

## INVESTIGACIÓN ORIGINAL

DOI: <http://dx.doi.org/10.15446/revfacmed.v64n3Supl.51060>

# Medidas de presión inspiratoria y espiratoria máxima en sujetos activos y sedentarios

*Measures of maximum inspiratory and expiratory pressure in active and sedentary subjects*

Recibido: 17/06/2015. Aceptado: 7/11/2015.

Edgar Debray Hernández-Álvarez<sup>1</sup> • Carmen Lilia Rodríguez-Medina<sup>1</sup> • Cristian Arvey Guzmán-David<sup>1</sup> • Deisy Carolina Ortiz-González<sup>1</sup> • Angélica Viviana Rico-Barrera<sup>1</sup><sup>1</sup> Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá - Facultad de Medicina - Departamento del Movimiento Corporal Humano - Bogotá, D.C. - Colombia.

Correspondencia: Edgar Debray Hernández-Álvarez. Departamento del Movimiento Corporal Humano. Facultad de Medicina, Universidad Nacional de Colombia. Carrera 30 No. 45-03, edificio 471, oficina 519. Teléfono: +57 316500, ext.: 15089. Bogotá, D.C. Colombia. Correo electrónico: edhernandez@unal.edu.co.

**| Resumen |****Introducción.** La actividad física regular se asocia con valores máximos de presión en los procesos de inspiración y espiración en personas activas, a diferencia de las sedentarias.**Objetivo.** Describir los valores de fuerza muscular respiratoria en sujetos activos y sedentarios de la Universidad Nacional de Colombia.**Materiales y métodos.** Estudio observacional descriptivo transversal en estudiantes activos y sedentarios de la Universidad Nacional de Colombia. Se realizó una entrevista a los participantes relativa a la realización de actividad física, medidas antropométricas, presión inspiratoria y espiratoria máxima con medidor Dwyer Series 477. El análisis de las variables se llevó a cabo mediante el software IBM SPSS Statistics versión 20.0.**Resultados.** Los valores promedio de presión inspiratoria y espiratoria no presentaron diferencias estadísticamente significativas en estudiantes activos, en comparación con los sedentarios ( $p < 0.005$ ). Los valores promedio y desviación estándar para presión inspiratoria máxima fueron: activos  $108.08 \pm 23.53$ , sedentarios  $102.08 \pm 19.95$ , mientras que para espiratoria: activos  $106.55 \pm 27.87$  y sedentarios  $107.34 \pm 23.38$ .**Conclusión.** El presente estudio reporta diferencias significativas entre los valores de presión inspiratoria y espiratoria máxima de acuerdo al género, siendo mayores en los hombres ( $p < 0.001$ ). No se observaron diferencias significativas en los valores de presión de estudiantes activos frente a los sedentarios.**Palabras clave:** Estilo de vida sedentario; Presión; Fuerza muscular; Músculos respiratorios (DeCS).**Hernández-Álvarez ED, Rodríguez-Medina CL, Guzmán-David CA, Ortiz-González DC, Rico-Barrera AV.** Medidas de presión inspiratoria y espiratoriamáxima en sujetos activos y sedentarios. Rev. Fac. Med. 2016;64:S47-52. Spanish. doi: <http://dx.doi.org/10.15446/revfacmed.v64n3Supl.51060>.**| Abstract |****Introduction:** Regular physical activity is associated with maximum pressure values during inhalation and exhalation processes in active people, which is not the case for sedentary people.**Objective:** To describe the values of respiratory muscle strength in active and sedentary students from Universidad Nacional de Colombia.**Materials and methods:** Descriptive cross-sectional study in active and sedentary students from Universidad Nacional de Colombia. An interview to participants was performed regarding the practice of physical activity, anthropometric measurements, and maximum expiratory and inspiratory pressure using a Dwyer Series 477 meter. The analysis of the variables was performed using IBM SPSS Statistics version 20.0 software.**Results:** The average values of inspiratory and expiratory pressure did not show statistically significant differences in active students, compared to sedentary students ( $p < 0.005$ ). The mean values and standard deviation for maximum inspiratory pressure were  $108.08 \pm 23.53$  for active students and  $102.08 \pm 19.95$  for sedentary students, while the values for expiratory pressure were  $106.55 \pm 27.87$  for active students and  $107.34 \pm 23.38$  for sedentary students.**Discussion:** This study reports significant differences between the inspiratory pressure and maximum expiratory values according to sex, being higher in men ( $p < 0.001$ ). No significant differences in the pressure values of active students against sedentary students were observed.**Keywords:** Sedentary Lifestyle; Pressure; Muscle Strength; Respiratory Muscles (MeSH).

Hernández-Álvarez ED, Rodríguez-Medina CL, Guzmán-David CA, Ortiz-González DC, Rico-Barrera AV. Measures of maximum inspiratory and expiratory pressure in active and sedentary subjects. *Rev. Fac. Med.* 2016;64:S47-52. Spanish. doi: <http://dx.doi.org/10.15446/revfacmed.v64n3Supl.51060>.

## Introducción

La medida de la presión inspiratoria y espiratoria máxima es una prueba relativamente sencilla que permite evaluar de forma global la fuerza de los músculos respiratorios. Se ha encontrado que la medida más frecuente es la de presión en boca, llevada a cabo con una boquilla conectada a un transductor que mide presión positiva y negativa. La presión inspiratoria máxima (PIM) es un índice representativo de la fuerza global de los músculos inspiratorios (diafragma e intercostales externos), además de ser un conjunto de variables en las relaciones de longitud-tensión, frecuencia de estimulación y velocidad de contracción que presentan dichos músculos. Por su parte, la presión espiratoria máxima (PEM) es representativa de la fuerza de los músculos espiratorios, principalmente abdominales e intercostales internos (1-3)

La actividad física (AF) regular se asocia con valores de PIM y PEM mayores, en comparación con personas sedentarias, lo que se debe a las adaptaciones neuromusculares y metabólicas (4). Las mejoras que se presentan en la actividad regular según Sheel (5), posiblemente se pueden atribuir al aumento de la percepción en la respiración en el umbral de fatiga de la musculatura respiratoria y en la eficiencia ventilatoria, las cuales se generan al momento de realizar una rutina con carga moderada, altas actividades aeróbicas o fortalecimiento muscular (5). Estudios en individuos sanos que comparan activos y sedentarios han observado que los valores de fuerza muscular inspiratoria y espiratoria son significativamente mayores en los individuos activos (6-9).

Se puede considerar que el aumento de la fuerza muscular respiratoria (FMR) en personas activas depende del tipo de actividad o entrenamiento que lleven a cabo, ya que se ha descrito que la FMR puede aumentar, principalmente durante el trabajo de resistencia. Esto se debe a que en ciertos deportes o ejercicios específicos se genera la activación de los músculos abdominales, pues participan como estabilizadores. Este proceso se da a través de contracciones isométricas que mantienen la postura del cuerpo, mientras que los miembros superiores o inferiores se contraen concéntrica o excéntrica para completar la acción requerida en la práctica de AF (10).

No obstante, la respiración en reposo también implica un trabajo activo sostenido de los músculos respiratorios, específicamente del diafragma, que cuenta con adaptaciones aeróbicas mayores a las de otros músculos esqueléticos. Lo anterior implica que los cambios durante la actividad se relacionen con una resistencia oxidativa superior y no con una mayor producción de fuerza, por lo tanto, se ha visto que el ejercicio mejora los niveles de enzimas oxidativas, pero que la optimización de la fuerza muscular respiratoria depende de si se emplean entrenamientos que favorezcan la actividad de las fibras tipo II o anaeróbicas del diafragma (3,11-13).

Teniendo en cuenta lo anterior, conocer los valores de la fuerza muscular respiratoria de sujetos activos y sedentarios de la población colombiana genera la necesidad de implementar programas de entrenamiento muscular respiratorio que contribuyan a mejorar el rendimiento físico y la función pulmonar (14-16). Así, el objetivo del presente estudio es describir los valores de

FMR en sujetos activos y sedentarios de la Universidad Nacional de Colombia.

## Materiales y métodos

### Tipo de estudio

Estudio observacional de tipo descriptivo transversal que hace parte de una investigación global previa titulada: “Caracterización de las medidas de presión inspiratoria y espiratoria máxima en adultos jóvenes sanos de la ciudad de Bogotá, D.C.” (1), realizada por el Grupo de Investigación Profundización en Kinesioterapia del Departamento del Movimiento Corporal Humano de la Universidad Nacional de Colombia.

### Participantes

Un total de 134 estudiantes de la Universidad Nacional de Colombia que participaron en el proyecto inicial se mantuvieron a lo largo del proceso; además, se consideraron solo aquellos que tuvieran 15 y 35 años e indicaran ser activos o sedentarios. Igualmente, se excluyeron los estudiantes que informaron consumo de tabaco y antecedentes de enfermedad cardiovascular, pulmonar, osteomuscular o neurológica. También se tuvo en cuenta si estuvieron fuera de la ciudad en el mes anterior al inicio del estudio, pues el desplazamiento a una altitud diferente a la de Bogotá puede influir en las adaptaciones respiratorias (1,17).

### Procedimientos

Se invitó a participar a los estudiantes de la Universidad Nacional empleando estrategias como afiches, volantes e invitación directa. Quienes asistieron voluntariamente, y cumplieron con los criterios del estudio, firmaron el consentimiento informativo. Luego, se les interrogó sobre la realización de actividad física, el tipo de práctica y frecuencia y después se realizó la medición de las características antropométricas y de la FMR.

Las medidas antropométricas siguieron las Normas internacionales para la evaluación cineantropométrica (ISAK). Para la talla, se empleó un estadiómetro (20-205cm - precisión de 1mm), el peso corporal se midió con una báscula digital (Kenwell(R) - precisión de 100g) y el índice de masa corporal (IMC) fue determinado mediante la fórmula de Quetelet (18). Cada medida fue realizada en un lugar cómodo, con temperatura adecuada, con el sujeto descalzo, con la mínima ropa posible y generalmente entre las 10:00h y las 15:00h. Posterior a la comprobación de la exactitud de los instrumentos, las medidas fueron tomadas en dos oportunidades y se registró su media (19).

Las medidas de PIM y PEM se obtuvieron con un medidor Dwyer Series 477® ( $\pm 300$ mmHg), siguiendo el protocolo previamente descrito por otros autores (1,3). El participante inició la prueba en posición sedente sin apoyo posterior, desde la cual se le indicó que exhalara de manera controlada la mayor cantidad de aire posible y así poder registrar la inspiración desde el volumen residual (VR). Inmediatamente se le indicó que ubicara la boquilla y la pinza nasal, mientras tomaba aire vigorosamente por la boca a través del circuito. Para la PEM, el participante tomaba controladamente la mayor cantidad de aire hasta llegar a la capacidad pulmonar total (CPT) y a continuación espiraba con vigor a través del medidor. Se realizaron tres mediciones para cada una, espaciadas por periodos de descanso de un minuto, el valor más alto de las tres mediciones fue el registrado.

### Análisis estadístico

Los datos se registraron en una hoja de cálculo y fueron analizados con el software IBM SPSS Statistics, versión 20.0 para Windows. Se examinó la normalidad mediante el test de Kolmogorov-Smirnov, la heterogeneidad fue evaluada con la comparación de medias y el nivel de significancia se fijó en 0.05. Gracias a esto, se presentaron medidas de tendencia central, desviación estándar y proporcionales.

### Resultados

Un total de 244 sujetos asistieron de manera voluntaria a la convocatoria de toma de medidas de fuerza muscular respiratoria PIM y PEM. Se excluyeron 81 participantes por haber estado fuera de Bogotá en el mes anterior al inicio de la medición (n=51) y por antecedentes de enfermedad (n=30) (1), por lo que solo quedaron 163 participantes a ser evaluados y de estos, se excluyeron 29 por antecedentes de tabaquismo, para una cifra final de 134 individuos. Los criterios de exclusión se presentan en la Figura 1, donde las características generales de edad, talla, peso e IMC se presentan como medias según el género para determinar el total de la muestra evaluada (Tabla 1).

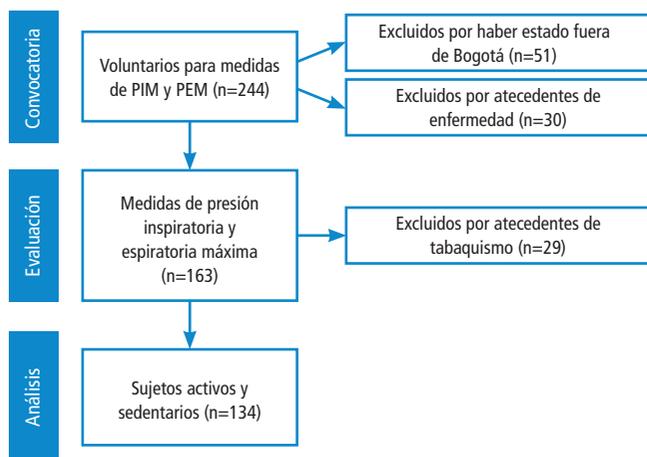


Figura 1. Diagrama de flujo - Medidas de presión inspiratoria máxima y presión espiratoria máxima. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 1. Características generales de los participantes.

Características	Femenino (35.8%)	Masculino (64.2%)	Total (100%)
Edad (años)	21.43±3.395	20.11±3.582	20.58±3.560
Talla (m)	1.58±0.058	1.71±0.067	1.66±0.089
Peso (kg)	56.60±9.049	66.21±11.792	62.77±11.799
IMC (kg/m²)	22.56±3.301	22.52±3.128	22.54±3.179

Fuente: Elaboración propia.

La proporción de participantes de género femenino correspondió al 35.82%, de las cuales 25% eran activas y el 75%, sedentarias.

El 64.18% restante del total de sujetos evaluados correspondió al género masculino, de los cuales 38.37% eran activos y 61.63%, sedentarios. Todos los valores absolutos se recogieron y resumieron en la Tabla 2.

Las medidas de PIM y PEM analizadas, sin diferenciar activos de sedentarios, fueron mayores en el género masculino en comparación con el femenino (p<0.05). Además, se observó que dichas diferencias, en relación con el género (masculino/femenino), se mantienen cuando estos valores se analizan de acuerdo a la clasificación de actividad (Tabla 3-4). Por otra parte, no se presentaron diferencias estadísticamente significativas en los valores promedios de PIM y PEM de activos en comparación con los sedentarios. La media y desviación estándar de las medidas de presión de ambos grupos según el género y el total se presentan en la Tabla 4.

Tabla 2. Distribución de activos y sedentarios de acuerdo al género.

Género	Actividad física		Total
	Sí	No	
Femenino	12 (25%)	36 (75%)	48(35.82%)
Masculino	33 (38.37%)	53 (61.63%)	86 (64.18%)
Total	45 (33.58%)	89 (66.42%)	134 (100%)

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3. Comparación de medidas depresión inspiratoria máxima y presión espiratoria máxima de acuerdo al género.

Género	Femenino	Masculino	Valor p
PIM	93.98±15.88	109.74±21.95	0.000
PEM	97.19±18.97	112.59±26.14	0.000

\*Nivel de significancia <0.001. Fuente: Elaboración propia.

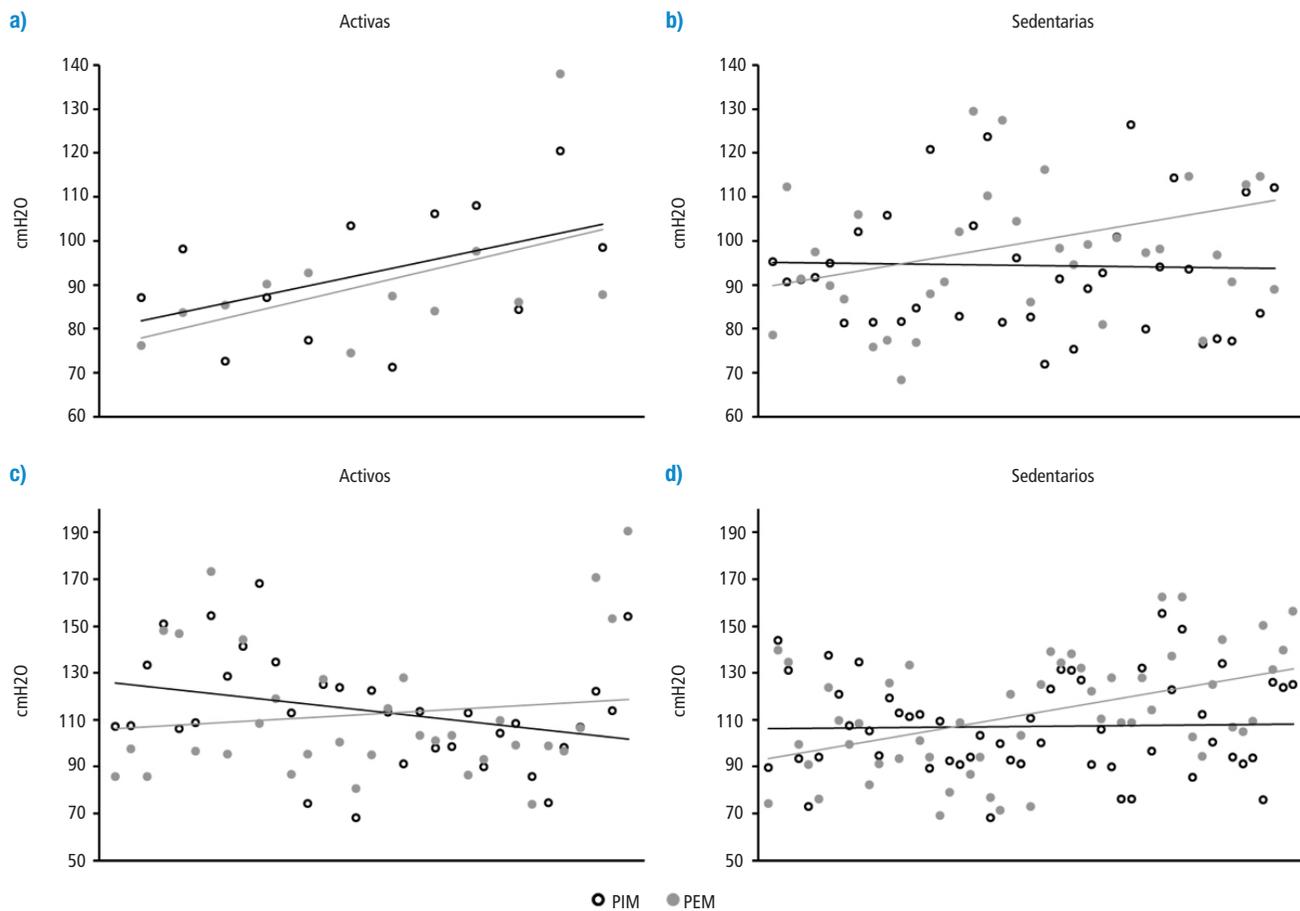
En la representación gráfica se observa una tendencia similar en los valores de PIM y PEM de las mujeres activas, mientras que en las sedentarias la tendencia de PEM es hacia valores mayores en comparación con el PIM. A su vez, en hombres activos la tendencia de PIM para algunos es mayor a la de PEM, mientras que para otros se comporta de manera opuesta; sin embargo, en los sedentarios, la PEM tiende a ser mayor. Cabe resaltar que los grupos de sedentarios son mayores en número, lo que genera que algunas de las medidas tengan promedios más altos (Tabla 2 y Figura 2).

Es importante observar en la Figura 2 que las medidas de PIM y PEM, tanto en hombres activos como en mujeres activas, presentan valores altos en la muestra, determinando algunos valores representativos en cada uno de los grupos. Sin embargo, es necesario realizar nuevos estudios investigativos con una evaluación más específica del nivel de AF, teniendo en cuenta el tipo de actividad, la intensidad, el volumen y la frecuencia.

**Tabla 4.** Comparación de medidas de presión inspiratoria máxima y presión espiratoria máxima en activos y sedentarios.

Presión	PIM			PEM		
Actividad física	Si	No	Valor p	Si	No	Valor p
Femenino	92.78±15.37	94.39±16.24	0.761	90.25±16.31	99.50±19.44	0.119
Masculino	113.65±23.67	107.30±20.67	0.210	112.48±29.00	112.65±24.49	0.977
Total	108.08±23.53	102.08±19.95	0.147	106.55±27.87	107.34±23.38	0.872

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 2.** Tendencia de las medidas de presión inspiratoria máxima y presión espiratoria máxima en activos y sedentarios. a) Mujeres activas; b) Mujeres sedentarias; c) Hombres activos; d) Hombres sedentarios. Fuente: Elaboración propia.

## Discusión

En el presente estudio se presentaron diferencias entre los valores de PIM y PEM según el género y se observó que en promedio ambos valores son mayores en los hombres ( $p < 0.001$ ). Tales resultados coinciden con lo reportado por Black & Hyatt (2), Hernández *et al.* (20), Chen & Kuo (21), Leech *et al.* (22), Ratnovsky *et al.* (3) e inclusive con estudios más recientes como los de Steier *et al.* (23). Por lo tanto, es posible asumir que esas diferencias radican principalmente en el patrón respiratorio, siendo en mujeres de predominio costal superior y en los hombres de tipo mixto, costal alto y diafragmático (24). Además, según lo reportado, dichas diferencias se deben también a la biomecánica, de la cual depende la producción de fuerza en el sistema muscular respiratorio, en donde la longitud y la velocidad de contracción determinan la producción

de fuerza y, a su vez, el volumen pulmonar diferencial de hombres y mujeres, este último determinado por el patrón respiratorio. Así, se da lugar a mayores cambios de longitud y, en ese sentido, a más producción de fuerza en los hombres (3).

Estudios previos han descrito que aquellos sujetos que son activos pueden generar mayor FMR. Freitas *et al.* (25) encontraron una correlación lineal positiva y moderada entre el nivel de AF y la fuerza muscular respiratoria (20,26). En concordancia con lo anterior, Watsford *et al.* (27), en una revisión sistemática describen que en el 45%, es decir, en cuatro de los estudios revisados, se concluye que la FMR es mayor en sujetos activos (28). Sin embargo, en el número restante de estudios no se observaron dichas diferencias y esto se explica por la heterogeneidad metodológica de los estudios comparados, en donde hay diferentes tipos de actividad o deporte que varían en intensidad, volumen y frecuencia (6,29-31).

En esta investigación no se observaron diferencias significativas en los valores de PIM y PEM de activos/sedentarios, solo se identificó que en hombres activos la PIM es mayor, aunque no tiene una significancia estadística. Estos resultados se pueden asociar principalmente a: las diferencias en el número de sujetos de cada grupo, pues el grupo de activos correspondió solo al 33.58% del total de la muestra evaluada; el tipo de actividad o deporte que resultó variable y terminó identificándose con 11 prácticas deportivas en magnitudes absolutas de participación de uno a ocho sujetos por deporte, y la clasificación de activo o sedentario, que dependió de la información global suministrada por cada estudiante y no de la estratificación del nivel de AF mediante un instrumento de medición específica.

## Conclusión

En conclusión, los trabajos que han investigado la FMR según el nivel de AF han descrito que los valores de PIM y PEM de sujetos activos son significativamente mayores en comparación con los sedentarios. Sin embargo, otros autores no han encontrado dichas diferencias. Lo anterior supone que una de las principales dificultades es la heterogeneidad de la práctica de AF que realizan los individuos incluidos en este tipo de análisis. Por lo tanto, lo ideal sería determinar los valores de FMR en actividades o deportes específicos y con muestras representativas para cada uno de estos.

## Limitaciones

Una limitación importante fue la forma en que se determinó si los sujetos eran activos o sedentarios. Debido a que se tuvo en cuenta únicamente la información brindada por cada participante y no se aplicó ningún instrumento para la clasificación del nivel de AF. Por otro lado, el pequeño tamaño muestral de sujetos activos, en especial para el género femenino, afectó la comparación de los valores de PIM y PEM con los sedentarios. A pesar de estas limitaciones, se espera que este trabajo brinde información que permita establecer estrategias que contribuyan a mejorar el rendimiento físico o la función pulmonar de sujetos activos o sedentarios.

## Conflicto de intereses

Ninguno declarado por los autores.

## Financiación

La presente investigación fue financiada por el Programa Nacional de Semilleros de Investigación, Creación e Innovación de la Universidad Nacional de Colombia 2013-2015.

## Agradecimientos

A los estudiantes de Universidad Nacional de Colombia por su amplia participación en este proyecto de investigación, al Departamento del Movimiento Corporal Humano y a la Facultad de Medicina.

## Referencias

- Rodríguez-Medina CL, Hernández-Álvarez ED, Guzmán-David CA, Ortiz-González DC, Rico-Barrera AV.** Caracterización de las medidas de presión inspiratoria máxima y presión espiratoria máxima y excursión de la reja costal en población colombiana de adultos jóvenes sanos. *Rev. Fac. Med.* 2014;64(1):53-8. <http://doi.org/bszq>.
- Black LF, Hyatt RE.** Maximal Respiratory Pressures: Normal Values and Relationship to Age and Sex. *Am Rev Respir Dis.* American Thoracic Society - AJRCCM. 1969 [cited 2016 Oct 11];99(5):696-702. Available from: <https://goo.gl/1TEXog>.
- Ratnovsky A, Elad D, Halpern P.** Mechanics of respiratory muscles. *Respir Physiol Neurobiol.* 2008;163(1-3):82-9. <http://doi.org/fpsxsb>.
- Vassilakopoulos T, Roussos C.** Physiology and Testing of Respiratory Muscles. In: *Clinical Respiratory Medicine.* 3<sup>rd</sup> ed. Philadelphia: Mosby; 2008.
- Sheel AW.** Respiratory muscle training in healthy individuals: physiological rationale and implications for exercise performance. *Sport Med.* 2002;32(9):567-81. <http://doi.org/cbc2sw>.
- Ali Cader S, Dutra Pereira F, Gomes de Sousa R, Martín Dantas EH.** Comparación de la fuerza de la musculatura inspiratoria entre mujeres mayores sedentarias y practicantes de hidrogimnasia. *Rev Esp Geriatr Gerontol.* 2007 [cited 2016 Oct 11];42(05):271-5. Available from: <http://goo.gl/JnJJ4x>.
- Dassios T, Katelari A, Doudounakis S, Dimitriou G.** Aerobic exercise and respiratory muscle strength in patients with cystic fibrosis. *Respir Med.* 2013;107(5):684-90. <http://doi.org/f2pdps>.
- Bradley J, Moran F.** Physical training for cystic fibrosis. *Cochrane Cool.* 2008;23(1):1-4. <http://doi.org/ccf7b>.
- Crisafulli E, Costi S, Fabbri LM, Clini EM.** Respiratory muscles training in COPD patients. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis.* 2007;2(1):19-25. <http://doi.org/d76t5p>.
- Martuscello JM, Nuzzo JL, Ashley CD, Campbell BI, Orriola JJ, Mayer JM.** Systematic review of core muscle activity during physical fitness exercises. *J Strength Cond Res.* 2013;27(6):1684-98. <http://doi.org/bqgw>.
- Wüthrich TU, Eberle EC, Spengler CM.** Locomotor and diaphragm muscle fatigue in endurance athletes performing time-trials of different durations. *Eur J Appl Physiol.* 2014;114(8):1619-33. <http://doi.org/bqgx>.
- Orozco-Levi M.** Structure and function of the respiratory muscles in patients with COPD: impairment or adaptation? *Eur Respir J Suppl.* 2003;46:41-51. <http://doi.org/b94ft9>.
- Poulsen MK, Thomsen LP, Mifsud NL, Nielsen N-PB, Jørgensen RM, Kjærgaard S, et al.** Electrical activity of the diaphragm during progressive cycling exercise in endurance-trained men. *Respir Physiol Neurobiol.* 2015;205:77-83. <http://doi.org/bqgz>.
- How SC, McConnell AK, Taylor BJ, Romer LM.** Acute and chronic responses of the upper airway to inspiratory loading in healthy awake humans: an MRI study. *Respir Physiol Neurobiol.* 2007;157(2-3):270-80. <http://doi.org/btrbrb>.
- Janssens L, Brumagne S, McConnell AK, Raymaekers J, Goossens N, Gayan-Ramirez G, et al.** The assessment of inspiratory muscle fatigue in healthy individuals: a systematic review. *Respir Med.* 2013;107(3):331-46. <http://doi.org/f2pdmz>.
- González JL, Vaz C, Fernández JR, Arnedillo A, Costa JL, Gómez R.** Efectos del entrenamiento de la musculatura respiratoria sobre el rendimiento. *Rev Andaluza Med del Deport.* 2012;5(4):163-70. <http://doi.org/bqg2>.
- Gil LM, López A, Ávila CL.** Normal Values of the Maximal Respiratory Pressures in Healthy People Older than 20 Years Old in the City of Manizales - Colombia. *Colomb Med.* 2012;43(2):120-6. <http://doi.org/bqg3>.
- Saucedo Molina T, Gómez Peresmitré G.** Validez diagnóstica del índice de masa corporal en una muestra de adolescentes mexicanos. *Acta pediátr Méx.* 1997 [cited 2016 Oct 11];18(1):19-27. Available from: <http://goo.gl/RgyaTP>.
- ISAK. Brasil: International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK); 2016 [cited 2016 Oct 11]. Available from: <http://goo.gl/qfiSjd>.
- Hernández E, Mondragón A, Fajardo M, Laverde S, Castro L, Sanabria R, et al.** Medidas de fuerza de músculos respiratorios en un

- grupo de adultos sanos del Hospital Universitario de La Samaritana. *Acta Colomb Cuid Intensivo*. 2013 [cited 2016 Oct 11];13(4):221-2. Available from: <https://goo.gl/YfWvD7>.
21. **Chen HI, Kuo CS.** Relationship between respiratory muscle function and age, sex, and other factors. *J Appl Physiol*. 1989 [cited 2016 Oct 11];66(2):943-8. Available from: <http://goo.gl/3cWZmN>.
  22. **Leech JA, Ghezzi H, Stevens D, Becklake MR.** Respiratory pressures and function in young adults. *Am Rev Respir Dis*. 1983;128(1):17-23. <http://doi.org/bqg5>.
  23. **Steier J, Kaul S, Seymour J, Jolley C, Rafferty G, Man W, et al.** The value of multiple tests of respiratory muscle strength. *Thorax*. 2007;62(11):975-80. <http://doi.org/csk9ht>.
  24. **Kapandji A.** Fisiología articular. 6<sup>th</sup> ed. Madrid: Maloine; 2006.
  25. **Freitas FS, Ibiapina CC, Alvim CG, Britto RR, Parreira VF.** Relationship between cough strength and functional level in elderly. *Rev Bras Fisioter*. 2010;14(6):470-6. <http://doi.org/d7md2j>.
  26. **Rendas AB, Gamboa T, Ramilo T, Botelho AS, Bárbara C, Mota-Carmo M.** Respiratory muscle function in physically active elderly women. *Arch Gerontol Geriatr*. 1996;22(2):123-30. <http://doi.org/cxg9bz>.
  27. **Watsford ML, Murphy AJ, Pine MJ, Coutts AJ.** The effect of habitual exercise on respiratory- muscle function in older adults. *J Aging Phys Act*. 2005;13(1):34-44. <http://doi.org/bqg6>.
  28. **Gonçalves MP, Tomaz CAB, Cassimino ALF, Dutra MF.** Avaliação da força muscular inspiratória e expiratória em idosas praticantes de atividade física e sedentárias Evaluation of the inspiratory and expiratory muscular force in active and sedentary elderly women. *Ci e Mov R bras*. 2006 [cited 2016 Oct 11];14(141):37-44. Available from: <http://goo.gl/P4I2kE>.
  29. **Pereira A, Oliveira-Batista W, dos Santos P, de Drummond-Alves E, Bezerra da Silva E.** Physical activity and respiratory muscle strength in elderly: a systematic review Atividade física e força muscular respiratória de idosos: uma revisão sistemática. *Fisioter mov*. 2014;27(1):129-39. <http://doi.org/bqg7>.
  30. **Freitas FS, Ibiapina CC, Alvim CG, Britto RR, Parreira VF.** Relação entre força de tosse e nível funcional em um grupo de idosos. *Rev Bras Fisioter*. 2010;14(6):470-6. <http://doi.org/d7md2j>.
  31. **Cader SA, Vale RG de S, Monteiro N, Pereira FF, Dantas EHM.** Comparação da Pímax e da qualidade de vida entre idosas sedentárias, asiladas e praticantes de hidroginástica. *Fit Perform J*. 2006;5(2):101-8. <http://doi.org/cwt8tz>.