



**PONTIFICIA  
UNIVERSIDAD  
CATÓLICA DE  
VALPARAÍSO**

**FACULTAD DE CIENCIAS  
ESCUELA DE KINESIOLOGIA**

**“EFECTOS DEL ENTRENAMIENTO DE LA MUSCULATURA RESPIRATORIA Y DE LA  
CAPACIDAD AERÓBICA SOBRE LA COMPOSICIÓN CORPORAL, LA FUERZA INSPIRATORIA  
Y ESPIRATORIA Y LA CAPACIDAD AERÓBICA EN UN SUJETO CON SOBREPESO.  
ESTUDIO DE CASO”**

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

**PROFESOR GUÍA**

Andrea Gonzales Rojas  
Francisco Pizarro Vallejos

**ESTUDIANTES**

Almendra Arriagada Prado  
Diego Bórquez Zamorano  
Felipe Guzmán Planck  
Gabiella Jofré Morales

**Valparaíso  
CHILE  
2018**

## RESUMEN

**Introducción:** Este estudio describe el efecto del entrenamiento de la musculatura respiratoria y capacidad aeróbica sobre la composición corporal, fuerza inspiratoria y espiratoria y la capacidad aeróbica en un sujeto con sobrepeso. **Metodología:** Consistió en el entrenamiento de un sujeto con sobrepeso de 23 años durante 8 semanas. Se realizaron mediciones de Kineantropometría, Capacidad aeróbica ( $VO_2$ máx), Presión Inspiratoria Máxima (PIM), Presión Espiratoria Máxima (PEM) y Resistencia de la musculatura respiratoria pre-intervención, entre entrenamientos y post-intervención. Además, se realizaron encuestas dirigidas al consumo de alcohol y tabaco, alimentación y nivel de actividad física pre-intervención. Las primeras 4 semanas fueron destinadas al entrenamiento de la musculatura respiratoria utilizando válvulas POWERbreathe®. Se trabajó a una resistencia del 65% de la PIM, 3 sesiones a la semana, realizando 5 series de 30 repeticiones. Las 4 semanas posteriores correspondieron al entrenamiento aeróbico realizado en treadmill, basado en el entrenamiento tipo High Intensity Interval Training (HIIT) de 25min de duración con el intervalo superior sobre el 90% de la Frecuencia cardiaca de entreno (FCE) durante 30s-45s e intervalo inferior al 60% de la FCE. El análisis realizado fue de tipo descriptivo. **Resultados:** Se evidenció una mejora en la capacidad aeróbica, fuerza y resistencia inspiratoria, además datos favorables dentro de la Kineantropometria. **Conclusión:** Aún no queda claro cuál de estos entrenamientos prevalece, debido a sesgos como una baja muestra y la ausencia de un grupo control, entre otras. Para ello, es importante desarrollar estudios futuros, donde se suplan estos sesgos, y permita obtener datos más objetivos.

**Palabras clave:** Entrenamiento de la Musculatura Respiratoria, Sobrepeso, High Intensity Interval Training, Capacidad Aeróbica.

**ÍNDICE**

RESUMEN.....	2
INTRODUCCIÓN.....	4
METODOLOGÍA.....	9
Descripción General .....	9
Evaluación .....	10
Intervención .....	13
Análisis Estadístico .....	15
RESULTADOS .....	16
Encuestas .....	16
Kineantropometría .....	16
Presión Inspiratoria y Espiratoria Máxima .....	16
Resistencia de Musculatura Respiratoria .....	18
Capacidad Aeróbica.....	18
DISCUSIÓN.....	20
BIBLIOGRAFÍA.....	26
ANEXOS.....	31

## INTRODUCCIÓN

El sobrepeso y la obesidad se definen como una acumulación anormal o excesiva de grasa, que puede ser perjudicial para la salud<sup>1</sup>. Una herramienta de diagnóstico de la obesidad es el índice de masa corporal (IMC), así una persona con un IMC igual o superior a 25 Kg/m<sup>2</sup> y menor que 30 Kg/m<sup>2</sup> es considerada con sobrepeso y con un IMC igual o superior a 30 Kg/m<sup>2</sup> es considerada obesa<sup>1,2</sup>. La obesidad es un importante problema de la salud pública en la mayor parte de los países, disminuyendo la esperanza de vida y generando altos costos sociales y económicos. Según los datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS), en el 2016 alrededor del 13% de la población adulta mundial (un 11% de los hombres y un 15% de las mujeres) eran obesos. Según la Encuesta Nacional de Salud (ENS) 2016-2017 realizada por el Ministerio de Salud (MINSAL), un 74,2% de la población adulta en Chile tiene sobrepeso, obesidad u obesidad mórbida. Si comparamos estos datos con los obtenidos por la ENS 2009-2010, cuyo porcentaje de personas con exceso de peso fue de 64,4%, indican que hay un aumento de la población chilena que presenta esta condición<sup>3-5</sup>.

La obesidad se considera un trastorno multifactorial en cuya etiopatogenia están implicados factores genéticos, metabólicos, psicosociales y ambientales. La rapidez con que se está produciendo el incremento de su prevalencia pareciera estar más bien en relación con factores ambientales, sin embargo, existen otros estudios que afirman que la incidencia de los factores genéticos y epigenéticos en el desarrollo de la obesidad llegaría a ser hasta de un 70%<sup>6</sup>. Entre los genes estudiados, se encuentran los codificadores de leptina y su receptor, el receptor de melanocortina 4 y el de la opiomelanocortina, entre otros<sup>6,7</sup>. Los factores genéticos rigen la capacidad de acumular energía en forma de grasa tisular y menor facilidad para liberarla en forma de calor, lo que se denomina como elevada eficiencia energética del obeso, entendiéndose como la dificultad de utilizar el componente lipídico del sistema como sustrato energético<sup>8</sup>. Se ha sugerido que si bien el componente genético en la acumulación de energía es un factor importante, los hábitos nutricionales tendrían una incidencia mayor en el desarrollo de la obesidad<sup>7</sup>.

Para desarrollar obesidad es necesario el efecto combinado de la predisposición genética a este trastorno y la exposición a condiciones ambientales adversas que faciliten su desarrollo. Estas últimas han sido descritas como elementos importantes en el desarrollo

de la obesidad, las cuales van desde un exceso de ingesta calórica durante el período de gestación, la ansiedad asociada a la suspensión del hábito tabáquico, así como un estilo de vida sedentario. Éste último es uno de los grandes problemas, que ha sido descrito por algunos autores, como un factor que genera más riesgo de obesidad que la elevada ingesta calórica. Si se analizan cada uno por separado, parece ser más perjudicial la vida sedentaria<sup>9,10</sup>.

Existen diversas complicaciones asociadas a dicha patología, tales como: Síndrome metabólico, diabetes, enfermedades del hígado y periodontal, trastornos ginecológicos, cáncer, artrosis, afecciones pulmonares y de la capacidad aeróbica<sup>11</sup>. La capacidad aeróbica se puede ver afectada por alteraciones cardiovasculares, del sistema respiratorio y del sistema musculoesquelético<sup>12</sup>.

Las afecciones cardiovasculares asociadas a la obesidad, incluyen la insuficiencia cardíaca, enfermedad coronaria, arritmias ventriculares, fibrilación auricular y muerte súbita. Éstas pueden deberse tanto a la dislipidemia, diabetes e hipertensión arterial producidas por la obesidad, como a la activación neurohormonal con aumento de tono simpático, inflamación subclínica, altas concentraciones de leptina e insulina debido a la misma y a la acumulación de grasa en zonas específicas, por ejemplo, subepicárdica<sup>13,14</sup>.

Dentro de las afecciones al sistema respiratorio encontramos reducción de la Capacidad Residual Funcional (CRF)<sup>15</sup> debido al posicionamiento que adopta el diafragma por la disposición del contenido abdominal. Esto provoca una reducción en el Volumen de Reserva Espirado (VRE), el cual es tal, que incluso el Volumen Residual Funcional (VRF) se puede acercar al Volumen Residual (VR)<sup>16</sup>. La carga mecánica producida por la obesidad supone un gran esfuerzo para la musculatura respiratoria, lo que podría conducir a una hipoventilación.

Una disfunción de los músculos respiratorios se puede asociar con un patrón restrictivo y también un patrón obstructivo, lo cual altera las pruebas de la función pulmonar, siendo las más afectadas por la obesidad el VRE, la CRF, la capacidad vital forzada (CVF), el volumen espiratorio forzado en un segundo (VEF1), el VR y la capacidad pulmonar total (CPT)<sup>17,18</sup>. Debido a que la relación VEF1/CVF puede no mejorar con la pérdida de peso, las evaluaciones para la función muscular respiratoria se limitan a la presión inspiratoria

máxima (PIM), la presión espiratoria máxima (PEM) y la resistencia muscular inspiratoria. Se han encontrado reducciones significativas de las mediciones de PIM y PEM en pacientes obesos debido a fibras musculares diafragmáticas alargadas, un aumento del trabajo respiratorio y una alteración en la biomecánica respiratoria debido a la masa y el peso abdominal<sup>17,19,20</sup>.

Esto en conjunto con otras dificultades asociadas a la obesidad, tal como un posible aumento de la resistencia en las vías aéreas, conducirían a un mayor consumo de O<sub>2</sub> en los músculos encargados de la respiración en reposo<sup>16,19,21,22</sup>, lo que podría explicarse debido a la disminución de la CRF<sup>23,24</sup>. Durante la realización del ejercicio, existe un aumento en la demanda de los requerimientos ventilatorios, pudiendo alterar aún más el posible desbalance que se produce entre la capacidad de soportar carga de la musculatura inspiratoria y la carga real aplicada, aumentando la posibilidad de fatiga muscular durante el ejercicio<sup>16,25</sup>.

La fatiga muscular respiratoria compromete el rendimiento del ejercicio en los diferentes sujetos. Hay evidencia de que los músculos respiratorios fatigados pueden afectar el rendimiento a través del llamado metaboreflejo, que se define como el sense de la acumulación de metabolitos, incluyendo el ácido láctico, que en los músculos respiratorios activan las fibras aferentes tipo III y especialmente las tipo IV, que desencadenan un aumento en las eferencias simpáticas causando vasoconstricción en las extremidades<sup>23,26</sup>. Esto tiene como consecuencia una disminución de la perfusión y por consiguiente en el aporte de O<sub>2</sub>, provocando fatiga de la musculatura periférica, pudiendo ser un factor importante en la detención del ejercicio en el sujeto obeso<sup>27-29</sup>. Otro factor incidente en la disminución de la capacidad aeróbica es la pérdida de masa muscular<sup>30</sup>, la cual estaría explicada por una cascada de eventos como el aumento del tamaño de los adipocitos y número de macrófagos, aumento de las células senescentes proinflamatorias en tejido adiposo, aumento en los marcadores proinflamatorios, acumulación de especies reactivas de oxígeno, insulino resistencia y aumento en la expresión de leptina junto con baja adiponectina<sup>30</sup>.

Durante el ejercicio aeróbico es necesario que el cuerpo humano utilice los recursos necesarios para generar una respuesta adecuada a las demandas que genera este ejercicio, como por ejemplo el aumento del gasto cardíaco y la ventilación minuto (VM), para

suplir el consumo de  $O_2$  en el músculo esquelético. El exceso de masa corporal, sin embargo, puede impedir el aumento del volumen minuto, resultando en un patrón ventilatorio alterado, ya que se requiere una mayor frecuencia respiratoria, para compensar la incapacidad de mejorar el volumen corriente<sup>16,17</sup>, por lo que la capacidad de absorber, consumir y administrar el  $O_2$  adicional necesario durante el ejercicio aeróbico se ve comprometida. Un alto porcentaje de sujetos obesos no logra un intercambio respiratorio máximo, lo cual es considerado anormal, esto se debe a una posible ineficiencia biomecánica y/o dolor ortopédico, limitando el resultado de las evaluaciones de ejercicio aeróbico<sup>17</sup>. Además, los sujetos obesos tienen una mayor probabilidad de padecer una disminución del tono vagal, que genera una respuesta disminuida de la recuperación de la frecuencia cardíaca (FC) frente al ejercicio aeróbico<sup>17,20</sup>. El tiempo de recuperación de la FC está directamente relacionado a la posibilidad de generar un evento cardiovascular. Mientras menor sea el tiempo de recuperación de la FC, menor es el riesgo de padecer esta complicación, lo que podría tener consecuencias desde la adquisición de una patología cardiovascular crónica, hasta la muerte<sup>31</sup>.

Para tratar la obesidad y sus efectos adversos se han implementado distintas intervenciones, entre ellas un cambio en el estilo de vida, que se relaciona a un reajuste en la dieta y la integración de hábitos de actividad física. Otros métodos son los farmacológicos y quirúrgicos.

En relación a la actividad física, se han descrito una gran variedad de entrenamientos para incluir en la rutina diaria de los sujetos obesos y conseguir resultados positivos, siendo el más estudiado y utilizado el entrenamiento de tipo aeróbico, el cual busca producir mejoras en la composición corporal y la capacidad aeróbica, así como en las morbilidades asociadas a la obesidad. La finalidad del ejercicio de este tipo, es la utilización de los lípidos e hidratos de carbono como sustrato energético<sup>32,33</sup>, la cual se ve facilitada por una adaptación eficiente del sistema para transportar  $O_2$  al músculo y una disminución del porcentaje de tejido graso que posee el sujeto. El ejercicio aeróbico genera una pérdida de peso en el sujeto obeso, lo que se asocia a una reducción de la presión arterial sistólica de 5-20 mmHg por cada 10 Kg de peso perdido. Otros beneficios que se pueden obtener del ejercicio aeróbico, no dependientes de la pérdida de peso, son sobre la composición corporal<sup>34</sup>, el perfil lipídico, la función cardiorrespiratoria y el riesgo cardiovascular<sup>7</sup>. La recomendación para los sujetos obesos son ejercicios aeróbicos cuya intensidad sea de entre 40% y 60% de la Frecuencia cardíaca máxima (FC<sub>máx</sub>), con una duración >150 minutos semanales o

por más de 30 minutos al día. Para la mantención del peso perdido o disminuir el peso a largo plazo, se recomiendan entre 200 a 300 minutos de actividad física por semana<sup>32,35</sup>. Se han encontrado mejoras en la capacidad aeróbica luego de realizar entrenamiento 3 veces por semana durante 16 semanas<sup>36</sup>. Además, se han demostrado resultados positivos mediante la utilización de la modalidad High Intensity Interval Training (HIIT), la cual está caracterizada por breves repeticiones de ejercicio a alta intensidad, alternando con períodos de descanso o ejercicio de baja intensidad, lo cual mejoraría el fitness cardiopulmonar y obtendría una reducción en el porcentaje de masa grasa<sup>37</sup>.

Por otra parte, se ha demostrado que el entrenamiento de la musculatura respiratoria (EMR) retrasa la aparición de fatiga en los músculos respiratorios, reduce la concentración de lactato en sangre durante el ejercicio y la activación simpática antes mencionada, por consiguiente una disminución de la activación del metaboreflejo, lo cual podría ser un mecanismo importante para mejorar el rendimiento del ejercicio<sup>23,28</sup>. Hay evidencia que sugiere que un entrenamiento de 4 semanas de la musculatura inspiratoria, lograría mejorar tanto la fuerza de ésta, así como también el fitness funcional, teniendo un efecto global positivo. El entrenamiento de la musculatura inspiratoria podría ser una intervención relevante para mejorar los resultados en el desempeño físico de sujetos con sobrepeso y obesidad<sup>19,24</sup>.

El ejercicio aeróbico es beneficioso ya que busca tratar las alteraciones en la composición corporal y la capacidad aeróbica, así como las morbilidades asociadas a la obesidad. Mientras que el ejercicio respiratorio se reporta beneficioso no sólo en la resistencia a la fatiga específica para el grupo muscular respiratorio, sino como también en un incremento general en el desempeño físico en sujetos con sobrepeso y obesidad, por lo que juntos podrían entregar una intervención multifactorial para los sujetos con éstas características. La escasa evidencia sobre la realización de estos entrenamientos de forma conjunta, como la falta de estudios por parte de grandes organismos tales como la American Heart Association (AHA) y el American College of Sports Medicine, (ACSM) determina el objetivo de este estudio de caso, el cual es describir los efectos que podrían tener ambos tipos de entrenamiento al ser realizados en un sujeto con sobrepeso.



## METODOLOGÍA

### Descripción General

Los procedimientos realizados en este estudio respetaron las normas éticas internacionales para la investigación biomédica en seres humanos y en animales del Consejo de Organizaciones Internacionales de las Ciencias Médicas (CIOMS) en colaboración con la Organización Mundial de la Salud. El proyecto de investigación fue revisado y aprobado por el Comité de Ética y antes de iniciar cualquier intervención y/o evaluación el sujeto firmó un consentimiento informado (Anexo 1).

Este es un estudio de caso, en el cual el sujeto cumplió con los siguientes criterios de inclusión: Sexo masculino, edad entre 18-30 años y presentar un IMC mayor a 25 Kg/m<sup>2</sup>, con el cual es clasificado como sobrepeso. Los criterios de exclusión fueron: Fumador, lesiones musculoesqueléticas en los últimos 6 meses, patologías cardiovasculares o respiratorias diagnosticadas y consumo de drogas vasoactivas o fármacos que pudieran alterar su respuesta al ejercicio.

El participante de sexo masculino, fue evaluado preintervención, 4 semanas luego de comenzar la intervención y postintervención. La intervención consistió en un entrenamiento inicial de musculatura respiratoria y posteriormente un entrenamiento de tipo aeróbico, teniendo una duración de 4 semanas por cada tipo de entrenamiento, tal como se detalla en la Figura 1.

Figura 1: Descripción de etapas de evaluación e intervención del sujeto.

A	B	EA	a	EA	A'	B'	EB	A''	B''
---	---	----	---	----	----	----	----	-----	-----

A: Evaluación Inicial - PIM, PEM, Resistencia de Musculatura Respiratoria, Kineantropometría y Cuestionarios

A': Evaluación Media - PIM, PEM, Resistencia de Musculatura Respiratoria y Kineantropometría

A'': Evaluación Final - PIM, PEM, Resistencia de Musculatura Respiratoria y Kineantropometría

B: Evaluación Inicial - Capacidad Aeróbica inicial

B': Evaluación Media - Capacidad Aeróbica intermedia

B'': Evaluación Final - Capacidad Aeróbica final

a: Evaluación Reajuste de Carga en Entrenamiento de Musculatura Respiratoria - PIM y PEM

EA: Entrenamiento de Musculatura Respiratoria

EB: Entrenamiento de Capacidad Aeróbica

## **Evaluación**

Se realizaron 3 evaluaciones: pre-entrenamiento, al finalizar el entrenamiento de la musculatura respiratoria y post-entrenamiento aeróbico. Pre-entrenamiento se evaluó Kineantropometría, Capacidad aeróbica (VO<sub>2</sub>-máx), Presión Inspiratoria Máxima (PIM), Presión Espiratoria Máxima (PEM), Resistencia de la musculatura respiratoria y encuestas dirigidas al hábito tabáquico, consumo de alcohol, hábito alimentario, nivel de actividad física. Luego del entrenamiento de la musculatura respiratoria y post-entrenamiento aeróbico se evaluó Kineantropometría, VO<sub>2</sub>-máx, PIM, PEM y Resistencia de musculatura respiratoria. Las fases de evaluación se subdividieron en 2 sesiones, una primera en la cual se realizó la evaluación de la PIM, PEM, Resistencia de la musculatura respiratoria, Kineantropometría y la aplicación de cuestionarios, y una segunda en la cual se realiza un test de esfuerzo.

### **Encuestas (A)**

Para determinar el consumo de tabaco (Anexo 2), se utilizó la sección Prevalencia de Tabaquismo de la “Encuesta de Calidad de Vida y Salud Chile” del año 2006 (ENCAVI)<sup>38</sup>, la cual tiene por objetivo determinar la prevalencia de fumadores en la población chilena, exposición al humo del tabaco, actitud frente al consumo y disposición al cambio de conducta. Se realizaron preguntas acerca de las razones de cesación de tabaquismo incluidas en la ENCAVI 2006 y se agregó una pregunta sobre el conocimiento de la nueva ley de tabaco<sup>39,40</sup>.

Para identificar la prevalencia del consumo de alcohol se utilizó “Test de Identificación de Trastornos por Consumo de Alcohol” AUDIT<sup>41</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>42</sup>.

Para los hábitos alimenticios los cuestionarios utilizados corresponden a “Encuesta sobre hábitos alimenticios” (Anexo 4) creada por Durán et al., 2014<sup>43</sup> y validada en estudiantes universitarios chilenos de 18 a 31 años. Esta encuesta es autoaplicada y tiene como objetivo medir los hábitos alimenticios de los participantes.

Se compone de dos partes:

- La primera está compuesta por 9 preguntas con un puntaje mínimo de 1 y máximo de 5 por pregunta, que indica cómo son los hábitos alimenticios del participante, la cantidad de porciones, y la frecuencia con la que consume alimentos recomendados por las guías alimentarias chilenas (Anexo 4).
- La segunda consta de 5 preguntas con un puntaje idéntico al anterior, en las que se indaga sobre el consumo de alimentos no saludables. Además, se agregó una pregunta para indagar sobre el consumo de sal, calificándola de 1 a 3.

Finalmente se evaluó el nivel de actividad física utilizando el “Cuestionario Mundial sobre Actividad Física” GPAQ<sup>44</sup> (Anexo 5). Este cuestionario indaga sobre la intensidad (moderada o intensa), frecuencia (en una semana típica) y duración de actividades desarrolladas en tres ámbitos: trabajo/estudio, desplazamiento de un sitio a otro y en el tiempo libre; y también sobre el comportamiento sedentario (tiempo que suele pasar sentado o recostado, sin incluir el tiempo empleado en dormir). Este cuestionario, está validado para la población latina<sup>45</sup>, además es usado a nivel mundial, midiendo la actividad física en METS. Consta de 16 preguntas divididas en categorías: 6 preguntas respecto al trabajo, 3 de desplazamiento, 6 de su tiempo libre y 1 del comportamiento sedentario. Este cuestionario debe ser realizado por un encuestador, según las instrucciones establecidas para su aplicación. Los resultados del cuestionario, entregados en METS, permiten clasificar a los participantes según su nivel de actividad física en: bajo, moderado o alto.

Kineantropometría (A, A', A'')

Las mediciones antropométricas se realizaron según las normas de la ISAK<sup>46</sup>, considerando las siguientes mediciones:

- Perímetros: Brazo relajado, brazo en tensión, antebrazo, tórax, cintura, cadera, muslo máximo y pantorrilla.
- Pliegues: Bicipital, tricipital, subescapular, supracrestídeo, supraespinal, abdominal, muslo y pantorrilla.
- Diámetros: Epicóndilos y cóndilos femorales.

Con los datos recopilados se calculó el IMC, porcentaje de masa grasa y masa muscular.

#### Presión Inspiratoria Máxima (A, A', A'', a)

La PIM se determinó utilizando el protocolo descrito internacionalmente por la American Thoracic Society (ATS)<sup>47</sup> y Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica (SEPAR)<sup>47</sup> con el uso de un pimómetro MicroRPM (Vyare®), dispositivo capaz de registrar presiones de  $\pm 300$  cmH<sub>2</sub>O. El sujeto se posicionó en sedente sobre una silla con respaldo, se acopló una boquilla a la boca del sujeto, se le instruyó que realizara una espiración hasta el Volumen Residual Funcional (VRF) seguido de una inspiración máxima, esto mientras utilizaba una pinza nasal y sujetaba la boquilla con una mano para evitar fugas. Se consideraron los esfuerzos como aceptables cuando la PIM lograba una meseta de al menos 1 segundo, y repetibles cuando las diferencias entre esfuerzos fuera menor o igual a un 10%, teniendo un máximo de 8 intentos en la misma sesión de evaluación. Al obtener 3 esfuerzos aceptables y repetibles, se eligió el de mayor valor<sup>48</sup>.

#### Presión Espiratoria Máxima (A, A', A'', a)

La PEM se determinó utilizando el protocolo descrito internacionalmente por la American Thoracic Society (ATS)<sup>47</sup> y Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica (SEPAR)<sup>47</sup> con el uso de un pimómetro MicroRPM (Vyare®), dispositivo capaz de registrar presiones de  $\pm 300$  cmH<sub>2</sub>O. El sujeto se posicionó en sedente sobre una silla con respaldo, se acopló una boquilla a la boca del sujeto, se le instruyó que realizara una inspiración hasta la Capacidad Pulmonar Total (CPT) seguido de una espiración máxima, esto mientras utilizaba una pinza nasal y sujetaba la boquilla con una mano, a la vez que un evaluador ejercía presión sobre las mejillas del sujeto al momento de realizar la maniobra para evitar fugas. Se consideraron los esfuerzos como aceptables cuando la PEM lograba una meseta de al menos 1 segundo, y repetibles cuando las diferencias entre esfuerzos fuera menor o igual a un 10%, teniendo un máximo de 8 intentos en la misma sesión de evaluación. Al obtener 3 esfuerzos aceptables y repetibles, se eligió el de mayor valor<sup>48</sup>.

#### Resistencia de la Musculatura Respiratoria (A, A', A'')

La medición de la resistencia de musculatura inspiratoria se realizó según el protocolo descrito internacionalmente por la ATS<sup>47</sup> y SEPAR<sup>47</sup>, con un aparato de resistencia de la musculatura respiratoria (POWERbreathe®), el cual fue configurado a una carga de 65% de la PIM del sujeto, obtenida en la medición anteriormente mencionada, luego fue colocado

en la boca del sujeto, mientras éste lo sujetaba con una mano para evitar fugas, a la vez que se le añadió una pinza nasal. Se le solicitó al sujeto que realizara el mayor número de respiraciones posibles a volumen corriente y manteniendo una frecuencia respiratoria normal (cercano a las 15 repeticiones por minuto), mientras se registraba el tiempo de duración de la prueba, deteniendo ésta al momento del fallo. Se determinó como fallo de la prueba, cuando el sujeto no logró mantener la respiración contra la carga otorgada por el dispositivo, resultando en el retiro del dispositivo de la boca. Se consideró como aceptable, cuando el sujeto logró mantener la respiración contra la resistencia entre 4 y 8 minutos, según la ATS<sup>47</sup> y SEPAR<sup>47</sup>. De no ser logrado el tiempo necesario, se disminuye la carga en un 5% y se le da al sujeto un descanso de 10 veces el tiempo que demoró hasta llegar al fallo<sup>17</sup>.

#### Capacidad Aeróbica (B)

Para la evaluación del VO<sub>2</sub>-máx se realizó un test incremental maximal en cicloergómetro Monark Ergomedic 874e asociado a ergoespirómetro Ergo Cosmed Quark CPET<sup>49</sup>. Se determinaron datos de control en reposo, al finalizar la prueba y en los minutos 5 y 8 posteriores, estos fueron: Frecuencia cardíaca, presión arterial, saturación de oxígeno y BORG. Las características del test fueron las siguientes:

- Evaluación B: Carga inicial de 200 g, 2 minutos de duración de fase, aumentando la carga en 200 g al finalizar cada una, con una cadencia de  $60 \pm 2$  revoluciones por minuto (RPM).
- Evaluación B' y B'': Carga inicial de 400 g, 2 minutos de duración de fase, aumentando la carga en 400 g al finalizar cada una, con una cadencia de  $60 \pm 2$  RPM.

Al ser una evaluación de carácter incremental maximal, se aumentó la carga y las fases hasta que el sujeto indicó no poder continuar la prueba, coincidiendo con un BORG 9-10.

#### Intervención

El sujeto mantuvo un entrenamiento durante 8 semanas, las cuales fueron divididas en 2 etapas, cada una de 4 semanas. La primera consistió en entrenamiento de la musculatura respiratoria y luego en entrenamiento aeróbico. Al finalizar la primera etapa de 4 semanas se realizó la evaluación intermedia. A continuación, se describen ambos tipos de entrenamientos.

#### Entrenamiento de la Musculatura Respiratoria (EA)

El entrenamiento de la musculatura respiratoria consistió en realizar ciclos respiratorios con una resistencia determinada. Para ello se consideró el 60% de la PIM inicial. Se utilizó el aparato de resistencia de la musculatura respiratoria (POWERbreathe®), el cual fue configurado con la carga mencionada anteriormente, luego fue colocado en la boca del sujeto, mientras éste lo sujetaba con una mano para evitar fugas, a la vez que se le añadió una pinza nasal. Se realizaron 5 series de 30 repeticiones de ciclo respiratorio (Inspiración-Espiración) 3 veces por semana por 4 semanas, con una válvula marca PowerBreathe, que presenta una resistencia conocida a la inspiración. Al finalizar las primeras 2 semanas de entrenamiento se realizó la reevaluación de la PIM para ajustar la carga de entrenamiento, ya que, si bien el porcentaje se mantuvo, la capacidad del sujeto varió, por lo que fue necesario calcular nuevamente la equivalencia de la carga a utilizar<sup>50,51</sup>.

#### Entrenamiento de la Capacidad Aeróbica (EB)

El entrenamiento aeróbico se realizó durante 4 semanas, con una frecuencia de 3 veces por semana.

Las sesiones fueron siempre a la misma intensidad de trabajo y en trotadora. Se dividieron en: Calentamiento, a una intensidad no mayor al 50% de Frecuencia cardiaca de entreno (FCE); Parte fundamental, se realizó durante 25 min y se dividió en intervalos de baja y alta intensidad. Éste último constó de un entrenamiento sobre el 90% de la FCE, que se mantuvo durante un tiempo de 30 a 45 segundos según el volumen asignado a cada sesión. El aumento de la intensidad del ejercicio para lograr la FCE esperada se consiguió incrementando la velocidad y la pendiente del treadmill. Una vez completado el tiempo del intervalo, se dio comienzo al intervalo de baja intensidad, en donde se disminuye la pendiente y la velocidad. Este intervalo no tuvo una duración determinada, ya que se mantuvo hasta que el sujeto alcanzó el 60% de la FCE, y se generó un nuevo aumento de la carga del treadmill, dando inicio a un nuevo intervalo de alta intensidad; Se finalizó con la vuelta a la calma, la cual tuvo una duración de 10 minutos divididos en 5 de caminata de recuperación sobre el treadmill y 5 de elongaciones de los principales grupos musculares utilizados, como isquiotibiales, cuádriceps, tibial anterior y tríceps braquial.

Durante la realización del entrenamiento aeróbico se midió constantemente la FC, utilizando una banda de pulsaciones marca Polar modelo FT2 y se monitoreó constantemente la sensación subjetiva de cansancio del sujeto con la Escala de Borg<sup>52</sup>.

### **Análisis Estadístico**

Para el análisis estadístico se utilizó la descripción de los resultados, los cuales fueron dispuestos en tablas creadas utilizando el software Microsoft Excel Año 2016, Versión 16.15.

## **RESULTADOS**

### **Encuestas**

La encuesta del Nivel de actividad física clasificó al paciente con un nivel moderado. El AUDIT indicó un bajo consumo de alcohol, solo obteniendo el puntaje correspondiente a consumir bebidas alcohólicas 1 vez al mes o menos. En la encuesta del Consumo de tabaco el sujeto relató no haber consumido tabaco durante su vida, además estaba al tanto de lo nocivo que puede llegar a ser esta práctica. La encuesta sobre hábitos alimenticios, indicó una alimentación con factores tanto positivos como negativos, donde los componentes negativos a destacar son: Consumir frutas y legumbres menos de 1 vez a la semana, avena o panes integrales menos de 3 veces a la semana, comida casera menos de 1 vez a la semana y frituras 2 porciones a la semana. Dentro de los factores positivos, se encontraron: Tomar desayuno de 4 a 6 veces por semana, consumir 2 porciones de lácteos descremados al día, una porción de verdura al día y 2 porciones de pescado a la semana y no consumir bebidas azucaradas.

### **Kineantropometría**

La Tabla 1 detalla los datos entregados por la Kineantropometría, además de otras mediciones, tales como el Índice de Masa Corporal (IMC) y perímetros de cintura y cadera. Destacan los cambios en los porcentajes de masa grasa y masa magra durante la intervención, que no se acompañan de una variabilidad en el peso del sujeto.

### **Presión Inspiratoria y Espiratoria Máxima**

En la tabla 2 se describen los resultados obtenidos de la Presión Inspiratoria Máxima (PIM) y la Presión Espiratoria Máxima (PEM) en los períodos de pre-intervención, evaluación para reajuste de la carga, evaluación intermedia y post-intervención del sujeto en estudio, de lo cual se puede destacar un aumento de más de un 150% entre la medición pre-intervención y post-intervención de la PIM, así como un aumento de más de un 20% de la PEM en pre-intervención en relación a la post-intervención. Es importante mencionar que los valores iniciales de PIM y PEM están por debajo del valor teórico esperable, siendo más notorio en la PIM, donde se encuentra en un déficit de más del 50%.



**Tabla 1: Resultados de la evaluación kineantropométrica durante las distintas etapas de la intervención.**

	A	A'	A''
Peso (Kg)	82,30	82,30	81,70
Talla (m)	1,69	1,69	1,69
IMC (Kg/m <sup>2</sup> )	28,81	28,81	28,60
Masa Grasa (%)	49,38	51,50	41,02
Masa Muscular (%)	41,72	42,41	42,21
Perímetro Cadera (cm)	108,00	107,30	106,30
Perímetro Cintura (cm)	99,90	100,70	100,00

A: Evaluación Inicial; A': Evaluación Media; A'': Evaluación Final; Kg: Kilogramo; m: Metro; IMC: Índice de Masa Corporal; Kg/m<sup>2</sup>: Kilogramo por Metro cuadrado; %: Porcentaje; cm: Centímetro.

**Tabla 2: Resultados de la evaluación de PIM y PEM durante las distintas etapas de la intervención.**

	A	a	A'	A''
PIM (cmH <sub>2</sub> O)	49	117	154	154
PEM (cmH <sub>2</sub> O)	113	110	126	136

A: Evaluación Inicial; a: Evaluación Reajuste de Carga en Entrenamiento de Musculatura Respiratoria; A': Evaluación Media; A'': Evaluación Final; PIM: Presión Inspiratoria Máxima; PEM: Presión Espiratoria Máxima; cmH<sub>2</sub>O: Centímetros de Agua.

### Resistencia de Musculatura Respiratoria

En la tabla 3 se detallan los resultados correspondientes a la evaluación de la resistencia de la musculatura respiratoria en las etapas de pre-intervención, evaluación intermedia y post-intervención. Se aprecia un incremento de más de un 220% entre el valor del porcentaje de la PIM utilizada pre-intervención y post-intervención. Por otra parte, en evaluación intermedia presentó un déficit en relación al tiempo logrado en la evaluación inicial, mientras que el tiempo logrado post-intervención presentó un aumento cuando se compara con evaluación intermedia. Cabe destacar que, si bien el tiempo es menor, la carga es tres veces mayor.

**Tabla 3: Resultados de la evaluación de la resistencia de la musculatura respiratoria durante las distintas etapas de la intervención.**

	A	A'	A''
PIM (cmH <sub>2</sub> O)	49,00	154,00	154,00
Porcentaje de PIM utilizado (%)	65,00	65,00	65,00
Equivalencia de porcentaje (cmH <sub>2</sub> O)	31,85	100,10	100,10
Tiempo logrado (min y s)	7'57"	5'06"	6'10"

A: Evaluación Inicial; A': Evaluación Media; A'': Evaluación Final; PIM: Presión Inspiratoria Máxima; cmH<sub>2</sub>O: Centímetros de Agua; %: Porcentaje; min: Minutos; s: Segundos.

### Capacidad Aeróbica

En la tabla 4 se describen los resultados obtenidos a partir de la evaluación de la capacidad aeróbica en los períodos de pre-intervención, evaluación intermedia y post-intervención. Es posible apreciar un leve aumento del VO<sub>2</sub>max final en relación a la evaluación pre-intervención. A su vez, se presenta una disminución en el tiempo de detención del test post-intervención en relación al tiempo registrado en la evaluación pre entrenamiento.

**Tabla 4: Resultados de la evaluación de la capacidad aeróbica durante las distintas etapas de la intervención.**

	B	B'	B''
VO <sub>2</sub> max (L/min)	2,26	2,22	2,37
FCmax (lpm)	205,00	202,00	206,00
Porcentaje de FCmax teórica (%)	104,06	102,53	104,56
Tiempo de detención (min y s)	18'20"	7'30"	8'20"
Tiempo en el cual se alcanzó el Umbral Aeróbico-Anaeróbico (min y s)	4'10"	4'40"	4'10"

B: Evaluación Inicial; B': Evaluación Media; B'': Evaluación Final; VO<sub>2</sub>max: Volumen máximo de Oxígeno; L/min: Litro por Minuto; FCmax: Frecuencia Cardíaca máxima; lpm: Latidos por Minuto; min: Minuto; s: Segundo.

## DISCUSIÓN

De acuerdo con estudios de Soca et al., 2009<sup>11</sup> y Carpió et al., 2014<sup>15</sup> se conocen los efectos adversos que genera la obesidad sobre la función respiratoria, entre éstos se pueden encontrar trastornos en la ventilación, restricción torácica y menor fuerza de los músculos respiratorios, entre otros. Además, según López et al., 2013 la capacidad aeróbica se puede ver afectada por alteraciones cardiovasculares, del sistema respiratorio y del sistema musculoesquelético<sup>12</sup>. Por esto el objetivo central del presente estudio fue evaluar el efecto del entrenamiento de la musculatura respiratoria y de la capacidad aeróbica sobre la composición corporal, la fuerza inspiratoria y espiratoria y la capacidad aeróbica en un sujeto con sobrepeso.

En relación a los resultados de la evaluación kineantropométrica, se observó que posterior al entrenamiento de la musculatura respiratoria (EA) se produjo un aumento en la masa grasa. Esto se podría atribuir a que no se realizó un ajuste en los hábitos alimenticios del sujeto. Además, se evidenció un mínimo aumento en el porcentaje de masa magra, que fue de 0,49%, que podría explicarse con el entrenamiento realizado en la musculatura respiratoria, que si bien es una zona específica la que se entrena, se pudo obtener un efecto funcional positivo, que debería ir acompañado de cambios estructurales. Basándose en el estudio de Calais et al., 2006<sup>53</sup>, el pectoral mayor es uno de los músculos involucrados en el proceso de la respiración, además la medición del perímetro de tórax mesoesternal se encuentra en directa relación con dicho músculo. Si se considera que éste es uno de los parámetros utilizados para el cálculo de porcentajes tanto de masa grasa como de masa magra, un cambio estructural en el pectoral mayor podría contribuir al aumento de éste último porcentaje.

Los resultados obtenidos posterior al entrenamiento aeróbico (EB) muestran un descenso tanto en el porcentaje de masa magra como en el de masa grasa, siendo el dato que más llamó la atención la disminución del porcentaje de masa grasa, la cual fue de 8,96 %. Este cambio puede tener distintas razones, la más objetiva es el efecto del entrenamiento High Intensity Interval Training (HIIT), como en el estudio de Molina et al., 2016<sup>54</sup>. Los autores tuvieron como objetivo describir el efecto a corto plazo de la modalidad de ejercicio HIIT sobre la reducción de masa grasa en sujetos con obesidad o sobrepeso. Para ello realizaron un entrenamiento de 1 mes que consistió en 12 sesiones, empleando una bicicleta estática

tipo spinning, pedaleando contra una resistencia que indujera la fatiga muscular al cabo de 1 min de ejercicio, a una velocidad de pedaleo entre 30-40 km/h y con descanso total de 2 minutos, para luego repetir el intervalo de trabajo 10 veces, teniendo como resultado una disminución promedio de masa grasa de  $3,43 \pm 2,68$  kg ( $p < 0,05$ ) en varones. Por otra parte, Frank et al., 2011<sup>24</sup> concluyó que el entrenamiento de la resistencia respiratoria en conjunto con ejercicio y nutrición reduce significativamente el peso y el porcentaje de masa grasa. Además, Garber et al., 2011<sup>36</sup>, menciona un efecto positivo en la composición corporal posterior al entrenamiento aeróbico que traería beneficios en la salud de los sujetos. Los resultados de estos estudios aún se alejan de los obtenidos por el participante del presente estudio, pero junto con el efecto mismo del entrenamiento se debe considerar un cambio en los hábitos alimenticios que solo fue mencionado por el sujeto y que no fueron supervisados por el equipo de trabajo, los cuales coinciden con el inicio del entrenamiento aeróbico.

En el presente estudio se observó una mejora en la fuerza de la musculatura inspiratoria y espiratoria medidas como PIM y PEM. Estos cambios se lograron durante el EA y el EB. Si bien la PIM solo se vio mejorada por la EA, la PEM aumentó con ambos entrenamientos y el mayor avance se logró mediante la EA como lo demostró también Edwards et al., 2012<sup>19</sup> y 2016<sup>51</sup>. Es además importante mencionar que, en la evaluación inicial, los valores tanto de la PIM como de la PEM estaban disminuidos en relación a los valores teóricos propuestos por Wilson et al., 1985<sup>55</sup>, siendo el más disminuido el valor de la PIM, que corresponde a un 50% del valor teórico.

La mejoría de PIM y PEM observada entre ambos entrenamientos puede deberse al tipo de entrenamiento. El aumento de la PIM y PEM en el EA podría explicarse debido a que al ser un entrenamiento selectivo, mejora el potencial de generar fuerza de la musculatura respiratoria, aumentando la presión que ejerce al momento de entrar y salir el aire por la vía aérea, como lo describe Tenorio et al., 2013<sup>48</sup>, mientras que el entrenamiento aeróbico no actúa de forma directa sobre la fuerza de la musculatura respiratoria, ya que esta musculatura debe encargarse del ingreso de oxígeno generando respiraciones superficiales y de menor volumen con el aumento de la demanda energética, pudiéndose traducir en un sistema de entrenamiento de una gran cantidad de repeticiones, con baja carga, potenciando así la mejora de la resistencia muscular y no así de la fuerza muscular, Chilf et al., 2007<sup>25</sup>. Es importante destacar la mejoría de la PIM, ya que, si bien esta no aumenta

durante EB, si se mantiene, lo cual puede deberse a que el entrenamiento aeróbico podría disminuir la grasa de la zona abdominal y por lo tanto la grasa visceral del sujeto, permitiendo así una mejor excursión diafragmática, logrando el trabajo óptimo de la musculatura respiratoria, Mafort et al., 2016<sup>16</sup>. Por otra parte, llama la atención que, luego de terminadas las dos etapas de entrenamiento, la PEM haya mejorado a pesar de que no se incluyó el entrenamiento específico de ésta dentro del programa, lo cual se podría explicar debido a un aumento en el umbral de percepción de fatiga de la musculatura respiratoria, así como una posible mejoría en la mecánica ventilatoria, como lo describe Hernández et al., 2016<sup>56</sup>.

Como fue nombrado anteriormente, la resistencia de la musculatura respiratoria aumentó luego del EA, así como del EB. Si bien, inicialmente en el EA se observó un aumento de ésta de aproximadamente un 220%, el tiempo disminuye, mientras que en el EB la carga neta se mantiene, pero el tiempo de duración aumenta. En EA, debido a que la carga varía por el ajuste a la variabilidad de la PIM, no es posible establecer una comparación entre éstas, sin embargo, tomando en cuenta el aumento de la carga al momento de realizar la evaluación intermedia, se aprecia que el mayor efecto sobre la resistencia de la musculatura respiratoria ocurrió luego del EA.

Es también importante tener en cuenta que la musculatura respiratoria no se comporta como la musculatura esquelética en lo que respecta a los efectos que se producen sobre éstas luego del entrenamiento. En un músculo como el cuádriceps es de esperar que el entrenamiento de tipo aeróbico promueva un cambio de fibra tipo II (anaeróbica) a una fibra tipo I (aeróbica), resultando en un mayor consumo de oxígeno, y por consiguiente un aumento en la duración en el tiempo de trabajo antes de alcanzar la fatiga muscular, como lo describe Wang et al., 2005<sup>57</sup>. En cuanto a la musculatura respiratoria, Barreiro et al., 2007<sup>58</sup> señala que está compuesta principalmente por fibras tipo I y IIa, debido a la necesidad que tiene de mantener un funcionamiento continuo, así como de ser capaz de responder ante situaciones que alteren su correcto funcionamiento basal. Frente al entrenamiento de la musculatura respiratoria ocurriría una hipertrofia de las fibras I y IIa, además un aumento en las fibras tipo IIa y una disminución de las fibras IIb.

Como se pudo observar, el  $VO_2\text{max}$  disminuye luego del EA y aumenta luego del EB. El comportamiento luego del EB es esperado, tal como lo menciona Garber et al., 2011<sup>36</sup> ya

que el entrenamiento de la capacidad aeróbica aumenta el consumo de oxígeno, mejorando la resistencia de la musculatura frente al trabajo repetitivo. Türk et al., 2017<sup>37</sup> describe que la aplicación de HIIT mejoraría los niveles de consumo de  $VO_2\text{max}$ , por lo que los resultados obtenidos coinciden con lo descrito en la literatura.

Por otro lado, el  $VO_2\text{max}$  disminuyó en B' con respecto a B, siendo el período entre éstos la realización del EA, lo cual podría deberse a un error de medición o a variables no controladas, tales como la dieta y actividad física del sujeto. Aun así se esperaría que el  $VO_2\text{max}$  mejore, ya que la resistencia de la musculatura respiratoria al ejercicio aumenta, indicando un desplazamiento en el Tiempo de Umbral Aeróbico-Anaeróbico (TUA-A), provocando un retraso de la aparición del metaboreflejo, tal como lo plantea Sheel et al., 2001<sup>19</sup>. Al respecto Frank et al., 2011<sup>24</sup> describe que el entrenamiento de la musculatura respiratoria en conjunto a ejercicio y dieta, genera una mejora aún mayor sobre la capacidad aeróbica que si sólo se realizara ejercicio y dieta.

Al realizar una comparación de la Frecuencia Cardíaca máxima (FCmax) en los 3 momentos de evaluación, se pudo observar que entre B y B' hay una leve disminución de ésta, lo cual se pudo deber a que existió un aumento de la carga entre la primera y la segunda evaluación, pudiendo generar un fin de test previo a alcanzar la FCmax debido a la fatiga muscular del sujeto. Por otra parte, se observó un aumento entre las etapas B' y B''. Como ya se mencionó anteriormente, los protocolos utilizados en estas 2 etapas son idénticos, por lo que la diferencia entre las FCmax no debiera alterarse por características del test. Si bien este cambio es mínimo, no coincide con el estudio de Skinner et al., 2001<sup>59</sup>, el cual describe que la FCmax disminuye posterior a un entrenamiento de tipo aeróbico. Lo anteriormente nombrado puede deberse a un error en la medición de los sensores e incluso a la motivación del sujeto, ya que la diferencia fue de pocas pulsaciones por minuto.

Por otra parte, se realizó una comparación entre los 3 momentos de medición de la capacidad aeróbica, tomando en consideración los Tiempos de Detención del Test (TDT). Se debe considerar que se utilizaron cargas distintas en los momentos B y B'-B'' teniendo una mayor carga de inicio y agregada en cada etapa en B'-B'' siendo en ambas el doble que en B. Al comparar los resultados obtenidos en B' con B'' hay un aumento del TDT (utilizando el mismo protocolo), lo que coincide con el efecto esperado a tener posterior a

un entrenamiento específico de la capacidad aeróbica, como lo mencionan Garber et al., 2011<sup>36</sup> y López et al., 2013<sup>12</sup>.

Al comparar B con B' se observa una disminución del TDT, pero estos valores no son comparables entre sí, por la diferencia de carga utilizada. Sin embargo, si se analiza considerando la diferencia que hay entre el TUA-A en B y B', se puede pensar en una mejoría de la capacidad aeróbica. En B se alcanzó en el primer cuarto del TDT siendo que en B' el sujeto logró mantener la etapa aeróbica en casi la mitad del tiempo del Test. Esto se podría relacionar con los efectos del entrenamiento de la musculatura respiratoria realizada entre las dos evaluaciones como lo menciona Frank et al., 2011<sup>24</sup>.

La mejoría del TUA-A se podría deber a que el ejercicio de intervalos de alta intensidad, así como el ejercicio aeróbico clásico, son capaces de fomentar la liberación de AMP cíclico (AMPc), lo que a su vez activaría la proteína PGC1 $\alpha$ , promoviendo de esa manera un aumento en las fibras tipo I, un aumento de la cantidad de mitocondrias en el músculo, un aumento en la capacidad oxidativa de grasa y un aumento de los transportadores GLUT4, lo que se traduciría en una mayor capacidad de la utilización del sistema aeróbico como fuente de energía, desplazando así el umbral aeróbico-anaeróbico, lo que se traduce en mayor tiempo antes de alcanzar dicho umbral, Álvarez 2014<sup>60</sup>.

Respecto a las evaluaciones, la limitante dentro de las mediciones antropométricas es el posible error de medición, como lo señala Martínez E., 2014<sup>61</sup>. En cuanto al protocolo utilizado para la evaluación de la resistencia de la musculatura respiratoria, éste fue establecido por la ATS y SEPAR<sup>47</sup>. Es importante tener en cuenta que, si no se alcanzan los criterios de aceptabilidad, es necesario tomar una pausa de 10 veces el tiempo logrado o en su defecto, repetirlo un día distinto hasta encontrar la carga óptima, lo que podría suponer un retraso en los tiempos de evaluación estimados dependiendo de la metodología.

En la evaluación de la capacidad aeróbica, se observó una diferencia en las etapas B, B' y B'', esto se debe a que no se tenía conocimiento o una estimación de la capacidad del sujeto, por lo que al diseñar la evaluación inicialmente, se subestimó la capacidad de éste, resultando en una evaluación de muy baja carga, alcanzando un tiempo de 18 minutos, y no entre los 8 y 12 minutos que se estipulan como ideal para una evaluación del VO<sub>2</sub>max como se señala en el estudio de Leite et al., 2010<sup>62</sup>. Si bien se corrigió para las siguientes



evaluaciones, esto no permite una comparación clara de los resultados obtenidos, generando dudas, entre los beneficios de cada entrenamiento. Así mismo, es importante tomar en cuenta que no se logró demostrar del todo el efecto alcanzado mediante este entrenamiento en las evaluaciones realizadas, ya que estos fueron en trotadora y cicloergómetro respectivamente. El cicloergómetro utiliza menor masa muscular que la trotadora, resultando en un menor esfuerzo a realizar, así como una baja utilización de las EESS en el ejercicio, que, si son importantes en la carrera y caminata en trotadora, como lo plantea Basset et al., 2000<sup>63</sup>.

Como proyecciones se busca corregir las limitantes encontradas en la evaluación, logrando así obtener datos comparables entre sí y más fidedignos con la realidad del paciente. Además, lograr conseguir una muestra representativa de la población en estudio, para determinar los efectos del entrenamiento propuesto, junto con la posibilidad de agregar un grupo control, un grupo con ambos tipos de entrenamiento realizados de forma simultánea, un grupo que inicie con EA y termine con EB y otro que comience con EB y termine con EA, para de esa manera obtener resultados esclarecedores.

Si bien se pueden observar alteraciones de la fisiología respiratoria debido al sobrepeso, tales como: mecanismos respiratorios disfuncionales, ineficiencia ventilatoria, desajustes entre la ventilación y perfusión, también se puede relacionar el sobrepeso a afecciones cardiopulmonares más graves como insuficiencia cardíaca o hipertensión pulmonar<sup>1</sup>. Estas alteraciones se pueden abordar mediante un plan de ejercicios personalizado, por lo que es necesario tener un conocimiento de los efectos de los diferentes tipos de ejercicios sobre el cuerpo humano y su dosificación ideal por lo que es importante tomar en cuenta un tratamiento interdisciplinario e inicialmente establecer los diagnósticos correctos, para resultados óptimos.

A pesar de que los resultados obtenidos en este estudio de caso apuntan a que tanto el entrenamiento de la musculatura respiratoria, como el entrenamiento aeróbico mejoran la composición corporal, la fuerza inspiratoria y espiratoria y la capacidad aeróbica del sujeto, aún no queda claro cuál de estos entrenamientos prevalece sobre el otro, debido a sesgos como una baja muestra y la ausencia de un grupo control entre otras. Para ello, es importante desarrollar estudios futuros en los cuales se suplan estos sesgos, y permitan obtener resultados extrapolables a la población en general.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Obesidad y sobrepeso [Internet]. Organización Mundial de la Salud. 2017 (citado el 9 de marzo de 2018). Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/es/>
2. Aquino-Junior, J., MacKenzie, B., Almeida-Oliveira, A., Martins, A., Oliveira-Junior, M., Britto, A., Arantes-Costa, F., Damaceno-Rodrigues, N., Caldini, E., de Oliveira, A., Guadagnini, D., Leiria, L., Ricardo, D., Abdalla Saad, M. and Vieira, R. (2018). Aerobic exercise inhibits obesity-induced respiratory phenotype. *Cytokine*, 104, pp.46-52.
3. Encuesta Nacional de Salud (ENS) 2017, MINSAL, Gobierno de Chile.
4. Encuesta Nacional de Salud (ENS) 2010, MINSAL, Gobierno de Chile.
5. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/es/> Encontrado el 29/03 a las 19:46
6. González-Muniesa, P., Martínez-González, M., Hu, F., Després, J., Matsuzawa, Y., Loos, R., Moreno, L., Bray, G. and Martínez, J. Obesity. *Nature Reviews Disease Primers*, 2017; 3, p.17034.
7. Wong- On, Manuel, & Murillo-Cuzza, Gerardo. Fundamentos fisiopatológicos de la obesidad y su relación con el ejercicio. *Acta Médica Costarricense*, 2004; 46(Suppl. 1), 15-24.
8. Achor MS, Benítez-Cima N. Brac E, Barslund S. Obesidad infantil. *Rev Postgrado VI Cátedra de Medicina*. 2007;168;34-B
9. Hernández S. Fisiopatología de la obesidad. *Gac Med Méx*. 2004; 140(Supl 2):S31.
10. Suárez W, Sánchez A & González J. Fisiopatología de la obesidad: Perspectiva actual. *Revista chilena de nutrición*, 2017;44(3), 226-233.
11. Soca P., and Peña A. Consecuencias de la obesidad. *ACIMED*, 2009; 20(4), 84-92.
12. López Chicharro, J. and Fernández Vaquero, A. *Fisiología del ejercicio*. 3rd ed. Madrid: Médica Panamericana 2013.
13. López-Jiménez, F. and Cortés-Bergoderi, M. Obesidad y corazón. *Revista Española de Cardiología*, 2011; 64(2), pp.140-149.
14. Goossens, G., Bizzarri, A., Venteclef, N., Essers, Y., Cleutjens, J., & Konings, E. et al. Increased Adipose Tissue Oxygen Tension in Obese Compared with Lean Men Is Accompanied by Insulin Resistance, Impaired Adipose Tissue Capillarization, and Inflammation. *Circulation*, 2011;124(1), 67-76.

15. Carpio C, Santiago A, García A, Álvarez R. Función pulmonar y obesidad. *Nutrición Hospitalaria*. 2014;30(5):1054-1062.
16. Mafort T, Rufino R, Costa C & Lopes A. Obesity: systemic and pulmonary complications, biochemical abnormalities, and impairment of lung function. *Multidisciplinary Respiratory Medicine*, 2016;11(1).
17. Arena R. & Cahalin L. Evaluation of Cardiorespiratory Fitness and Respiratory Muscle Function in the Obese Population. *Progress in Cardiovascular Diseases*, 2016;56(4), pp.457-464.
18. Sahebjami, H. & Gartside, P. Pulmonary Function in Obese Subjects with a Normal FEV1/FVC Ratio. *Chest*, 1996;110(6), pp.1425-1429.
19. Edwards, A., Graham, D., Bloxham, S. & Maguire, G. Efficacy of inspiratory muscle training as a practical and minimally intrusive technique to aid functional fitness among adults with obesity. *Respiratory Physiology & Neurobiology*, 2016;234, pp.85-88.
20. Melo, L., Silva, M. & Calles, A. Obesity and lung function: a systematic review. *Einstein (São Paulo)*, 2014;12(1), pp.120-125.
21. Zerah, F., Harf, A., Perlemuter, L., Lorino, H., Lorino, A., & Atlan, G. (1993). Effects of Obesity on Respiratory Resistance. *Chest*, 103(5), 1470-1476.
22. Chlif, M., Keochkerian, D., Mourlhon, C., Choquet, D. and Ahmaidi, S. Noninvasive assessment of the tension–time index of inspiratory muscles at rest in obese male subjects. *International Journal of Obesity*, 2005;29(12), pp.1478-1483.
23. Illi, S., Held, U., Frank, I. and Spengler, C. Effect of Respiratory Muscle Training on Exercise Performance in Healthy Individuals. *Sports Medicine*, 2012; p.1.
24. Frank I, Briggs R, Spengler CM. Respiratory muscles, exercise performance, and health in overweight and obese subjects. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2011;43(4):714–727.
25. Chlif, M., Keochkerian, D., Feki, Y., Vaidie, A., Choquet, D. and Ahmaidi, S. Inspiratory muscle activity during incremental exercise in obese men. *International Journal of Obesity*, 2007;31(9), pp.1456-1463.
26. Dubey, P. Effect of Metaboreflex on Cardiovascular System in Subjects of Metabolic Syndrome. *JOURNAL OF CLINICAL AND DIAGNOSTIC RESEARCH*, 2017;11(7), pp.1-4.
27. Romer, L., & Polkey, M. Exercise-induced respiratory muscle fatigue: implications for performance. *Journal Of Applied Physiology*, 2008;104(3), 879-888.

28. McConnell, A., & Lomax, M. The influence of inspiratory muscle work history and specific inspiratory muscle training upon human limb muscle fatigue. *The Journal Of Physiology*, 2006;577(1), 445-457.
29. Sheel, A., Derchak, P., Morgan, B., Pegelow, D., Jacques, A., & Dempsey, J. Fatiguing inspiratory muscle work causes reflex reduction in resting leg blood flow in humans. *The Journal Of Physiology*, 2008;537(1), 277-289.
30. Kalyani, R., Corriere, M., & Ferrucci, L. Age-related and disease-related muscle loss: the effect of diabetes, obesity, and other diseases. *The Lancet Diabetes & Endocrinology*, 2014;2(10), 819-829.
31. Kim M., Tanaka, K., Kim, M., Matsuo, T., & Ajsaka, R. Exercise Training-Induced Changes in Heart Rate Recovery in Obese Men with Metabolic Syndrome. *Metabolic Syndrome And Related Disorders*, 2009;7(5), 469-476.
32. Jensen, M., Ryan, D., Apovian, C., Ard, J., Comuzzie, A., Donato, K., Hu, F., Hubbard, V., Jakicic, J., Kushner, R., Loria, C., Millen, B., Nonas, C., Pi-Sunyer, F., Stevens, J., Stevens, V., Wadden, T., Wolfe, B. and Yanovski, S. 2013 AHA/ACC/TOS Guideline for the Management of Overweight and Obesity in Adults. *Circulation*, 2013;129(25 suppl 2), pp. S102-S138.
33. Jorquera C. & Cancino J. Ejercicio, Obesidad y Síndrome Metabólico. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 2012;23(3), pp.227-235.
34. Slentz C, Duscha B, Johnson J, Ketchum K, Aiken L, Samsa G Et al. Effects of the Amount of Exercise on Body Weight, Body Composition, and Measures of Central Obesity. *Archives of Internal Medicine*. 2004;164(1):31.
35. American College of Sports Medicine [ACSM]. *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription*, 2014;9na. ed., pp. 19-36, 40-57, 162-180. Philadelphia, PA: Lipincott Williams & Wilkins
36. Garber, C., Blissmer, B., Deschenes, M., Franklin, B., Lamonte, M., Lee, I., Nieman, D. and Swain, D. Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory, Musculoskeletal, and Neuromotor Fitness in Apparently Healthy Adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 2011;43(7), pp.1334-1359.
37. Türk, Y., Theel, W., Kasteleyn, M. J., Franssen, F. M. E., Hiemstra, P. S., Rudolphus, A., ... Braunstahl, G. J. High intensity training in obesity: A Meta-analysis. *Obesity Science & Practice*, 2017;3(3), 258–271.
38. MINISTERIO DE SALUD. "II Encuesta de Calidad de Vida y Salud Chile". Subsecretaría de Salud Pública. División de Planificación Sanitaria. 2006: 32-38.

39. Leite P. Www1.paho.org. 2017 Available from: <http://www1.paho.org/Spanish/AD/DPC/NC/ncd-surv-tools.htm>
40. Fageström K, Kunze M, Schoberberger R, Breslau N, Hughes J, Hurt R, et al. "Nicotina dependence versus smoking prevalence comparisons among countries and categories of smokers". *Tobacco Control* 1996; 5:52-56.
41. Cuestionario de Identificación de los Trastornos debidos al Consumo de Alcohol. 2001. Organización Mundial de la Salud (OMS).
42. 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.
43. 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.
44. Bull FC, Maslin TS, Armstrong T. Global Physical Activity Questionnaire (GPAQ): Nine Country Reliability and Validity Study. *J PhysAct Health* 2009; 6 (6): 790-804.
45. Hoos T, Espinoza N, Marshall S, Arredondo EM. "Validity of the Global Physical Activity Questionnaire (GPAQ) in Adult Latinas". *J PhysActHealth.* 2012; 9 (5): 698-705.
46. International Standards for Anthropometric Assessment. 2001. International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK). Website: <http://www.ceap.br/material/MAT17032011184632.pdf>
47. ATS/ERS Statement on Respiratory Muscle Testing. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine.* 2002;166(4):518-624.
48. Tenório L, Santos A, Câmara Neto J, Amaral F, Passos V, Lima A et al. 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.* 2013;35(22):1915-1920.
49. Casali C, Pereira A, Martinez J, de Souza H, Gastaldi A. Effects of Inspiratory Muscle Training on Muscular and Pulmonary Function After Bariatric Surgery in Obese Patients. *Obesity Surgery.* 2011;21(9):1389-1394.
50. Edwards A, Maguire G, Graham D, Boland V, Richardson G. Four Weeks of Inspiratory Muscle Training Improves Self-Paced Walking Performance in Overweight and Obese Adults: A Randomised Controlled Trial. *Journal of Obesity.* 2012; 2012:1-6.

51. Enright S, Unnithan V. Effect of Inspiratory Muscle Training Intensities on Pulmonary Function and Work Capacity in People Who Are Healthy: A Randomized Controlled Trial. *Physical Therapy*. 2011;91(6):894-905.
52. KIRWAN J, SACKS J, NIEUWOUDT S. The essential role of exercise in the management of type 2 diabetes. *Cleveland Clinic Journal of Medicine*. 2017;84(7 suppl 1): S15-S21.
53. Calais B. *La Respiración*. Barcelona: La Liebre de Marzo. 2006
54. Molina, C, Cifuentes, G, Martínez, C, Mancilla, R, Díaz, E.R.I.K. Disminución de la grasa corporal mediante ejercicio físico intermitente de alta intensidad y consejería nutricional en sujetos con sobrepeso u obesidad. *Rev méd Chile*. 2016;144(10)
55. Wilson SH, Cooke NT, Edwards RH, Spiro SG. Predicted normal values for maximal respiratory pressures in caucasian adults and children. *Thorax* 1984;39(7):535-538.
56. Hernández E, Rodríguez C, Guzmán C, Ortiz D, & Rico A. Medidas de presión inspiratoria y espiratoria máxima en sujetos activos y sedentarios. *Revista de la Facultad de Medicina*. 2016; 64(Suppl. 1), 47-52.
57. Wang Y, Zhang C, Yu R, Cho H, Nelson M, Bayuga-Ocampo C et al. Regulation of Muscle Fiber Type and Running Endurance by PPAR $\delta$ . *PLoS Biology*. 2005;2(10): e294.
58. Barreiro E, Gea J, Marín J. Músculos respiratorios, tolerancia al ejercicio y entrenamiento muscular en la EPOC. *Archivos de Bronconeumología*. 2007; 43:15-24.
59. Skinner J, Jaskólski A, Jaskólska A, Krasnoff J, Gagnon J, Leon A Et al. Age, sex, race, initial fitness, and response to training: the HERITAGE Family Study. *Journal of Applied Physiology*. 2001;90(5):1770-1776.
60. Álvarez I. *El entrenamiento interválico de alta intensidad para el rendimiento deportivo*. 2014.
61. Martínez E. *Comparación metodológica del análisis de la composición corporal: cineantropometría, impedancia bioeléctrica y ecografía*. 2014
62. Prado D, Braga A, Rondon M, Azevedo L, Matos L, Negrão C & Trombetta I. Comportamiento cardiorrespiratorio en niños saludables durante el ejercicio progresivo máximo. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 2010;94(4), 493-499.
63. Basset, F., & Boulay, M. Specificity of treadmill and cycle ergometer tests in triathletes, runners and cyclists. *European Journal of Applied Physiology*, 2000;81(3), 214-221.

## ANEXOS

### Anexo 1

#### **INFORMACIONES SOBRE EL ESTUDIO**

##### **Estudio de caso: Efectos del entrenamiento de la musculatura respiratoria y de la capacidad aeróbica sobre la composición corporal, la fuerza inspiratoria y espiratoria y la capacidad aeróbica en sujeto con sobrepeso.**

El propósito de esta investigación es evaluar su composición corporal, fuerza inspiratoria y fuerza espiratoria, además de su capacidad aeróbica, para luego implementar un entrenamiento de 8 semanas de duración donde en una primera instancia se centrará en la musculatura respiratoria y posterior a esta se entrenará su capacidad aeróbica, con el fin de analizar el efecto que tienen ambos entrenamientos en usted, así también se busca que usted conozca la importancia de cuidar su salud y el rol del ejercicio como parte fundamental de ello.

##### *¿Quiénes participan como encargados de este estudio?*

Estudiantes de último año de la carrera de Kinesiología de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, a cargo de los docentes Kinesiólogos Andrea González Rojas y Francisco Pizarro Vallejos.

##### *¿Por qué debiera considerar mi participación en este estudio?*

La información derivada de este estudio de caso, ayudará a verificar el efecto de los distintos entrenamientos dentro de la composición corporal, la fuerza inspiratoria y espiratoria y la capacidad aeróbica, permitiendo así en un futuro realizar intervenciones con un mayor grado de incidencia dentro de los sujetos, mejorando así su salud y calidad de vida.

##### *Si decido participar en este estudio, ¿Puedo retirarme posteriormente de él?*

Si, usted es totalmente libre de retirarse del estudio en el momento que lo desee y solo debe informar al personal que lo acompaña durante el desarrollo del estudio de caso.

##### *¿Qué beneficios personales obtengo al participar en este estudio?*

No está considerado ningún pago o recompensa material por su participación en este estudio. Su participación es voluntaria, y los resultados de las evaluaciones y la intervención kinésica efectuada, le podrían ayudar a mejorar su condición de salud.

##### *¿Los exámenes o las intervenciones programadas en este proyecto tendrán algún costo?*

No, usted no pagará ninguno de los exámenes o procedimientos realizados.

##### *Una vez ingresado al estudio, ¿A quién tendría que dirigirme para averiguar más detalles, presentar mis observaciones sobre el desempeño de los estudiantes a cargo o cancelar mi participación?*

En cualquier momento podrá dirigirse con la Ilga. Andrea González Rojas (teléfono: 032-2274047) o al Kinesiólogo Francisco Pizarro Vallejos (teléfono:032-2274044) cuyo lugar de trabajo se encuentra en Avenida Universidad 330, Curauma, Valparaíso, Escuela de Kinesiología de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso, Chile.

##### *Si deseo no participar en este estudio ¿Qué me puede suceder?*

La no participación en este estudio no tendrá ninguna consecuencia (positiva o negativa) para usted.

##### *¿Quién guardará este documento de consentimiento una vez firmado?*

El documento será guardado en los archivos del Laboratorio de Rendimiento físico y salud de la Escuela de Kinesiología de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (Avenida Universidad 330, Curauma, Valparaíso, Chile)

**CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPAR  
EN EL ESTUDIO DE CASO:**

***Efecto del entrenamiento de la musculatura respiratoria y de la capacidad aeróbica sobre la composición corporal, la fuerza inspiratoria y espiratoria y la capacidad aeróbica en sujeto con sobrepeso.***

Este formulario de consentimiento puede contener algunas palabras que usted probablemente no entiende. Por favor pida explicación al personal a cargo (integrantes del grupo de estudiantes de Kinesiología con el que trabajará o al docente encargado), para que lo asesore.

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

1. Usted ha sido invitado a participar en este estudio de caso, bajo la supervisión de los Kinesiólogos Andrea González Rojas y Francisco Pizarro vallejos, docentes de la Escuela de Kinesiología de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV), el que se desarrollará en el marco de la asignatura Seminario, dictada en el último año de la carrera de Kinesiología de dicha casa de estudios. El propósito de esta investigación es evaluar su composición corporal, fuerza inspiratoria y fuerza espiratoria, además de su capacidad aeróbica, para luego implementar un entrenamiento de 8 semanas de duración donde en una primera instancia se centrará en la musculatura respiratoria y posterior a esta se entrenará su capacidad aeróbica, con el fin de analizar el efecto que tienen ambos entrenamientos en usted, así también se busca que usted conozca la importancia de cuidar su salud y el rol del ejercicio como parte fundamental de ello.
  
2. Su participación incluye la realización de las siguientes actividades:
  - a. Evaluaciones iniciales que serán realizadas en el laboratorio de Rendimiento físico y salud de la Escuela de Kinesiología de la PUCV, ubicado en el piso -1 del edificio, en el Campus Curauma de dicha casa de estudios. Estas evaluaciones corresponden a:
    - i. Contestar algunas preguntas generales como edad, fecha de nacimiento, ocupación, antecedentes de enfermedades que padezca, fármacos que consume actualmente, antecedentes familiares de patologías no transmisibles. La entrevista para recabar esta información, debiese durar aproximadamente 10 minutos.
    - ii. Evaluación de algunos de sus hábitos mediante la aplicación de cuestionarios (por ejemplo, su nivel de actividad física, consumo de tabaco, alcohol y hábitos alimenticios), los que tomarán aprox. 20 minutos en ser contestados.
    - iii. Evaluación y control de parámetros hemodinámicos basales como presión arterial, saturación de oxígeno y Frecuencia cardíaca, procedimiento que debiese durar 5 minutos aproximadamente.
    - iv. Evaluación de la capacidad cardiorrespiratoria, procedimiento que debiese durar 30 a 45 minutos aproximadamente.
    - v. Evaluación de la composición corporal (considerando como mínimo, la medición de peso, talla, perímetros, pliegues grasos y diámetros). Este procedimiento debiese durar aproximadamente 15 a 20 minutos y debe asistir con una vestimenta adecuada para tal propósito (esto es, short en hombres y traje de baño o polera pequeña en mujeres). La evaluación será realizada en un lugar físico adecuado (dentro del laboratorio con temperatura y luz adecuadas y resguardando su privacidad durante la evaluación).
    - vi. Evaluación de la fuerza inspiratoria y espiratoria máxima y de la fuerza resistencia de la musculatura respiratoria. Este procedimiento debiese durar aproximadamente 30 a 45 minutos.



- b. Participación en un programa de entrenamiento físico, efectuado por estudiantes de Kinesiología de último año (en práctica profesional), bajo la supervisión de los Kinesiólogos Andrea González R. y Francisco Pizarro Vallejos durante 8 semanas seguidas, con 3 sesiones semanales de una duración que puede variar entre 30 a 60 minutos totales por sesión.
    - c. Realización de las mismas evaluaciones efectuadas al inicio, en la cuarta y octava semana, para verificar si existieron o no cambios luego de las semanas de entrenamiento.
  3. Privacidad de los datos:
    - a. Los datos obtenidos en este estudio de caso son estrictamente confidenciales y serán almacenados para su uso actual o futuro por parte de los encargados de la actividad. Los resultados individuales serán anónimos y nunca serán mostrados a personas o instituciones fuera del proyecto de investigación, sin su previa autorización.
    - b. 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.
    - c. Sus resultados personales nunca serán mostrados 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 participantes del estudio.
  4. Riesgo y efectos adversos que pueden estar asociados a la investigación:
    - a. Todos los procedimientos serán realizados por profesionales capacitados para esos fines.
    - b. Las evaluaciones físicas (capacidad aeróbica y fuerza de la musculatura respiratoria) serán hasta el agotamiento. Además, algunas de las sesiones de ejercicio, también pueden ser más intensas, modificando el pulso, respiración, presión arterial y sensación de cansancio. Por lo anterior, cada uno de estos parámetros serán monitorizados en todo momento, estableciendo rangos de seguridad para la realización del ejercicio.
    - c. Pudiesen aparecer molestias derivadas del esfuerzo físico en días posteriores a la realización de las pruebas (como dolor muscular); en tal caso, se tomarán las medidas necesarias para minimizar estas molestias físicas. Además, en caso de emergencia, el personal está capacitado para brindar la atención básica, en espera de la llegada de personal de salud especializado de urgencia.
  5. Beneficios para usted y para la sociedad:
    - a. Usted no recibirá beneficios económicos por la participación en este proyecto, ni tampoco se le costearán gastos médicos asociados a la intervención de este proyecto.
    - b. Sin embargo, recibirá información que indica su condición de salud, pudiendo detectar posibles riesgos asociados a la presencia de factores de riesgo cardiometabólicos y/o Enfermedades no transmisibles que podrían complicar su estado de salud.
    - c. Los investigadores de la Escuela de Kinesiología de la PUCV lo consideran a usted un importante colaborador en este estudio y le agradecerán su decisión de participar en él.
  6. La participación es voluntaria y usted puede rehusarse de participar o retirarse de la investigación en cualquier momento sin ninguna penalidad. Si una vez realizada alguna de las etapas de la investigación, desea retirarse del proyecto de investigación, 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 los trabajos científicos que utilicen los datos de este estudio.

- 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. Si surgen circunstancias médicas que lo aconsejan, los investigadores pueden retirarlo de esta investigación, avisándole con la debida anticipación.

7. Si tiene dudas o preocupaciones sobre esta investigación, o si experimenta cualquier problema, contactarse con: Andrea González Rojas [andrea.gonzalez.r@pucv.cl](mailto:andrea.gonzalez.r@pucv.cl) o Francisco Pizarro Vallejos [francisco.pizarro.v@pucv.cl](mailto:francisco.pizarro.v@pucv.cl)

8. Los investigadores de la PUCV a cargo de este estudio de caso, reconocen la importancia de su contribución al desarrollo de éste y 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 los Investigadores Principales/especialistas Kinesióloga Andrea González Rojas [andrea.gonzalez.r@pucv.cl](mailto:andrea.gonzalez.r@pucv.cl) o Francisco Pizarro Vallejos [francisco.pizarro.v@pucv.cl](mailto:francisco.pizarro.v@pucv.cl)

**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

Nombre	Rut	Firma

## Anexo 2

Participante N°
-----------------

1. ¿A fumado por lo menos 100 cigarrillos en toda su vida?	1. Si	<input type="checkbox"/>
	2. No	<input type="checkbox"/>
	3. No recuerdo/No estoy seguro	<input type="checkbox"/>
2. ¿Actualmente fuma Ud. Cigarrillos?	1. Si (uno o más cigarrillos diariamente)	<input type="checkbox"/>
	2. No (he dejado de fumar)	<input type="checkbox"/>
	3. Ocasionalmente (menos de un cigarrillo por día)	<input type="checkbox"/>
3. ¿Qué edad tenía cuando comenzó a fumar cigarrillos por primera vez en su vida?	1. Edad en años_____	<input type="checkbox"/>
	2. No recuerdo/No estoy seguro	<input type="checkbox"/>
4. Cómo promedio, ¿cuántos cigarrillos fumó al día durante los últimos treinta días?	1. N° cigarrillos por día_____	<input type="checkbox"/>
	2. No recuerdo/No estoy seguro	<input type="checkbox"/>
5. ¿Cuándo fue la última vez que fumó? Es decir, ¿desde cuándo hace que Ud. no se fuma por lo menos un cigarrillo diariamente?	1. Menos de un mes	<input type="checkbox"/>
	2. Entre 1 y 6 meses	<input type="checkbox"/>
	3. Entre 6 y 12 meses	<input type="checkbox"/>
	4. Un año y más	<input type="checkbox"/>
	5. No recuerdo/No estoy seguro	<input type="checkbox"/>
6. ¿Cuánto tiempo después de haberse despertado se fuma el primer cigarrillo?	1. En los primeros 5 minutos	<input type="checkbox"/>
	2. De 6 a 30 minutos	<input type="checkbox"/>
	3. De 31 a 60 minutos	<input type="checkbox"/>
	4. Después de 60 minutos	<input type="checkbox"/>
7. ¿Piensa dejar de fumar?	1. Si	<input type="checkbox"/>
	2. No	<input type="checkbox"/>
	3. No estoy seguro	<input type="checkbox"/>

<b>8.</b> ¿En qué tiempo espera conseguirlo? (Cuántos meses a partir de ahora)	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8 <input type="checkbox"/> 9 <input type="checkbox"/> 10 <input type="checkbox"/> 11 <input type="checkbox"/> 12 <input type="checkbox"/> 13 <input type="checkbox"/> 14 <input type="checkbox"/> 15 <input type="checkbox"/> 16 <input type="checkbox"/> 17 <input type="checkbox"/> 18 <input type="checkbox"/> 19 <input type="checkbox"/>	
<b>9.</b> ¿En los últimos 12 meses, cuántas veces dejó de fumar por lo menos 24 horas?	Número de veces ____	
<b>10.</b> ¿En los últimos 12 meses, algún profesional de la salud le ha preguntado si Ud. fuma?	1. Sí 2. No 3. No estoy seguro	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<b>11.</b> ¿En los últimos 12 meses, algún profesional de la salud le ha aconsejado que deje de fumar?	1. Sí, en alguna(s) ocasión(es), pero no siempre 2. Sí, siempre me aconsejó 3. No 4. No recuerdo/No estoy seguro	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<b>12.</b> ¿Conoce Ud. si existen regulaciones (prohibiciones, áreas señaladas, etc.) para fumar en lugares públicos tales como la oficina, la escuela, otros sitios de trabajo, el transporte público, los centros de salud, restaurantes y cómo se cumplen esas regulaciones?	1. Sí existen y nunca se violan 2. Sí existen, pero se violan con frecuencia 3. Sí existen, pero no sé si se violan 4. No existen 5. No estoy seguro de que existan	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<b>13.</b> ¿Cree Ud. que fumar puede dañar su salud?	1. Sí 2. No 3. No estoy seguro	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<b>14.</b> ¿Cree Ud. que fumar en sitios cerrados o próximo a otras personas puede dañar la salud de los que están a su alrededor?	1. Sí 2. No 3. No estoy seguro	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<b>15.</b> ¿Le resulta difícil abstenerse de fumar en lugares donde está prohibido?	1. Sí 2. No	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

## Anexo 3

N° sujeto:
------------

**Test de Identificación de Trastornos por Consumo de Alcohol (Alcohol Use Disorders Identification Test/AUDIT)**

Sígl	Preguntas	0 puntos	1 punto	2 puntos	3 puntos	4 puntos
AUDIT 1	¿Qué tan seguido toma usted alguna bebida alcohólica?	Nunca	1 vez al mes o menos	2 o 4 veces al mes	2 o 3 veces a la semana	4 o más veces a la semana
AUDIT 2	¿Cuántos tragos suele tomar usted en un día típico de consumo de alcohol?	Entre 0-2	Entre 3-4	Entre 5-6	Entre 7-9	10 ó más
AUDIT 3	¿Qué tan seguido toma usted 6 o más tragos en una sola ocasión?	Nunca	Menos de una vez al mes	Mensualmente	Semanalmente	Todos o casi todos los días
AUDIT 4	¿Qué tan seguido, en el curso de los últimos 12 meses, usted no pudo parar de beber una vez que había empezado?	Nunca	Menos de una vez al mes	Mensualmente	Semanalmente	Todos o casi todos los días
AUDIT 5	¿Qué tan seguido, en el curso de los últimos 12 meses, su consumo de alcohol alteró el desempeño de sus actividades normales?	Nunca	Menos de una vez al mes	Mensualmente	Semanalmente	Todos o casi todos los días
AUDIT 6	¿Qué tan seguido, en el curso de los últimos 12 meses, usted necesitó beber en la mañana para recuperarse de haber bebido mucho el día anterior?	Nunca	Menos de una vez al mes	Mensualmente	Semanalmente	Todos o casi todos los días
AUDIT 7	¿Qué tan seguido, en el curso de los últimos 12 meses, usted tuvo remordimientos o sentimientos de culpa después de haber bebido?	Nunca	Menos de una vez al mes	Mensualmente	Semanalmente	Todos o casi todos los días
AUDIT 8	¿Qué tan seguido, en el curso de los últimos 12 meses, usted no fue capaz de recordar lo que sucedió la noche anterior porque había estado bebiendo?	Nunca	Menos de una vez al mes	Mensualmente	Semanalmente	Todos o casi todos los días
AUDIT 9	¿Usted o alguna otra persona ha resultado físicamente herido debido a que usted había bebido alcohol?	No		Sí, pero no en el último año		Sí, en el último año
AUDIT 10	¿Algún familiar, amigo, médico u otro profesional de la salud ha mostrado preocupación por la forma en que usted consume bebidas alcohólicas o le ha sugerido que deje de beber?	No		Sí, pero no en el último año		Sí, en el último año

## Anexo 4

N° sujeto:
------------

## Encuesta sobre hábitos alimentarios

Nombre:

Edad:

Carrera:

Facultad:

Presentación o encabezado: estimado (a) estudiante: esta es una encuesta anónima cuyo propósito es.....  
por tal motivo agradeceremos a Ud.....etc..

I. Encierre en un círculo la alternativa que más se identifique con su consumo habitual de alimentos.

1. ¿Toma desayuno?

- a) Nunca      b) menos de 1 vez a la semana      c) 1-3 veces por semana      d) 4-6 veces por semana      e) todos los días

2. ¿Consume lácteos descremados (leche descremada, quesillo, queso fresco o yogur descremado)?

- a) No consume      b) menos de 1 vez al día      c) 1 porción al día      d) 2 porciones día      e) 3 porciones día

3. Consume frutas (frescas de tamaño regular)

- a) No consume      b) menos de 1 vez al día      c) 1 porción al día      d) 2 porciones día      e) 3 porciones día

4. Consume verduras (crudas o cocidas porción equivalente a 1 plato servilleta)

- a) No consume      b) menos de 1 vez al día      c) 1/2 porción al día      d) 1 porciones día      e) 2 porciones día

5. Consume pescado (fresco/congelado/conserva\_no frito)

- a) no consume      b) menos de 1 vez a la semana      c) 1 porción semana      d) 2 porciones semana      e) 3 porciones semana

6. Consume leguminosas (porotos, lentejas, arvejas, garbanzos)

- a) No consume      b) menos de 1 vez a la semana      c) 1 porción semana      d) 2 porciones semana      e) 3 o más porciones semana

7. consume avena o panes integrales

- a) No consume      b) menos de 3 veces en la semana      c) 1 porción al día      d) 2 porciones día      e) 3 porciones día

8. usted come comida del hogar (casera: guisos, carbonadas, cazuela, legumbres)

- a) No consume      b) menos de 1 vez a la semana      c) 1 porción semana      d) 2 porciones semana      e) 3 o más porciones semana

9. usted cena (comida + fruta y/o ensalada)

- a) Nunca      b) menos de 1 vez a la semana      c) 1-3 veces por semana      d) 4-6 veces por semana      e) todos los días

II. Encierre en un círculo la alternativa que más se identifique con su consumo habitual.

1. Toma bebidas o jugos azucarados (porción 1 vaso de 200cc)

- a) No consume      b) menos de 1 vez al día      c) 1 porción al día      d) 2 porciones día      e) 3 porciones día

2. Consume bebidas alcohólicas (porción 1 vaso) viernes o sábado

- a) No consume      b) menos de 1 vez al día      c) 1 porción al día      d) 2 porciones día      e) 3 porciones día

3. Consume frituras

- a) No consume      b) ocasionalmente      c) 1 porción semana      d) 2 porciones semana      e) 3 porciones semana

4. Usted le agrega sal a las comidas antes de probarlas

- a) No le agrega      b) le agrega ocasionalmente      c) siempre le agrega

5. Consume pizza, completos, hamburguesas, papas fritas, sopaipillas.

- a) No consume      b) menos de 1 vez al día      c) 1 porción al día      d) 2 porciones día      e) 3 porciones día

6. Consume en la Universidad como colación galletas y snack dulces

- a) No consume      b) menos de 1 vez al día      c) 1 porción al día      d) 2 porciones día      e) 3 porciones día

GRACIAS POR SU TIEMPO!

Nombre del responsable o entidad encargada del estudio.



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)
<b>Comportamiento sedentario</b>			
<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)