

# **MEDICIONES DE PRESIÓN INSPIRATORIA MÁXIMA Y PRESIÓN ESPIRATORIA MÁXIMA EN POBLACIÓN ENFERMA.**

## **Revisión del Tema**

Ana María Parra Morales, María Paulina García Velásquez.

## **Resumen**

La función de los músculos ventilatorios es de gran importancia en el mantenimiento de los volúmenes respiratorios, ya que estos intervienen tanto en el intercambio gaseoso como en el patrón respiratorio, su desempeño depende de la capacidad de contracción; una de las técnicas que permite determinar la función ventilatoria, consiste en la evaluación de la fuerza de los músculos respiratorios mediante las mediciones de Presión Inspiratoria Máxima (PIM) y Presión Espiratoria Máxima, las cuales se relacionan con las variables antropométricas (talla, peso, índice de masa corporal), y enfermedades respiratoria o posoperatorio, esto se evidencia en diferentes estudios, realizados en población que padecía diferentes tipos de enfermedades como EPOC, obesidad, Miastenia Gravis, Lesión Medular, Enfermedad Cerebro Vascular y posoperatorios, encontrando en los resultados variación en los valores obtenidos, los cuales pueden mejorarse con un entrenamiento específico de los músculos respiratorio, el propósito de este artículo, es realizar una revisión de tema desde 1969 al 2016, en el cual se dé a conocer la varianza de los resultados de las presiones respiratorias máximas en los diferentes tipo de población enferma.

## **Palabras claves**

Presión inspiratoria máxima, Presión espiratoria máxima, Fuerza muscular, Músculos respiratorios.

# **MAXIMAL INSPIRATORY PRESSURE AND MAXIMAL EXPIRATORY PRESSURE MEASUREMENTS IN SICK POPULATIONS.**

## **Topic Review**

Ana María Parra Morales, María Paulina García Velásquez.

## **Abstract**

The function of the ventilatory muscles is of great importance in maintaining respiratory volumes, as these are involved in both the gas exchange and the breathing pattern, their performance depends on the contraction capacity; one of the techniques that allow to determine the ventilatory function consists of evaluating the strength of the respiratory muscles using the measurements of maximal inspiratory pressure (MIP) and maximal expiratory pressure, which relate to the anthropometric variables (height, weight, body mass index), and respiratory or postoperative diseases. This is evidenced in various studies conducted in people who suffered from different types of diseases such as COPD, obesity, myasthenia gravis, spinal cord injury, cerebrovascular and postoperative diseases, finding in the results a variation in the values obtained, which can be improved with specific training of the respiratory muscles. The purpose of this article is to conduct a topic review from 1969 to 2016, which provides the variance of the results of maximal respiratory pressures in different kinds of sick populations.

## **Keywords**

Maximal inspiratory pressure, Maximal expiratory pressure, Muscle strength, Respiratory muscles.

## Introducción

La función de los músculos ventilatorios es de gran importancia en el mantenimiento de los volúmenes respiratorios, ya que estos intervienen tanto en el intercambio gaseoso como en el patrón respiratorio, su desempeño depende de la capacidad de contracción; una de las técnicas que permite determinar la función ventilatoria, consiste en la evaluación de la fuerza de los músculos respiratorios mediante las mediciones de Presión Inspiratoria Máxima (PIM) y Presión Espiratoria Máxima (PEM)<sup>(1,2,44,46)</sup>.

La presión inspiratoria máxima (PIM) se genera al realizar una inspiración máxima, desde el volumen residual en condiciones estáticas, con el cual se determina la fuerza del diafragma, mientras que la Presión Espiratoria Máxima (PEM) es la fuerza producida durante la espiración máxima desde la capacidad pulmonar total determinando la fuerza de los músculos abdominales e intercostales<sup>(3,45)</sup>.

En sus inicios estas presiones fueron estudiadas por Cook (1964) y Ringqvist (1966), pero fueron Black y Hyatt los que lograron medirlas y cuantificarlas de una manera simple, sencilla y no invasiva, mediante la cual lograron encontrar la relación de estas presiones con la edad y el sexo<sup>(4)</sup>, actualmente se siguen teniendo en cuenta estas relaciones con el sexo y la edad, para realizar las mediciones, adicionalmente en nuevos estudios se ha encontrado que variables como la talla, el peso y las

características clínicas son determinantes para los resultados del PIM y el PEM<sup>(5,6,7,43,50)</sup>.

Estas mediciones son una herramienta útil para el diagnóstico y el manejo de los pacientes con enfermedades obstructivas crónicas o con enfermedades donde se vea comprometida la función de los músculos respiratorios<sup>(3)</sup>, tales como enfermedades cardíacas, neurológicas, pulmonares o cirugías<sup>(8,9)</sup>, debido a que en diferentes investigaciones se evidencia que cuando se presentan patologías o posoperatorios estos valores pueden verse modificados<sup>(7,9,10)</sup>.

## **Metodología**

Para la localización de los documentos bibliográficos se revisaron varias bases de datos entre las que se encuentran: Pubmed, Scielo, Clinicalkey, Pedro, Ebsco, y Journal of physiotherapy; tomando como referencia las fechas de los artículos de 1969 al 2016, en idioma Español, Inglés y Portugués.

La búsqueda se realizó teniendo en cuenta las palabras MeSH, y finalmente se escogieron aquellos artículos que contaran con la información sobre el tema que se va a estudiar, para ello se leyó el resumen sin que necesariamente este se encontrara en texto completo.

## **Desarrollo del tema**

### **Definición de la Presión Inspiratoria Máxima y la Presión Espiratoria Máxima**

La presión inspiratoria máxima (PIM) es la prueba mediante la cual se obtiene la fuerza del diafragma, esta se realiza con una inspiración máxima, desde el volumen residual en condiciones estáticas, mientras que la presión espiratoria máxima (PEM) es la fuerza producida durante la espiración máxima, desde la capacidad pulmonar total determinando la fuerza de los músculos abdominales e intercostales<sup>(11, 48, 49)</sup>.

Para realizar la medición del PIM, se les solicita al paciente que exhale suave, y completamente todo el aire para así llegar al volumen residual, y luego inhale tan fuerte y rápido como le sea posible; para medir el PEM se le indica al paciente que inhale profundo y completamente con el objetivo de llegar a la capacidad pulmonar total y que luego exhale tan fuerte y rápido como le sea posible, se deben realizar tres intentos, con un descanso entre cada uno de 60 segundos, eligiéndose el dato de mayor valor<sup>(12)</sup>.

### **Historia sobre el PIM y el PEM**

Los músculos respiratorios han sido motivo de estudio por muchos años, debido a que son el componente mecánico de la respiración, una de las pruebas que se realizan para esto es la medición de la presión inspiratoria máxima y la presión espiratoria máxima<sup>(13)</sup>,

estas presiones fueron descritas inicialmente por Cook y Ringqvist, pero fueron Black y Hyatt en 1969, los primeros en establecer una forma simple y sencilla de medir y cuantificar estos valores, mediante la acomodación de dos medidores de la presión, uno para determinar la presión negativa y otro la presión positiva. Es de esta forma como se obtienen los resultados de PIM y PEM, sin embargo en diferentes investigaciones se ha reportado una variabilidad de los valores debido a las diferentes características que puedan presentar los pacientes<sup>(14)</sup>.

Black y Hyatt, realizaron un estudio en el cual se analizaron 120 sujetos, 60 mujeres y 60 hombres en edades comprendidas entre los 20 a 74 años, encontrándose que los resultados generados son similares a los obtenidos con los métodos invasivos, lo que se observó es que las presiones disminuyen a medida que aumenta la edad, especialmente en personas mayores de 55 años, y estas son menores en el sexo femenino<sup>(14)</sup>.

### **Mediciones de las presiones máximas respiratorias en población enferma**

Los valores del PIM y el PEM dependen de las características específicas de cada paciente, esto fue mencionado inicialmente en el estudio de Black y Hyatt donde encontraron que la edad y el sexo son determinantes en los resultados<sup>(14)</sup>, esto se vio evidenciado en 1989 cuando se realizó un estudio transversal para determinar si las presiones máximas medidas en la boca se relacionaban con edades mayores a los 55 años, por lo que se llevaron a cabo mediciones del PIM y el PEM en 64 mujeres y 40



hombres mayores de 55 años, encontrando que si existía relación entre estas dos variables<sup>(5)</sup>.

En 1994 se realizó un estudio en el cual se buscaba determinar si variables como la edad, el sexo, la talla y el peso se relacionaban con los valores del PIM y el PEM, para esto se evaluaron 4.443 participantes ambulatorios y 790 de una clínica, allí se verifico que los resultados eran menores en pacientes mayores de 65 años, siendo más significativa la disminución a partir de los 80 años , entre mayor peso y talla los resultados tendían a mejorar, además se encontró que en los pacientes que presentaban alguna patología de base como, accidente cerebro vascular, infarto agudo al miocardio y diabetes los valores del PIM y PEM disminuían<sup>(7)</sup>; desde aquí la importancia de realizar estas mediciones en población enferma.

En el año 2001 se evaluó la fuerza muscular en 61 pacientes diagnosticados con Miastenia Gravis, enfermedad que se caracteriza por presentar debilidad de los músculos esqueléticos<sup>(15)</sup>, en los cuales se pueden involucrar los músculos respiratorios afectándose aproximadamente un 40% de los pacientes con esta enfermedad, por lo que se midió el PIM y PEM encontrándose que los valores disminuyeron en un 85% en comparación con la población sana<sup>(16)</sup>.

En otro estudio realizado en el 2005 se analizaron las presiones respiratorias máximas en personas obesas, debido a que el exceso de tejido adiposo genera complicaciones en el sistema respiratorio<sup>(17)</sup>, provocando cambios negativos en la mecánica ventilatoria, por lo que al analizar el PIM y el PEM en esta población se encuentra que es menor en

los sujetos sanos<sup>(18)</sup>, hecho que fue confirmado en un estudio que se llevó a cabo en Brasil en el año 2010, donde se deseaba evaluar los efectos terapéuticos en las presiones respiratorias máximas de pacientes obesos, con disminución de estas presiones, sin embargo después del entrenamiento de los músculos, si se observa una ganancia en los valores del PIM y el PEM en esta población<sup>(19)</sup>.

En el año 2007 en Brasil se realizó un estudio trasversal para medir el PIM y el PEM en pacientes con lesión de medula espinal, debido a que esta población frecuentemente presenta problemas de enfermedades respiratorias, por la debilidad o la parálisis del sistema respiratorio<sup>(20,21,42)</sup>, especialmente en aquellos que son diagnosticados con tetraplejia<sup>(22, 23)</sup>, no se cuenta con estudios que realicen la correlación de la disminución de las presiones máximas y el daño a nivel medular, por lo que se eligieron 131 pacientes con lesión medular de C4–L3 , encontrándose que la capacidad vital forzada disminuye especialmente en tetraplejas de C4-C5 aproximadamente en un 49% y aumenta un 51% en lesiones de T7–L3<sup>(22)</sup>.

En un estudio que se realizó en la ciudad de Murcia en España en el año 2007 donde se buscaba observar el cambio de los valores del PIM luego de un posoperatorio, se escogieron 4 pacientes, todas ellas mujeres, a las que cuales se les realizó una abdominoplastia, tenían una de edad media de 43,7 años, un índice de masa corporal de 22, y un peso de 53,8 kg., estas pacientes estaban clínicamente sanas y no tenían antecedentes de patologías respiratorias, los resultados arrojados demuestran que el 100% de las pacientes presentaban valores normales de la Presión Inspiratoria Máxima (PIM) antes de someterse a la cirugía, durante la primera evaluación realizada en el

postoperatorio se observó que la media de la Presión Inspiratoria Máxima bajaba en todas las pacientes, en las siguientes evaluaciones que se realizaron en las 2 pacientes a las cuales se le hizo un seguimiento se encontró que presentaron una tendencia de volver a la normalidad, aunque con valores por debajo de los normales, la media de la presión espiratoria disminuyó en el primer día del postoperatorio, este fue medido en las 4 pacientes, al sexto día del postoperatorio, se realizó la medición en las 2 pacientes a las cuales se les hizo el seguimiento, y se encontró que hubo una tendencia a aumentar la media, pero en valores inferiores a los considerados normales<sup>(24)</sup>.

Lo anterior también se ve reflejado en un estudio que se realizó en la ciudad de Brasil en el año 2014, donde se tomaron 18 pacientes de los cuales solo 15 completaron el estudio, todos de sexo masculino en edades entre los 30 y 60 años, los cuales fueron sometidos a una cirugía de revascularización coronaria, y posteriormente fueron ingresados a la unidad de cuidados intensivos, en los resultados se encontró que en cuanto a los valores de la Presión Inspiratoria Máxima (PIM), no se observaron diferencias significativas en el período del preoperatorio, mientras que en el periodo del posoperatorio se observó una disminución de estos valores<sup>(25)</sup>.

Las presiones respiratorias máximas también han sido motivo de estudio en la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), debido a que la función pulmonar se ve alterada a causa de que su componente pulmonar se caracteriza por una limitación del flujo aéreo, esto se presenta por una desventaja mecánica, por lo que la intervención en los músculos respiratorios resulta siendo un objetivo para las intervenciones terapéuticas<sup>(26,27)</sup>; en el año 1990 se realizó un estudio en la ciudad de

Sevilla - España donde se hablaba de la relación de las presiones respiratorias con respecto a otros índices funcionales basales, para este se escogieron 106 pacientes de los cuales 74 padecían de EPOC cuya edad media se encontraba entre  $57,35 \pm 6,41$  años , los 32 pacientes restantes eran del grupo control ninguno presentaba alteraciones clínicas, radiológicas ni funcionales y su edad media era de  $34,64 \pm 11,75$ , para el momento del estudio los pacientes que presentaban EPOC se encontraban en fase de intercrisis, a todos los sujetos se les realizaron las mediciones en situación basal y se encontró que en los datos de exploración funcional basal Los pacientes con EPOC presentaban un cuadro funcional típico con obstrucción, hiperinsuflación y alteración de la gasimétrica manifestada por hipoxemia, respecto a los parámetros de función muscular hay que resaltar que la Presión Espiratoria Máxima (PEM) eran similares en los pacientes sanos y en los pacientes que padecían EPOC.

Por el contrario, la Presión Inspiratoria Máxima (PIM), la resistencia vascular (RV) y la Capacidad Funcional Residual (FRC) estaban claramente disminuidas en los pacientes con EPOC. Sin embargo, en el caso de la Presión Inspiratoria Máxima (PIM) y la Capacidad Residual Funcional (FRC) sus valores se hacían superponibles a los normales cuando se corregían por el grado de hiperinsuflación, por otro lado se evidenció que había correlación entre la Presión Inspiratoria Máxima (PIM) y parámetros como Volumen Corriente (VC), capacidad residual funcional (FRC) / Capacidad pulmonar total (TLCT) Resistencia de la vía aérea (Raw) y la  $P_{aCO_2}$  éste último en el límite de la significación. Por último, existe una clara relación entre las presiones inspiratoria y espiratorias<sup>(28)</sup>.

Nuevamente en el 2008 se llevó a cabo un estudio en Italia donde se buscó determinar los valores del PIM y el PEM en una población con enfermedad pulmonar obstructiva crónica y compararlo con los valores referentes en la población sana, se eligieron 110 pacientes con EPOC y 21 sujetos sanos, encontrando que el PIM y el PEM fueron menores en los pacientes con insuficiencia de las vías respiratorias(29,40,41), en el año 2014 se realiza mediciones en 40 pacientes con esta enfermedad, con una edad media de 56 años, con el objetivo de medir las máximas presiones respiratorias y correlacionarlas con el grado de obstrucción y funcionalidad, encontrándose una relación entre el PIM y PEM con la presión arterial de oxígeno y la saturación de oxígeno, mientras existe una relación negativa entre las presiones y la escala Medical Research Council modificada (MRC)<sup>(30)</sup>.

Las mediciones del PIM y PEM también han tenido gran relevancia en las unidades de cuidados intensivos, debido a que la debilidad de los músculos respiratorios puede ser un determinante principal en la insuficiencia respiratoria y por ende de una estancia más prolongada en la unidad<sup>(31,32)</sup>, esto puede verificarse con estudio realizado en el año 2016 en Estados Unidos en la Universidad de Kentucky, donde se llevó a cabo una medición transversal de la presión inspiratoria máxima y la presión espiratoria máxima, para determinar cómo estos índices se correlacionan entre sí con los parámetros clínicos, se incluyeron 57 hombres y mujeres, se encontró que ambas presiones se redujeron significativamente en los pacientes con ventilación mecánica en comparación con los valores de referencia, y estas dos presiones se relacionan con la supervivencia del y la duración de la ventilación mecánica<sup>(33)</sup>.

## **Entrenamiento de los músculos respiratorios**

El entrenamiento de los músculos ventilatorios se efectúa mediante ejercicios designados específicamente para mejorar la resistencia y la fuerza. Esto podría prevenir o demorar el comienzo de la fatiga y la falla de los músculos ventilatorios, además se ha demostrado que disminuye la disnea por un tiempo determinado; el fortalecimiento de estos músculos ayuda con el incremento de la fuerza y resistencia de los mismos, alivia la disnea, aumenta la capacidad para realizar caminatas y mejora la calidad de vida<sup>(34,35)</sup>. El ejercicio de los músculos inspiratorios se comienza generalmente con baja intensidad aproximadamente con el 30% de la Presión Inspiratoria Máxima, y se va incrementando gradualmente hasta llegar a un 60 o 70% de la Presión Inspiratoria Máxima<sup>(36, 47)</sup>.

En el año 2013 en Londres, se llevó a cabo una revisión sistemática en la cual se esperaba determinar los grados de debilidad muscular y los efectos del entrenamiento muscular en pacientes con accidente cerebro vascular, por lo que se investigaron ensayos controlados aleatorizados, en una primera fase que hablaran de la fuerza muscular en esta población, otros sobre el entrenamiento muscular y por último en una segunda fase de diferentes estudios donde se expusiera el accidente cerebro vascular en condiciones neurológicas, en cuanto a los primeros resultados se encontró que las presiones respiratorias máximas fueron significativamente menores en pacientes con accidente cerebro vascular en comparación con las personas sanas, lo que puede significar un aumento de las infecciones respiratorias, debido a que esto lleva a que se

genere una tos débil y por ende a la incapacidad de despejar la vía aérea, suceso que puede ser mejorado con el entrenamiento de los músculos respiratorios, debido a que pueden mejorar la función muscular respiratoria<sup>(9)</sup>. También se ha visto reflejada su importancia en los pacientes en unidades de cuidado intensivo, debido a que se han encontrado estudios en los cuales las presiones respiratorias aumentan significativamente luego de un programa de ejercicios dirigidos al fortalecimiento de los músculos respiratorios<sup>(37,38, 39)</sup>.

## **Conclusión**

La medición de las presiones respiratorias máximas son importantes en el ámbito clínico ya que proporcionan, diagnósticos y tratamientos más acertados, lo que lleva que se logre una mejoría de los pacientes y por ende a una mayor prolongación de vida en población enferma, igualmente es una herramienta que permite un seguimiento objetivo, lo que facilita la creación de protocolos de intervención consiguiendo que se utilice el más adecuado de acuerdo a cada tipo de enfermedad y necesidades del paciente.

Sin embargo como se observa este método es poco utilizado por lo que se hace necesario la realización de nuevas investigaciones en las cuales se determinen los valores de referencia para cada población, teniendo en cuenta no sólo las características clínicas sino también las antropométricas.

## Bibliografía

1. Rodríguez-Medina CL, Hernández-Álvarez ED, Guzmán-David CA. Fuerza muscular respiratoria en adultos jóvenes Respiratory muscle strength in young adults. Rev Fac Med. 2016;64(1).
2. West JB. Fisiología respiratoria. 8.a ed. Barcelona: Wolters Kluwer; 2009.
3. Rodríguez Lastra J, Mantilla A, Mantilla D, Lizarraga JP, García H, Nóbrega Uzcátegui M. Presiones inspiratorias y espiratorias máximas. Valores normales en individuos adultos aparentemente sanos. Valencia 2001-2002. Salus Online. 2004;8(3):4-10.
4. DeTurk W, Cahalin L. Cardiovascular and Pulmonary Physical Therapy, Second Edition: An Evidence-Based Approach. 2 edition. New York: McGraw-Hill Education / Medical; 2010. 778 p.
5. McElvaney G, Blackie S, Morrison NJ, Wilcox PG, Fairbairn MS, Pardy RL. Maximal static respiratory pressures in the normal elderly. Am Rev Respir Dis. enero de 1989;139(1):277-81.
6. C. Bruschi, I. Cerveri, M.C. Zoia, F. Fanfulla, M. Fiorentini, L. Casali, M. Grassi, C. Grassi. Reference values of maximal respiratory mouth pressures: a population-based study Am Rev Respir Dis, 146 (1992), pp. 790-793.
7. P.L. Enright, R.A. Kronmal, T.A. Manolio, M.B. Schenker, R.E. Hyatt. Respiratory muscle strength in the elderly. Correlates and reference values. Cardiovascular Health Study Research Group Am J Respir Crit Care Med, 149 (1994), pp. 430-438.
8. Bellemare F, Grassino A. Evaluation of human diaphragm fatigue. J Appl Physiol. 1982; 53 (5): 1196-1206



9. POLLOCK, Ross D., et al. Respiratory muscle strength and training in stroke and neurology: a systematic review. *International Journal of Stroke*, 2013, vol. 8, no 2, p. 124-130.
10. Cardoso Ribeiro C. Variación de la fuerza muscular respiratoria post abdominoplastia. de enero del de 2007; 139–44.
11. Hernandez Debray E, Fajardo M, Laverde SM, Mondragon A, Sanabria R del P, Morales M, et al. Medidas de la fuerza de los músculos respiratorios en un grupo de adultos sanos del hospital universitario de la samaritana. *Acta Colomb Cuid Intensivo*. 2013; 13- 4:223–36.
12. Mora-Romero UJ, Gochicoa-Rangel L, Guerrero-Zúñiga S, Cid-Juárez S, Silva-Cerón M, Salas-Escamilla I, Torre-Bouscoulet Presiones inspiratoria y espiratoria máximas: Recomendaciones y procedimiento *Neumol Cir Torax* 2014; 73 (4)
13. Souza RB. Presiones respiratorias estáticas maximas. *J Bras Pneumol* 2002; 28 (Suppl 3): S155-S165.
14. Black LF, Hyatt RE. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. *Am Rev Respir Dis*.1969; 99(5):696-702.
15. Muñoz-Fdez C, Díez-Tejedor E, Frank A, Pino JM, Pérez C, Barreiro P. Maximal respiratory pressures in myasthenia gravis. Relation to single fiber electromyography. *Acta Neurol Scand* 2001; 103: 392–395. Munksgaard 2001.
16. Osseman ke, genkins g. Studies in myasthenia gravis review of twenty-year experience in over 1200 patients. *Mount Sinai J Med* 1971; 38:497–537.
17. Menezes, T. N., & Marucci, M. F. N. (2007). Perfil dos indicadores de gordura e massa muscular corporal dos idosos de Fortaleza, Ceará, Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, 23, 2887-2895.

18. Parreira, V. F., França, D. C., Zampa, C. C., Fonseca, M. M., Tomich, G. M., & Britto, R. R. (2007). Pressões respiratórias máximas: valores encontrados e preditos em indivíduos saudáveis. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, 5, 361-368.
19. M.S.L. Cruz, P. Roquetti Fernandes, E. Sonehara, V.M. Reis, F.B. Policarpo, J. Fernandes Filho, Efeitos de terapêuticas respiratórias e actividade física nas pressões respiratórias máximas de mulheres obesas, *Motricidade* 2010, vol. 6, n. 2, pp. 15-21.
20. Tully K et al. Maximal expiratory pressures in spinal cord injury using two mouthpieces. *Chest* 1997; 112: 113–116.
21. J.L. MB. Enfermedades neuromusculares catastróficas. *Neurología*. 25:37–45.
22. Mansel JK, Norman JR. Respiratory complications and management of spinal cord injuries. *Chest* 1990; 97: 1446–1452.
23. Uijl SG et al. Training of the respiratory muscles in individuals with tetraplegia. *Spinal Cord* 1999; 37: 575– 579.
24. Cardoso Ribeiro C. Variación de la fuerza muscular respiratoria postabdominoplastia. *de enero del de 2007*;139–44.
25. Graetz JP, Aparecida Moreno M. Efeitos da aplicação da pressão positiva expiratória final no pós-operatório de evascularização do miocárdio. *Universidade Metodista Piracicaba*. 2015;17–22.
26. E. Marchand, M. Decramer la función de los músculos respiratorios y la unidad en la enfermedad pulmonar obstructiva crónica *Clin. Chest Med.*, 21 (4) (2000), pp. 679-692.

27. La American Thoracic Society / European Respiratory Society Declaración sobre las pruebas de los músculos respiratorios A.m. J. Respir. Crit. Care Med; 166 (2002), pp 518-624.
28. Evaluación de la fuerza de los músculos respiratorios en la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) , A. Pereira Vega, F. Capote Gil, P. Alberich Sotomayor, J. Castillo Gómez, F. Rodríguez Panadero , A. Valera Sánchez . Evaluación de la fuerza de los músculos respiratorios en la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC). Revista asoc neumólogos sur. diciembre de 1990;vol.2: 33–41.
29. TERZANO, Claudio, et al. Maximal respiratory static pressures in patients with different stages of COPD severity. Respiratory research, 2008, vol. 9, no 1, p. 1.
30. M. Khalil, K. Wagih, O Mahmoud, Evaluación de inspiratoria máxima y la presión espiratoria en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica, Egyptian Journal of Tuberculosis y Enfermedades del Tórax, Volumen 63, Número 2, ABRIL DE 2014, PÁGINAS 329-335.
31. Demoule A, Jung B, Prodanovic H, Molinari N, Chanques G, Coirault C, et al. Diaphragm dysfunction on admission to the intensive care unit. Prevalence, risk factors, and prognostic impact-a prospective study. Am J Respir Crit Care Med. 2013; 188(2):213.
32. Elkins M, Dentice R (2015) Inspiratory muscle training facilitates weaning from mechanical ventilation among patients in the intensive care unit: a systematic review. Journal of Physiotherapy 61: 125–134

33. SUPINSKI, Gerald S.; WESTGATE, Phillip; CALLAHAN, Leigh A. Correlation of maximal inspiratory pressure to transdiaphragmatic twitch pressure in intensive care unit patients. *Critical Care*, 2016, vol. 20, no 1, p. 1
34. Begin P, Grassino A. Inspiratory muscle dysfunction and chronic hypercapnia in chronic obstructive pulmonary disease. *Am Rev Respir Dis* 1991; 143: 905-12.
35. J. L. G-M, C VP, J. R. FS, A (primero) Arnedillo Muñoz, J. L. (prime) Costa Sepúlveda, R. GE de los M. Efectos del entrenamiento de la musculatura respiratoria sobre el rendimiento. Revisión bibliográfica. *Rev Andal Med Deporte*. 3(3):163–70
36. Sivori m, Benzo r, Rhodius e, Jolly e, Boim c, Saadia m, et al. Consenso Argentino de Rehabilitación respiratoria. 2004. :357–67
37. Cader SA, Vale RGS, Castro JC, Bacelar SC, Biehl C, Inspiratory muscle training improves maximal inspiratory pressure and may assist weaning in older intubated patients: a randomised trial, 2010 *Journal of Physiotherapy* 56 171-177.
38. Menezes KKP, Nascimento LR, Ada L, Polese JC, Avelino PR, Teixeira-Salmela LF (2016) Respiratory muscle training increases respiratory muscle strength and reduces respiratory complications after stroke: a systematic review. *Journal of Physiotherapy* 62: 138–144.
39. Robledo L Condessa, Janete S Brauner, Andressa L Saul, Inspiratory muscle training did not accelerate weaning from mechanical ventilation but did improve tidal volume and maximal respiratory pressures: a randomised trial, 2013 *Journal of Physiotherapy* 59:101-107
40. Petrovic M, Reiter M, Zipko H, Pohl W, Wanke T. Effects of inspiratory muscle training on dynamic hyperinflation in patients with COPD. *Int J COPD*. 29 de

noviembre de 2012;797–805.

41. IS S, GAF F, FAL D, CTD R, RO, G, GMH F. Inspiratory muscle training for asthma. Cochrane Libr. 2013;9:1–35.
42. Cebrià i Iranzo M dels À, Alan Arnall D, Igual Camacho C, Tomás JM, Meléndez JC. Intervención fisioterápica preventiva del deterioro de la musculatura respiratoria en ancianas institucionalizadas con limitación funcional. Arch Bronconeumol. 49:1–9.
43. Harik-khan RI, Wise RA, Fozard JL. Determinants of Maximal Inspiratory Pressure. Am J Respir Crit CARE Med. 158:1459–64
44. Puente Maestú L, García de Pedro J. Las pruebas funcionales respiratorias en las decisiones clínicas. Arch Bronconeumol. 24 de febrero de 2012;
45. Maillard J, Burdet L, Van Melle G, y Fitting J. Maximal Inspiratory and Espiratory Pressure. Eur Respir J, 1998 ; 11: 901 – 5.
46. López-Chicharro J, Fernández-Vaquero A. Fisiología del Ejercicio. 3a ed. En Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2001.
47. De Lucas P, Rodríguez González-Moro JM, García de Pedro J, Santacruz A, Tatay E, Cubillo JM. Entrenamiento de los músculos inspiratorios en la enfermedad pulmonar obstructiva crónica: su repercusión en parámetros funcionales y tolerancia al ejercicio. Arch Bronconeumol. 1998;34: 64-70.□
48. Rodríguez-Medina CL, Hernández-Álvarez ED, Guzmán-David CA, Ortiz-González DC, Rico-Barrera AV. Caracterización de las medidas de presión inspiratoria y espiratoria máxima en adultos jóvenes sanos de Bogotá, D.C. Univ Nac Colomb. 64:53–8.
49. Rodríguez I. Confiabilidad de la fuerza muscular respiratoria y flujos espiratorios

forzados en adolescentes sanos. *Rev. Chil. Enferm. Respir.* 2015;31(2):86-93.

<http://doi.org/bb44>.

50. Harik, K. (1997). Determinants of Maximal Inspiratory Pressure. The Baltimore Longitudinal Study of Aging. *Am J Respir Crit Care Med.* (1998). 231: 1001 – 1015.