



Universidad Norbert Wiener

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE TECNOLOGÍA MÉDICA**

**PRESIÓN INSPIRATORIA MÁXIMA POST ENTRENAMIENTO DE LA
MUSCULATURA RESPIRATORIA EN ESTUDIANTES
UNIVERSITARIOS DE UN HOSPITAL DE LIMA, JUNIO-AGOSTO 2018**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE LICENCIADO EN
TECNOLOGÍA MÉDICA EN TERAPIA FÍSICA Y REHABILITACIÓN**

Presentado por:

**BACHILLERES: Huamani Escudero, Pierre Alberto
Santos Chávez, Melissa Alexandra**

LIMA - PERÚ

2018

ÍNDICE

CAPITULO 1: EL PROBLEMA

- 1.1. Planteamiento del problema
- 1.2. Formulación del problema
- 1.3. Justificación
- 1.4. Objetivo
 - 1.4.1. Objetivo General
 - 1.4.2. Objetivo Específico

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

- 2.1. Antecedentes
- 2.2. Base Teórica
- 2.3. Hipótesis
- 2.4. Variables e Indicadores
- 2.5. Definición Operacional de Términos

CAPÍTULO 3: DISEÑO Y MÉTODO

- 3.1. Tipo de Investigación
- 3.2. Ámbito de Investigación
- 3.3. Población y Muestra
- 3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos
- 3.5. Plan de Procesamiento y Análisis de Datos
- 3.6. Aspectos Éticos

CAPÍTULO 4: ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

- 4.1. Presupuesto
 - 4.1.1. Recursos Humanos
 - 4.1.2. Bienes
 - 4.1.3. Servicios
- 4.2. Cronograma

CAPÍTULO 5: REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

CAPITULO 1: EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

En la actualidad hay diversidad de patologías respiratorias y neurológicas, dentro de las cuales hay un grupo que afecta a la musculatura respiratoria, principalmente la musculatura inspiratoria, por lo cual constituye un factor de riesgo importante para posibles complicaciones respiratorias, que representan un gran problema de salud pública, al constituirse dentro de las principales causas de morbilidad y discapacidad tanto en países desarrollados como en sub desarrollados (1).

Teniendo claro esto, podemos darnos cuenta de la importancia de poder abordar este grupo muscular mediante programas de entrenamiento que brinden mantenimiento o mejora de la condición que estos presenten; las investigaciones hacen referencia a que el entrenamiento muscular inspiratorio debe ser realizado con una carga no menor del 30% de la presión inspiratoria máxima del individuo (2,3); sin embargo el nivel de evidencia de este tipo de entrenamiento es aún insuficiente, presentando así un nivel de recomendación 1B (4).

Sumado a esto se encuentra las diferencias antropométricas que presentan las personas de diferentes países y que la mayoría de estudios son realizados en individuos que no son nada similares a la morfología y antropometría peruana, así como también no existe un programa de entrenamiento establecido y reconocido internacionalmente para el trabajo de este grupo muscular, también está la escasez de investigación y de estudios de este ámbito en nuestro país lo cual nos mantiene sin una base sustentable ni rumbo para un abordaje óptimo de este tipo de situaciones.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Problema General

¿Generará cambios favorables el entrenamiento de musculatura inspiratoria con tan solo el 20% de la presión inspiratoria en personas saludables de Lima Metropolitana en los meses de enero a marzo del 2018?

Problema Específico

¿Influirá el género en los cambios favorables el entrenamiento de musculatura inspiratoria con tan solo el 20% de la presión inspiratoria en personas saludables de Lima Metropolitana en los meses de enero a marzo del 2018?

1.3. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Las enfermedades que afectan la musculatura respiratoria o la capacidad funcional de esta son diversas, es por ello que incluir el entrenamiento de musculatura respiratoria, siendo específicos de la musculatura inspiratoria, en programas de entrenamiento tanto para personas saludables, deportistas como en personas con alguna afección o patología es de gran aporte para la prevención, mantenimiento o mejora de la capacidad funcional pulmonar

En la actualidad no hay estudios en nuestro país que fundamenten o demuestren la eficacia de un protocolo de entrenamiento de musculatura inspiratoria, sin embargo se cuenta con diversas herramientas o dispositivos para este tipo de entrenamiento; uno de ellos es la válvula tipo umbral (Threshold® IMT), la cual brinda diferente carga o resistencia para el entrenamiento, que fluctúa de 9 a 41cmH₂O(5), este tipo de dispositivo es de fácil uso, el cual trabaja con la medida de la Presión Inspiratoria Máxima, el cual es un indicador de la fuerza de musculatura inspiratoria.

1.4. Objetivo

1.4.1. Objetivo General

Determinar si genera cambios favorables el entrenamiento de musculatura inspiratoria con tan solo el 20% de la presión inspiratoria en personas saludables de Lima Metropolitana en los meses de enero a marzo del 2018

1.4.2. Objetivo Específico

Determinar si el género influye en los posibles cambios favorables del entrenamiento de musculatura inspiratoria con tan solo el 20% de la presión inspiratoria en personas saludables de Lima Metropolitana en los meses de enero a marzo del 2018

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

➤ Primer Antecedente

WEINER P, WEINER M. “El entrenamiento muscular inspiratorio puede aumentar el flujo inspiratorio máximo en Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica”. Respiration 2006; 73: 151-6

OBJETIVO: El propósito del presente estudio fue investigar si en pacientes con entrenamiento muscular inspiratorio específico durante 8 semanas aumentara el pico flujo espiratorio y si superará el mínimo necesario para ser óptima una deposición pulmonar de inhaladores de polvo seco

MATERIAL Y METODOS: Se trabajó con sesenta personas con un valor predicho de 70% la relación del volumen espiratorio forzado en 1 segundo y la capacidad vital forzada y con diagnóstico de EPOC de acuerdo a los criterios de la sociedad americana de tórax; todos los sujetos fueron entrenados mediante un protocolo en el cual se utilizó inicialmente el 15% de su presión inspiratoria máxima para lo cual la resistencia fue incrementando gradualmente hasta alcanzar el 60% al final de sus sesiones

RESULTADOS: Después del período de entrenamiento, hubo un aumento estadísticamente significativo en la PIM del grupo de entrenamiento (desde 46.1 ± 1.8 a 58.7 ± 2.1 cmH₂O, $p < 0.001$) pero no en el grupo de control; este aumento se asoció también con el aumento del pico flujo espiratorio

➤ Segundo Antecedente

Souza AKF, Dornelas de Andrade A, de Medeiros AIC, de Aguiar MIR, Rocha TDS, Pedrosa RP, et al. **"Eficacia del entrenamiento muscular inspiratorio en el sueño y capacidad funcional para ejercitarse en el sueño obstructivo apnea: un ensayo controlado aleatorizado"**.

Sleep breathing physiology and disorders [Internet].2017 [Consultado 08 enero 2018].Disponible en:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29124630>

OBJETIVO: El objetivo de este estudio fue evaluar la efectividad del entrenamiento muscular inspiratorio (IMT) en el sueño y capacidad funcional de ejercicio en sujetos con apnea obstructiva del sueño.

MATERIAL Y MÉTODOS: Este es un estudio controlado, aleatorizado, doble ciego llevado a cabo en 16 pacientes con apnea divididos en dos grupos: entrenamiento (IMT: $n = 8$) y placebo-IMT (P-IMT: $n = 8$). IMT era conducido durante 12 semanas con una carga moderada (50-60% de presión inspiratoria máxima-MIP), mientras que P-IMT utilizó un cargar $<20\%$ de MPI. Tiempo total diario de IMT para ambos grupos fue de 30 minutos, 7 días a la semana, dos veces al día.

RESULTADOS: No hubo diferencia comparando IMT a P-IMT grupo después del entrenamiento para la función pulmonar ($p > 0.05$) y respiratorion fuerza muscular ($p > 0.05$). Consumo máximo de oxígeno

(VO2Max) no fue significativamente diferente entre IMT y Grupo P-IMT (diferencia de medias: 1.76, intervalo de confianza (CI) - 7,93 a 4,41, $p = 0,71$). Lo mismo se observó para las otras variables ventilatorias y cardiometabólicas medidas ($p > 0.05$). Una mejora significativa en la calidad del sueño fue encontrados cuando se compararon los valores del Índice de calidad del sueño de Pittsburgh (PSQI) de IMT y P-IMT después del entrenamiento (media diferencia: 3.7, intervalo de confianza 95% (CI95%) 0.6 a 6.9, $p = 0.02$) pero no se observaron cambios significativos durante el día somnolencia entre ambos grupos después de la intervención (media diferencia: 3,4, IC 95%: - 3,3 a 10,0; $p = 0.29$).

2.2. Base Teórica

Marco Teórico

Músculos de la respiración

El sistema respiratorio está conformado principalmente por 3 componentes indispensables, el primero son los pulmones que se encargan del intercambio gaseoso; el sistema nervioso que comandan el control de la ventilación, y los músculos respiratorios quienes representan la bomba vital de este sistema (6). En la ventilación, durante la inspiración y espiración, participan una serie de músculos para cada fase; en la fase de la inspiración tenemos una clasificación la cual es la siguiente (7):

MÚSCULOS PRODUCTORES DE LA FASE INSPIRATORIA

En la inspiración, cuando el aire ingresa a los pulmones, incrementa el tamaño del tórax, esto se debe a la contracción paralela de los músculos diafragma e intercostales externos. Sin embargo, si no hubiera contracción de los intercostales externos, la inspiración no estaría afectada, ya que, gracias a la acción del diafragma, la inspiración se da de manera adecuada, ya que su actividad representa aproximadamente el 80% del trabajo(8):

Diafragma

El diafragma es el músculo principal de la inspiración. Se encuentra entre el tórax y el abdomen, tiene forma de cúpula y durante su contracción este desciende. Así mismo el tamaño del tórax incrementa y su presión disminuye, de la misma manera hay cambios en la cavidad abdominal (7).

El diafragma es un músculo estriado con fibras que se orientan de forma radial desde el centro tendinoso a las estructuras óseas; en un adulto sano tiene un 80% de fibras resistentes a la fatiga (55% de tipo I y el 25% de tipos IIa) en comparación con el 40% de un músculo periférico, es por ello que el diafragma realiza contracciones de baja intensidad pero de larga duración.

El aporte sanguíneo de este músculo depende principalmente de la arteria mamaria interna, intercostal y frénica superiores e inferiores; mientras que la inervación motora proviene de los nervios frénicos izquierdo y derecho (raíces nerviosas de C3 a C5)

Intercostales externos

Son músculos que actúan en conjunto con el diafragma. Se encuentran situados en el plano más superficial de los espacios intercostales. Presenta un predominio de fibras tipo I (60%) y de tipo II el 40%(25% corresponde a fibras tipo IIb)(9). Su principal función es elevar las costillas (movimiento en “asa de balde”). Sus fibras están orientadas de arriba hacia abajo y de atrás hacia adelante.

MUSCULOS FACILITADORES DE LA FASE INSPIRATORIA

El comportamiento dinámico de la vía aérea es diferente para las porciones intra y extratorácica del árbol bronquial. Durante la inspiración el diámetro del tórax aumenta gracias a la presión sub-atmosférica generada por el trabajo muscular. Esta presión es transmitida al espacio pleural, como también a las paredes de los conductos aéreos dentro del tórax, los cuales incrementan y tienden a dilatarse.

Así como también, hay conductos que se ubican por fuera de la caja torácica, que se exponen a una fuerza inversa y tienden a colapsarse. Es por eso que durante la inspiración intervienen músculos extratorácicos que tienen efectos facilitadores los cuales son:

- Dilata la faringe para conservar la permeabilidad de la vía aérea superior
- Estabilizan la vía aérea superior durante la fase inspiratoria.
- Compensan y se oponen al efecto de succión del diafragma durante la inspiración, el cual tiende a colapsar la vía aérea superior.

Estos músculos son: geniogloso, geniohiodeo, esternohiideo, tirohiodeo y esternotiroideo y periestafilino interno.

MUSCULOS ACCESORIOS DE LA FASE INSPIRATORIA

En situaciones no fisiológicas, como en enfermedad o durante el ejercicio, podría generarse contracción de músculos accesorios y si esto sucede durante la inspiración, permitirá que esta contracción amplíe el volumen de la caja torácica, y gracias a la gradiente de presión ayudara al llenado pulmonar. Los principales músculos accesorios son:

Músculos accesorios de primer orden

Esternocleidomastoideos

Son los músculos accesorios más importantes. Para que su acción se produzca, es necesario que la cabeza y cuello se mantengan estables por la acción combinada de los flexores y extensores del cuello. Además, producen el movimiento de elevación del esternón y la clavícula. También, la acción del músculo produce movimientos en la cabeza (inclinación lateral o rotación) sin efectos en la fase inspiratoria.

Escalenos

Los músculos escalenos están conformados por 3 porciones: anterior, medio, y posterior. No obstante, ellos actúan de manera simultánea elevando y fijando la primera y segunda costillas por lo cual amplían el

volumen intratorácico para ayudar a la inspiración. Son considerados por algunos autores músculos productores de la fase (y no accesorios), debido a que eventualmente hay actividad durante la inspiración normal. Como función adicional, fijan las costillas durante la tos intensa para evitar la herniación de los vértices pulmonares, es decir que se les puede atribuir esta función durante la fase espiratoria.

Pectoral Mayor

Es un gran musculo en forma de abanico que interviene durante la inspiración profunda. Para que su actividad inspiratoria se posibilite, es necesario mantener los hombros y los brazos fijos para que el movimiento se produzca tomando como punto fijo la inserción y punto móvil el origen.

MUSCULOS ACCESORIOS DE SEGUNDO ORDEN

Son aquellos que, teniendo puntos de origen o inserción en el tórax, intervienen en situaciones de necesidad extrema, para ampliar el volumen de la caja torácica.

Pectoral Menor

Es un musculo con origen en la caja torácica e inserción en la escapula. Por tal razón, para que ejerza su acción como accesorio de la inspiración debe mantenerse en el punto de inserción fijo para proyectar las costillas en sentido anterior y superior.

Trapecios y serratos

Son músculos accesorios de segundo orden, puesto que su acción durante la fase inspiratoria depende de dos factores: de la inversión de los puntos de origen e inserción, situación en la que el punto de inserción es fijo y el de origen móvil y de otro lado de la fijación de estructura torácicas y no torácicas para ayudar a la inspiración. Así, por ejemplo, el trapecio superior extiende y fija de la columna cervical para facilitar la acción del esternocleidomastoideo y al elevar el hombro facilita la acción de los pectorales. El serrato mayor actúa en la

inspiración forzada si la escápula está fijada en aducción por los romboides (7).

Evaluación funcional de los músculos respiratorios en la práctica clínica

En los últimos años se ha fortalecido los fundamentos técnicos y recomendaciones prácticas sobre la metodología de evaluación funcional(fuerza y resistencia) de los músculos respiratorios; los autores consideran factible el uso de técnicas e instrumentos en la evaluación clínica de pacientes, así como también estrategias específicas de intervención; presentándose así esquemas de entrenamiento de fuerza (cargas elevadas y corta duración) o de resistencia(cargas moderadas y periodos prolongados).

La evaluación de la musculatura respiratoria habitualmente se realiza a través de técnicas convencionales de examen muscular utilizadas en Fisioterapia, las cuales son de carácter subjetivo, también son útiles para evaluar la fuerza, casi siempre de un musculo en particular que es susceptible a ser observado, palpado y examinado sin o contra la gravedad y sin o contra resistencia.

Por lo tanto, un inconveniente que surge a la hora de realizar el examen muscular, es la imposibilidad de acceder directamente a algunos músculos en la fase inspiratoria. La contracción del diafragma puede percibirse mediante la inspección y la palpación. Pero si quiero evaluar la fuerza de contracción del diafragma y calificarla, puede ser arriesgado. Puesto que la evaluación con las manos en las que el examinador opone una resistencia únicamente es de carácter subjetivo.

La evaluación de los músculos respiratorios es enorme, puesto que depende de acciones fisioterapéuticas tendientes a la planeación de maniobras de recuperación funcional. Entonces, para evaluar la totalidad de la acción muscular respiratoria, es necesario tener conocimiento de la acción muscular respiratoria que modifica en forma directa los

volúmenes pulmonares, es por ello que resulta más adecuado y objetivo evaluar la función del conjunto de los músculos mediante la presión inspiratoria máxima (PIM).

Además, es importante tener en cuenta cuatro determinantes básicos para la evaluación de la fuerza de los músculos respiratorios:

1. La integridad neurológica y del aparato contráctil.
2. La longitud del musculo en reposo, previa a la contracción (relación, fuerza- longitud o tensión)
3. La capacidad de acortamiento del musculo durante la contracción (relación fuerza- frecuencia).
4. La fuerza y frecuencia de estimulación (relación fuerza-frecuencia)(12)

Técnicas para evaluación funcional de los músculos respiratorios

Existen diversas pruebas y/o técnicas que permiten la valoración funcional de propiedades como la fuerza y la resistencia. Siendo la fuerza la propiedad que se va a trabajar más en esta investigación, podemos definirla como la capacidad física de realizar un trabajo(), en este caso realizado por los músculos inspiratorios; esta generalmente se evalúa durante las contracciones isométricas como las anisométricas (fuerza dinámica)(9).

La valoración de la fuerza muscular respiratoria con maniobras isométricas no se acompaña de flujo aéreo ya que implica la ejecución de la contracción muscular a isovolumen pulmonar; sin embargo las maniobras dinámicas son las que se realiza con la vía aérea permeable, lo cual hace posible generar un flujo aéreo. La técnica más usada es la medición de las presiones inspiratorias máximas durante una maniobra de Müller.(9)

Presión Inspiratoria Máxima(PIM)

La presión inspiratoria máxima puede ser medida en nariz, en boca (Pimax), o de esófago(Pesmax), y suele obtenerse a partir de una espiración máxima(volumen residual).

La presión inspiratoria máxima (Pimáx) es un índice representativo de la fuerza global de los músculos inspiratorios (diafragma e intercostales externos como los más importantes); además de un conjunto de variables como las relaciones de longitud-tensión, frecuencia de estimulación y velocidad de contracción que presentan dichos músculos (10).

Otra definición, es que el PIMax es el valor más alto de presión negativa que puede generarse durante una inspiración y se refiere a la capacidad, mientras que el PEMax, es la presión positiva más alta desarrollada durante una espiración forzada y, clínicamente, es esencial para la tos. (11)

2.3. Hipótesis

Hipótesis General

H₀: No genera cambios significativos el entrenamiento de musculatura inspiratoria con tan solo el 20% de la presión inspiratoria en personas saludables de Lima Metropolitana en los meses de enero a marzo del 2018

H₁: Genera cambios significativos el entrenamiento de musculatura inspiratoria con tan solo el 20% de la presión inspiratoria en personas saludables de Lima Metropolitana en los meses de enero a marzo del 2018

Hipotesis Específico

H₀: No influye el género en el entrenamiento de musculatura inspiratoria con tan solo el 20% de la presión inspiratoria en personas saludables de Lima Metropolitana en los meses de enero a marzo del 2018

H₁: Influye el género en el entrenamiento de musculatura inspiratoria con tan solo el 20% de la presión inspiratoria en personas saludables de Lima Metropolitana en los meses de enero a marzo del 2018

2.4. Variables e Indicadores

Variable Dependiente:

- Presión Inspiratoria Máxima

Variable Independiente:

- Entrenamiento de musculatura respiratoria

Variable Antropométrica:

- Género

CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN

VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	DIMENSION	INDICADOR	ESCALA DE MEDICION	VALOR

2.5. Definición Operacional de Términos

- 1) Rodríguez I, Alarcón M, Gutierrez C, Hermosilla P, Contreras T, Báez C.
Efecto del entrenamiento de músculos abdominales sobre la función

- respiratoria en adolescentes sanos. Rev Chil Enf Respir 2014;30:203-211.
- 2) Lisboa C, Villafranca C, Leiva A, Cruz E, Pertuzé J, Borzone G. Inspiratory muscle training in chronic airflow limitation: effect on exercise performance. Eur Respir J 1997; 10: 537-42.
 - 3) Villafranca C, Borzone G, Leiva A, Lisboa C. Effect of inspiratory muscle training with an intermediate load on inspiratory power output in COPD. Eur Respir J 1998; 11: 28-33
 - 4) Graça Pinheiro de C, Fernando Saldías P. Entrenamiento muscular inspiratorio en el paciente con enfermedad pulmonar obstructiva crónica. Rev Chil Enf Respir 2011; 27: 116-123
 - 5) Larson JL, Kim MJ, Sharp JT, Larson DA: Inspiratory muscle training with a pressure threshold breathing device in patients with chronic obstructive pulmonary disease (abstract). Am Rev Resp Dis 1986;133:A100
 - 6) Rochester DF. The diaphragm contractile properties and fatigue. J Clin Invest 1985;75:1397-1402
 - 7) Cristancho G.W. Fundamentos de fisioterapia respiratoria y ventilación mecánica. .2ª ed. Bogotá: El Manual Moderno; 2014. 517-528 p.
 - 8) Cristancho G.W. Fisiología Respiratoria lo esencial en la práctica clínica.3ª ed. Bogotá: El Manual Moderno; 2012.02-03p
 - 9) Giraldo EH.EPOC diagnóstico y tratamiento integral con énfasis en la rehabilitación pulmonar.3º ed.Bogota:Panamericana;2008
 - 10) Montemezzo D, Vieira DS, Tierra-Criollo CJ, Britto RR, Velloso M, Parreira VF. Influence of 4 interfaces in the assessment of maximal respiratory pressures. Respir Care 2012;57(3):392-8.
 - 11) Souza, R. Pressões respiratórias está - ticas máximas. J Pneumol. 2002; 28(3): 155- 165.
 - 12)Cristancho Gómez Willian, Fundamentos de fisioterapia respiratoria y ventilación mecánica. .2ª ed. Bogotá: El Manual Moderno; 2014. 517-528 p.