivados de ésta, no podrán ser eliminados de otros trabajos científicos que utilicen los datos de este estudio y que ya estén publicados.
    - a. Los investigadores tomarán medidas para proteger la confidencialidad de sus datos y su identidad no será divulgada en ninguna publicación que resulte de este estudio.
    - b. Este proyecto de investigación no tiene como objetivo proveer diagnóstico ni tratamiento de problemas o condiciones asociadas a su salud cardiometabólica, sino sólo evaluar su condición actual.
    - c. Los investigadores pueden retirarlo de esta investigación, si surgen circunstancias médicas que lo aconsejen.
    - d. Si tiene dudas o preocupaciones sobre esta investigación, o si experimenta cualquier problema, contactarse con: Andrea González Rojas [andreaucm@gmail.com](mailto:andreaucm@gmail.com)

Los alumnos investigadores de la PUCV, quienes están realizando esta investigación, reconocen la importancia de su contribución a la ciencia. Los investigadores harán esfuerzos para tratar de controlar cualquier complicación que pueda resultar de la investigación. Si usted cree que ha desarrollado alguna complicación derivada de esta investigación, por favor comuníquese con el Investigador Principal/especialista Profesora Andrea González o Francisco Pizarro .

**He leído esta carta de consentimiento informado y he tenido la oportunidad de hacer preguntas.**

**Consiento en participar en esta investigación:**

Nombre del participante: .....

RUT.....

Firma.....Fecha.....

Nombre, rut y firma de los Investigadores

ANEXO 2: CUESTIONARIO MUNDIAL SOBRE ACTIVIDAD FÍSICA (GPAQ)

# Cuestionario Mundial sobre Actividad Física

(GPAQ)

Departamento de Enfermedades crónicas y Promoción de la Salud  
Vigilancia y Prevención basada en la población  
Organización Mundial de la Salud  
20 Avenue Appia, 1211 Ginebra 27, Suiza  
Para más información: [www.who.int/chp/steps](http://www.who.int/chp/steps)

## Cuestionario Mundial sobre Actividad Física (GPAQ)

### Presentación general

---

<b>Introducción</b>	<p>El Cuestionario Mundial sobre Actividad Física ha sido desarrollado por la OMS para la vigilancia de la actividad física en los países. Recopila información sobre la participación en la actividad física y sobre el comportamiento sedentario en tres marcos (o campos). Estos campos son:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Actividad en el trabajo</li><li>• Actividad al desplazarse</li><li>• Actividad en el tiempo libre</li></ul>
<b>Utilización de GPAQ</b>	<p>Se deberán preguntar todas las preguntas del cuestionario. Si se salta alguna pregunta o elimina alguno de los campos, los resultados que pueda calcular se verán afectados.</p> <p>Antes de utilizar este cuestionario, debería revisar la sección "Instrucciones relativas a las preguntas". Esta sección que encontrará después de las preguntas propiamente dichas sirve de guía para el entrevistador a la hora de hacer las preguntas y registrar las respuestas.</p>
<b>GPAQ version 1</b>	<p>Este documento le proporciona información sobre la versión 2 del Cuestionario Mundial de Actividad Física. Se aconseja utilizar la Versión 2 del cuestionario.</p> <p>Si ya ha utilizado el cuestionario 1 y necesita ayuda para analizar esta información, consulte la sección "Versión 1" en este documento.</p>
<b>Cálculo y limpieza de datos sobre Actividad física</b>	<p>Al final de este documento encontrará una sección de análisis que describe el proceso de limpieza y análisis de datos sobre actividad física. Esta sección utiliza la columna del código como referencia para todos los cálculos</p>
<b>MET</b>	<p>MET es la medida que se utiliza normalmente para analizar la actividad física.</p> <p>MET (Equivalente Metabólico): La proporción del índice de metabolismo trabajando y en situación de reposo. Un MET se define como 1 kcal/kg/hora y equivale a la energía consumida por el cuerpo en reposo.</p> <p>Un MET también se define como el oxígeno consumido en ml/kg/min cuando un MET equivale a 3.5 ml/kg/min de oxígeno consumido en situación de reposo.</p>
<b>Columna de codificación para el cuestionario</b>	<p>La columna del código se utiliza como guía para el análisis de los datos sobre actividad física. Si inserta este cuestionario en otro cuestionario puede cambiar los números de las preguntas, pero no cambie el código.</p>

---

Actividad física			
<p>A continuación voy a preguntarle por el tiempo que pasa realizando diferentes tipos de actividad física. Le ruego que intente contestar a las preguntas aunque no se considere una persona activa.</p> <p>Piense primero en el tiempo que pasa en el trabajo, que se trate de un empleo remunerado o no, de estudiar, de mantener su casa, de cosechar, de pescar, de cazar o de buscar trabajo <i>[inserte otros ejemplos si es necesario]</i>. En estas preguntas, las "actividades físicas intensas" se refieren a aquéllas que implican un esfuerzo físico importante y que causan una gran aceleración de la respiración o del ritmo cardíaco. Por otra parte, las "actividades físicas de intensidad moderada" son aquéllas que implican un esfuerzo físico moderado y causan una ligera aceleración de la respiración o del ritmo cardíaco.</p>			
Pregunta		Respuesta	Código
<b>En el trabajo</b>			
49	¿Exige su trabajo una actividad física intensa que implica una aceleración importante de la respiración o del ritmo cardíaco, como <i>[levantar pesos, cavar o trabajos de construcción]</i> durante al menos 10 minutos consecutivos? <i>(INSERTAR EJEMPLOS Y UTILIZAR LAS CARTILLAS DE IMÁGENES)</i>	Sí 1  No 2 Si No, Saltar a P 4	P1
50	En una semana típica, ¿cuántos días realiza usted actividades físicas intensas en su trabajo?	Número de días <input type="text"/>	P2
51	En uno de esos días en los que realiza actividades físicas intensas, ¿cuánto tiempo suele dedicar a esas actividades?	Horas : minutos <input type="text"/> : <input type="text"/> hrs mins	P3 (a-b)
52	¿Exige su trabajo una actividad de intensidad moderada que implica una ligera aceleración de la respiración o del ritmo cardíaco, como caminar deprisa <i>[o transportar pesos ligeros]</i> durante al menos 10 minutos consecutivos? <i>(INSERTAR EJEMPLOS Y UTILIZAR LAS CARTILLAS DE IMÁGENES)</i>	Sí 1  No 2 Si No, Saltar a P7	P4
53	En una semana típica, ¿cuántos días realiza usted actividades de intensidad moderada en su trabajo?	Número de días <input type="text"/>	P5
54	En uno de esos días en los que realiza actividades físicas de intensidad moderada, ¿cuánto tiempo suele dedicar a esas actividades?	Horas : minutos <input type="text"/> : <input type="text"/> hrs mins	P6 (a-b)
<b>Para desplazarse</b>			
<p>En las siguientes preguntas, dejaremos de lado las actividades físicas en el trabajo, de las que ya hemos tratado. Ahora me gustaría saber cómo se desplaza de un sitio a otro. Por ejemplo, cómo va al trabajo, de compras, al mercado, al lugar de culto <i>[insertar otros ejemplos si es necesario]</i></p>			
55	¿Camina usted o usa usted una bicicleta al menos 10 minutos consecutivos en sus desplazamientos?	Sí 1  No 2 Si No, Saltar a P 10	P7
56	En una semana típica, ¿cuántos días camina o va en bicicleta al menos 10 minutos consecutivos en sus desplazamientos?	Número de días <input type="text"/>	P8
57	En un día típico, ¿cuánto tiempo pasa caminando o yendo en bicicleta para desplazarse?	Horas : minutos <input type="text"/> : <input type="text"/> hrs mins	P9 (a-b)
<b>En el tiempo libre</b>			
<p>Las preguntas que van a continuación excluyen la actividad física en el trabajo y para desplazarse, que ya hemos mencionado. Ahora me gustaría tratar de deportes, fitness u otras actividades físicas que practica en su tiempo libre <i>[inserte otros ejemplos si llega el caso]</i>.</p>			
58	¿En su tiempo libre, practica usted deportes/fitness intensos que implican una aceleración importante de la respiración o del ritmo cardíaco como <i>[correr, jugar al fútbol]</i> durante al menos 10 minutos consecutivos? <i>(INSERTAR EJEMPLOS Y UTILIZAR LAS CARTILLAS DE IMÁGENES)</i>	Sí 1  No 2 Si No, Saltar a P 13	P10
59	En una semana típica, ¿cuántos días practica usted deportes/fitness intensos en su tiempo libre?	Número de días <input type="text"/>	P11
60	En uno de esos días en los que practica deportes/fitness intensos, ¿cuánto tiempo suele dedicar a esas actividades?	Horas : minutos <input type="text"/> : <input type="text"/> hrs mins	P12 (a-b)

SECCIÓN PRINCIPAL: Actividad física (en el tiempo libre) sigue.			
Pregunta	Respuesta	Código	
61	<p>¿En su tiempo libre practica usted alguna actividad de intensidad moderada que implica una ligera aceleración de la respiración o del ritmo cardíaco, como caminar deprisa, [ir en bicicleta, nadar, jugar al volleyball] durante al menos 10 minutos consecutivos? ( INSERTAR EJEMPLOS Y UTILIZAR LAS CARTILLAS DE IMÁGENES)</p>	<p>Sí 1</p> <p>No 2 Si No, Saltar a P16</p>	P13
62	<p>En una semana típica, ¿cuántos días practica usted actividades físicas de intensidad moderada en su tiempo libre?</p>	<p>Número de días <input type="text"/></p>	P14
63	<p>En uno de esos días en los que practica actividades físicas de intensidad moderada, ¿cuánto tiempo suele dedicar a esas actividades?</p>	<p>Horas : minutos <input type="text"/> : <input type="text"/></p> <p>hrs mins</p>	P15 (a-b)
Comportamiento sedentario			
<p>La siguiente pregunta se refiere al tiempo que suele pasar sentado o recostado en el trabajo, en casa, en los desplazamientos o con sus amigos. Se incluye el tiempo pasado [ante una mesa de trabajo, sentado con los amigos, viajando en autobús o en tren, jugando a las cartas o viendo la televisión], pero no se incluye el tiempo pasado durmiendo. (INSERTAR EJEMPLOS) (UTILIZAR LAS CARTILLAS DE IMÁGENES)</p>			
64	<p>¿Cuándo tiempo suele pasar sentado o recostado en un día típico?</p>	<p>Horas : minutos <input type="text"/> : <input type="text"/></p> <p>hrs mins</p>	P16 (a-b)

## ANEXO 3: CLASIFICACIÓN DEL ÍNDICE DE MASA CORPORAL SEGÚN OMS

Clasificación del índice de masa corporal según OMS

Tipo	Explicación	Valores
A	Bajo peso	<18.5
B	Normal	18.5-24.9
C	Sobrepeso	25-29.9
D	Obesidad G I	30-34.9
E	Obesidad G II	35-39.9
F	Obesidad G III	>40

## ANEXO 4: ENCUESTA DE HÁBITOS ALIMENTARIOS

<b>ENCUESTA DE HÁBITOS ALIMENTARIOS</b>	<b>FRECUENCIA DE CONSUMO Y/O PORCIÓN</b>
¿TOMA DESAYUNO?	Todos los días
¿CONSUME LÁCTEOS DESCREMADOS?	1 porción al día
¿CONSUME FRUTAS?	1 porción al día
¿CONSUME VERDURAS?	Menos de 1 vez al día
¿CONSUME PESCADO?	1 porción a la semana
¿CONSUME LEGUMINOSAS?	1 porción a la semana
¿CONSUME AVENA O PANES INTEGRALES?	1 porción al día
¿CONSUME COMIDA ELABORADA EN EL HOGAR?	3 o más porciones a la semana
¿USTED CENA?	Todos los días
¿CONSUME BEBIDAS O JUGOS AZUCARADOS?	1 porción al día
¿CONSUME BEBIDAS ALCOHÓLICAS?	No consume
¿CONSUME FRITURAS?	2 porciones a la semana
¿ADICIONA SAL A LAS COMIDAS ANTES DE PROBARLAS?	Siempre
¿CONSUME COMIDA RÁPIDA?	Menos de 1 vez al día
¿CONSUME SNACKS O GOLOSINAS?	1 porción al día