

INVESTIGACIÓN ORIGINAL

DOI: <http://dx.doi.org/10.15446/revfacmed.v64n1.47089>**Caracterización de las medidas de presión inspiratoria y espiratoria máxima en adultos jóvenes sanos de Bogotá, D.C.***Characterization of inspiratory and expiratory maximal pressure measures in healthy young adults living in Bogotá, D.C.***Carmen Lilia Rodríguez-Medina¹ • Edgar Debray Hernández-Álvarez¹ • Cristian Arvey Guzmán-David² • Deisy Carolina Ortiz-González² • Angélica Viviana Rico-Barrera²****Recibido:** 05/11/2014 **Aceptado:** 12/08/2015¹ Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá - Facultad de Medicina - Departamento del Movimiento Corporal Humano – Grupo de Profundización en Kinesioterapia - Bogotá, D.C. - Colombia.² Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá - Facultad de Medicina - Departamento del Movimiento Corporal Humano - Fisioterapia - Bogotá, D.C. - Colombia.Correspondencia: Carmen Lilia Rodríguez-Medina. Departamento del Movimiento Corporal Humano, Facultad de Medicina, Universidad Nacional de Colombia. Carrera 30 No. 45-03, edificio 471, oficina 519. Teléfono: +57 1 316500, extensión: 15089. Bogotá, D.C. Colombia. Correo electrónico: clrodriguez@unal.edu.co.[| Resumen |](#)

Antecedentes. Los valores de referencia más aceptados mundialmente para la PIM y PEM son los propuestos por Black y Hyatt (1), donde el PIM para varones es $115 \pm 27 \text{ cmH}_2\text{O}$, con un valor del 25% menos en las mujeres y el PEM reportado es 100-150 cmH_2O . Se encontró también el estudio de Harik-khan, donde los hombres registraron medidas 30% superiores a las de las mujeres: 101 y 72 cmH_2O , respectivamente. En la población colombiana se encontró la investigación de Gil donde el valor promedio de PIM fue de $75 \pm 27 \text{ cmH}_2\text{O}$ y el de PEM de $96.4 \pm 36 \text{ cmH}_2\text{O}$, con medidas mayores en los hombres que en las mujeres. Sin embargo, en la población colombiana, se requiere ampliar las investigaciones en este campo; así como lograr establecer ecuaciones predictivas y de esta manera extrapolar estos hallazgos para la prevención de la salud y la rehabilitación pulmonar.

Objetivos. Determinar la fuerza muscular respiratoria en población bogotana entre 15 y 35 años midiendo, de manera directa, la presión inspiratoria máxima (PIM) y la presión espiratoria máxima (PEM) para, de manera indirecta, establecer la ecuación de predicción con las variables antropométricas.

Materiales y métodos. Estudio descriptivo exploratorio y de tipo transversal. Se midió el índice de masa corporal (IMC) y la excursión torácica; la medición directa de PIM y PEM se realizó con el neumotacómetro digital marca Dwyer Series 477.

Resultados. Participaron 163 personas entre 15 y 35 años, el valor promedio de PIM fue $105.67 \pm 21.88 \text{ cmH}_2\text{O}$ y un intervalo de confianza (IC) al 95% de $P(102.30 \leq X \leq 109.06) = 1 - \alpha$. El valor promedio de PEM fue de $108.72 \pm 26.41 \text{ cmH}_2\text{O}$ y un IC de $P(104.64 \leq X \leq 112.81)$. Ambos promedios fueron mayores en hombres.

Conclusión. Los valores hallados en el presente estudio son menores a los reportados por Black & Hyatt (1), probablemente debido a que la constitución física de la población colombiana es diferente. El modelo predictivo con más significancia dependió de las variables de género y el IMC.

Palabras clave: Presión; Fuerza muscular; Adulto (DeCS).

.....
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. Rev. Fac. Med. 2016;64(1):53-8. Spanish. doi: <http://dx.doi.org/10.15446/revfacmed.v64n1.47089>.

Summary

Background. Reference values that have more acceptance worldwide for MIP and MEP are the ones proposed by Black and Hyatt (1), where the PIM for males is $115 \pm 27 \text{ cmH}_2\text{O}$, with a 25% inferior value in women, while the reported MEP is 100-150 $\text{cm H}_2\text{O}$. The study of Harik-Khan was

also found, where men presented measures 30% higher than those of women: 101 and 72 cmH₂O, respectively. Regarding Colombian population the research of Gil was found, where the MIP and MEP average values were 75 ± 27 cmH₂O and 96.4 ± 36 cmH₂O, with higher measures in men.

However, concerning Colombian population it is necessary to expand research in this field, as well as to establish predictive equations and, thus, extrapolate these findings for health prevention and pulmonary rehabilitation.

Objective. To determine respiratory muscle strength in the Bogota's population between 15 and 35 years old by measuring the MIP directly and the MEP indirectly by setting the prediction equation with anthropometric variables.

Materials and Methods. A cross-sectional study with a descriptive and exploratory research was carried out. Body mass index (BMI) and Thoracic excursions were measured. MIP and MEP direct measurement was performed with the digital pneumotachometer Dwyer, 477 Series.

Results. 163 people between 15 and 35 years participated in this study, the BMI average value was 105.67 ± 21.88 cmH₂O with a confidence interval (CI) of 95% of $P(102,30 \leq X \leq 109,06) = 1 - \alpha$. MEP average value was 108.72 ± 26.41 cmH₂O with a CI of $P(104,64 \leq X \leq 112,81)$. Both averages were higher in men.

Conclusion. The obtained values in this research are lower than those reported by Black & Hyatt (1), probably due to the fact that physical constitution of Colombian population is different. The best predictive model depended on the gender and BMI variables.

Keywords: Pressure; Muscle Strength; Respiratory Muscles Adult (MeSH).

.....
Rodríguez-Medina CL, Hernández-Álvarez ED, Guzmán-David CA, Ortiz-González DC, Rico-Barrera AV. [Characterization of inspiratory and expiratory maximal pressure measures in healthy young adults living in Bogotá, D.C.]. *Rev. Fac. Med.* 2016;64(1):53-8. Spanish. doi: <http://dx.doi.org/10.15446/revfacmed.v64n1.47089>.

Introducción

Los músculos ventilatorios son fundamentales en el mantenimiento de los volúmenes respiratorios y por lo tanto intervienen en el patrón respiratorio y en el intercambio gaseoso; su función depende de su capacidad de contracción (2). Uno de los métodos de evaluación de la fuerza muscular es mediante el registro de las presiones respiratorias estáticas máximas: presión inspiratoria máxima (PIM) y presión espiratoria máxima (PEM) (3).

La presión inspiratoria máxima es un índice representativo de la fuerza global de los músculos inspiratorios y se mide cuando los músculos inspiratorios están en su punto máximo de tensión después de una inspiración máxima, es decir, cerca de la capacidad pulmonar total; la PIM disminuye 20% de los 20 a los 70 años y en enfermedades pulmonares, neuromusculares y desnutrición.

La presión espiratoria máxima se mide cuando los músculos espiratorios se hallan en su máxima longitud, es decir, cerca del volumen residual y representa la fuerza de grupos musculares espiratorios y la capacidad tusígena (4).

Los valores de referencia más aceptados mundialmente son los propuestos por Black & Hyatt (1), donde el PIM para varones es 115 ± 27 cmH₂O y para mujeres un valor de 25% menos y el PEM reportado es de 100 a 150 cmH₂O para ambos sexos. Datos establecidos en población no colombiana.

Como antecedentes se encontró el estudio de Harik-Khan *et al.* (2), el cual determinó los valores normales y las ecuaciones de referencia de la PIM; este fue un estudio transversal realizado en 139 hombres y 128 mujeres en Baltimore, con edades entre 20 y 90 años. El efecto de género era fuerte, los hombres registraron medidas 30% superiores a las de las mujeres: 101 y 72 cmH₂O respectivamente. La ecuación de referencia para los hombres es $PIM \pm error\ estándar\ de\ la\ estimación\ (SEE) = 126 + 1.028 \times 0.343 \times edad + peso\ (kg) \pm (22.4)$ y para las mujeres es $PIM\ SEE = \pm 171 + 0.694 \times edad + 0.861 \times peso\ (kg) - 0.743 \times altura\ (cm) \pm (18.5)$.

En este mismo orden, en Manizales se realizó un estudio observacional descriptivo con una muestra total de 308 sujetos en el que se determinaron valores de PIM y PEM y se relacionaron con las variables edad, género, talla, peso e índice de masa corporal; finalmente se construyó un modelo predictivo, encontrándose que el valor promedio de PIM en los encuestados fue de 75 ± 27 cmH₂O y el de PEM de 96.4 ± 36 cmH₂O, con medidas mayores en los hombres que en las mujeres (5).

En el año 2004, Hernández *et al.* (8) realizaron la investigación "Medidas de fuerza de músculos respiratorios en un grupo de adultos sanos del Hospital Universitario de la Samaritana" con una muestra de 50 adultos entre 20 y 70 años. La PIM obtenida fue de 90 cmH₂O, con una desviación estándar de ± 21.69 . En tanto que la medida promedio de PEM fue de 101 cmH₂O con desviación estándar de ± 20.58 .

Sin embargo, en la población colombiana no se tienen valores de referencia con respecto a la fuerza muscular, específicamente en la PIM y PEM, por lo que se requiere

ampliar las investigaciones en este campo; así como es necesario lograr establecer ecuaciones predictivas y de esta manera extrapolar estos hallazgos en el ámbito clínico, entre otros, para el tratamiento de patologías que comprometen la función pulmonar y en especial la mecánica ventilatoria y la fuerza de la musculatura respiratoria. Por lo tanto, el objetivo de la presente investigación fue determinar la fuerza muscular respiratoria a través de la medida de PIM y PEM en población bogotana con edades entre 15 y 35 años mediante dos procedimientos: uno con método directo utilizando neumovacuómetro y uno con método indirecto estableciendo ecuaciones de predicción a través de las variables de peso, talla, excursión de la reja costal, índice de masa corporal y género.

Materiales y métodos

Se realizó un estudio descriptivo exploratorio y de tipo transversal con una muestra de 163 personas; la selección de los individuos se realizó de manera no probabilística y por un muestreo a conveniencia de los estudiantes que asistían a la Universidad Nacional de Colombia, que quisieron participar, que cumplieran con los criterios de inclusión y que no tenían antecedentes de enfermedad cardiovascular, osteomuscular o neurológica. Los seleccionados firmaron el consentimiento informado. Se registró el peso corporal usando una báscula digital marca Kenwell, la talla se midió usando un tallímetro de pared y para el cálculo del índice de masa corporal (IMC) se usó la fórmula de Quetelet.

La expansión de la caja torácica se midió tomando la diferencia en centímetros entre una inspiración máxima y una espiración máxima, ubicando la cinta métrica alrededor del tórax y como punto de referencia la base del esternón.

La medición de la PIM y la PEM se realizó con un medidor de presión Dwyer Series 477, previa instrucción, indicando al participante que ajustara la boquilla a la boca y la pinza en la nariz. Se inició desde el volumen residual para obtener la presión inspiratoria máxima, y para la determinación de la presión espiratoria máxima se llevó a cabo a partir de la capacidad pulmonar total. Se realizaron tres mediciones tanto para la PIM como para la PEM, tomando como referencia el valor más alto obtenido.

Análisis estadístico

El procesamiento de los datos se realizó con el software IBM SPSS Statistics versión 20.0 para Windows. Para las variables cualitativas se calcularon proporciones y para las variables cuantitativas medidas de tendencia central, dispersión y frecuencias. Se aplicó el análisis de normalidad con Kolmogorov-Smirnov y las diferencias estadísticas fueron

determinadas con un nivel de significación del 95% ($p \leq 0.05$) y cálculos de intervalos de confianza para las variables de PIM y PEM.

El análisis bivalente evaluó la relación de la independencia y la homogeneidad de las variables antropométricas con los valores de las presiones respiratorias máximas, usando el coeficiente de correlación de Pearson. Para establecer las ecuaciones de predicción de fuerza muscular respiratoria máxima se utilizó un modelo de regresión lineal multivariado con la metodología Stepwise con una probabilidad de $F < 0.05$ para que la variable pudiera ser incluida en el modelo predictivo.

Consideraciones éticas

Este proyecto sigue los lineamientos de la resolución 8430 del Ministerio de Salud con seres humanos, en donde se clasifica como investigación con riesgo mínimo a este tipo de investigaciones en las que se aplican procedimientos normales no invasivos; además se estableció el correspondiente consentimiento informado, el cual fue explicado y firmado antes de realizar las mediciones.

Resultados

De acuerdo a la muestra poblacional, y a los resultados de las mediciones antropométricas como se evidencia en la Tabla 1, la muestra poblacional total fue de 163 personas, de las cuales 31.9% pertenecía al género femenino y 68.1% al masculino; en cuanto a la edad, el género femenino tuvo una media de 21.58 ± 3.51 años y el masculino 20.9 ± 3.64 años; la talla fue mayor en hombres en comparación con el género femenino; el IMC fue similar en ambos grupos con un valor medio de 22.67 ± 3.22 , dentro de rangos de normalidad, y en cuanto a excursión costal fue mayor en hombres.

Tabla 1. Características físicas de acuerdo al género.

Variables	Femenino (n=52) 31.9%	Masculino (n=111) 68.1%	Total (n=163) 100%
Edad (Años)	21.58±3.41	20.54±3.64	20.9±3.56
Talla (cm)	158.59±5.81	171.51±6.54	167.4±8.78
Peso (kg)	57.06±8.93	66.81±11.76	63.70±11.82
IMC (kg/m ²)	22.68±3.23	22.66±3.22	22.66±3.21
Excursión costal (cm)	5.22±1.78	6.63±2.09	6.18±2.10
PIM	93.42±15.88	111.42±22.00	105.68±21.88
PEM	96.37±19.00	114.52±27.45	108.73±26.41

Fuente: Elaboración propia.

El test de Kolmogorov-Smirnov determinó que las variables con distribución normal son talla, IMC y PIM con un valor $P > 0.05$. De acuerdo al test de U de Mann Whitney se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p = 0.000$) entre el promedio de PIM y PEM de acuerdo al género: se puede observar que los valores promedio son mayores en los hombres (ver Tabla 1). En cuanto a las correlaciones, fue positiva estadísticamente la PIM con las variables antropométricas talla ($r = 0.224$, $P < 0.01$), peso ($r = 0.356$, $P < 0.01$), IMC ($r = 0.270$, $P < 0.01$) y excursión costal ($r = 0.186$, $P < 0.05$); en tanto que para PEM las correlaciones encontradas fueron positivas estadísticamente en las variables talla ($r = 0.237$, $P < 0.01$), peso ($r = 0.251$, $P < 0.01$) y excursión costal ($r = 0.318$, $P < 0.01$).

El promedio de presión inspiratoria máxima obtenida fue de $105.67 \text{ cmH}_2\text{O}$ con una desviación estándar de ± 21.88 y un IC al 95% de $p(102.30 \leq X \leq 109.06)$; en tanto que el promedio de presión espiratoria máxima fue de $108.72 \text{ cmH}_2\text{O}$ con desviación estándar de ± 26.41 y un IC al 95% de $p(104.64 \leq X \leq 112.81)$.

La asimetría para PIM $1 = 0.441$ y para PEM $1 = 0.932$ indican una distribución positiva de las puntuaciones para las dos presiones; es decir, hay una tendencia de las medidas hacia las puntuaciones bajas.

La curtosis de PIM $\gamma_2 = -0.441$ informa que las medidas de esta variable tienen una distribución platicúrtica, indicando una baja concentración de los valores en la región central de la distribución. Por el contrario, la curtosis de PEM $\gamma_2 = 0.529$ indica que las medidas de esta tienen una distribución leptocúrtica, lo que significa que existe una gran concentración de valores en la región central de la distribución. Los valores mínimo y máximo se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Descripción estadística de las medidas de PIM y PEM.

Estadísticos		PIM	PEM
n		163	
Media		105.67	108.72
Desviación estándar		21.88	26.41
Asimetría		0.441	0.932
Curtosis		-0.441	0.529
Mínimo		67.98	68.25
Máximo		168.17	192.32
Percentil	25%	90.54	90.14
	50%	103.32	101.01
	75%	122.63	127.25

Fuente: Elaboración propia.

Para estimar el modelo de regresión lineal múltiple se aplicó la metodología de pasos continuos o Stepwise, donde la construcción de la ecuación se realiza seleccionando las variables una a una; el objetivo de esta metodología es buscar de entre las variables explicativas aquellas que más y mejor expliquen a las variables dependientes PIM y PEM. Se seleccionó el modelo de acuerdo con la bondad del ajuste, es decir con mayor coeficiente de correlación múltiple (R), coeficiente de determinación (R^2) y teniendo en cuenta el estadístico Durbin-Watson cercano a 2.

Con todo lo anterior, el modelo predictivo para presión inspiratoria máxima utilizado fue $PIM = 51.494 + (18.052 * G \text{ género}) + (1.848 * IMC)$, siendo estadísticamente significativo ($F = 22.76$, $P = 0.000$). Del mismo modo, el modelo predictivo para presión espiratoria máxima fue $PEM = 50.309 + (13.610 * G \text{ género}) + (3.229 * E \text{ Costal}) + (1.287 * IMC)$, siendo también estadísticamente significativo ($F = 11.61$, $P = 0.000$).

Los valores de acuerdo al género para la determinación del valor de PIM y PEM de manera indirecta fueron 0 para femenino y 1 para masculino. El error típico de la estimación indica la diferencia entre los valores predichos por la ecuación y los valores reales (Tabla 3 y 4).

Tabla 3. Modelo lineal para presión inspiratoria máxima.

Modelo para presión inspiratoria máxima						
Modelo	R	R^2	R^2 Corregida	Error típico de la estimación	Durbin-Watson	
PIM	0.471	0.222	0.212	19.43	1.647	
Variables	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados		t	Sig.
	B	Error típico	Beta			
Constante	51.494	11.109			4.635	0.000
Genero	18.052	3.266	0.386		5.528	0.000
IMC	1.848	0.475	0.271		3.890	0.000

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4. Modelo lineal para presión espiratoria máxima.

Modelo para presión inspiratoria máxima						
Modelo	R	R^2	R^2 Corregida	Error típico de la estimación	Durbin-Watson	
PEM	0.424	0.180	0.164	24.14	1.336	
Variables	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados		t	Sig.
	B	Error típico	Beta			
Constante	51.494	11.109			4.635	0.000
Genero	18.052	3.266	0.386		5.528	0.000
Excursión costal	18.052	3.266	0.386		5.528	0.000
IMC	1.848	0.475	0.271		3.890	0.000

Fuente: Elaboración propia.

Las ecuaciones predictivas se establecieron para los valores normales de PIM y PEM donde el mejor modelo para el primero fue el resultante entre el género y el IMC, en tanto que el del segundo fue entre género, IMC y excursión costal.

Por otro lado, se relacionaron las medidas directas e indirectas de fuerza muscular respiratoria obteniendo el valor de PIM y PEM con el modelo lineal correspondiente y se calculó la diferencia del valor de PIM y PEM directo menos el predicho por el modelo, encontrando que la diferencia promedio para PIM fue de 15.45cmH₂O y para PEM fue de 18.67cmH₂O.

Discusión

Esta investigación reporta valores de PIM de 105.67±21.88cmH₂O y PEM de 108.72±26.41cmH₂O, observándose diferencias con respecto a los valores de estas presiones reportados en otros estudios: Black & Hyatt, en sus primeras investigaciones, reportan valores de 94.5 y 175.5cmH₂O para PIM y PEM, respectivamente, en personas entre 20 y 74 años de edad, siendo el valor promedio para PEM mayor con respecto a los encontrados en el presente estudio; es de resaltar que las características corporales de la población del estudio de Black & Hyatt, específicamente en la antropometría, varían considerablemente con respecto a las de la población acá estudiada. Por otro lado, Costa (10) reportó valores promedios de 82 y 102cmH₂O para PIM y PEM respectivamente, siendo menores de acuerdo a los aquí encontrados en población entre los 20 y 80 años en un estudio realizado en la ciudad de São Carlos, Brasil. Otro estudio de referencia que guarda una estrecha relación con los datos obtenidos es el de Neder *et al.* (11), quienes encontraron valores promedio de 100cmH₂O para PIM y 106cmH₂O para PEM en personas entre 20 y 80 años.

Con lo anterior, se afirma que la edad es una de las variables con mayor significancia y está asociada con el proceso de envejecimiento y los diferentes cambios físicos y fisiológicos en la musculatura respiratoria, lo cual modifica la carga muscular respiratoria y por ende su fuerza.

En cuanto a la diferenciación entre género, las mujeres tienen menores valores de la presión inspiratoria máxima y de presión espiratoria máxima en comparación con los hombres, encontrando que para las mujeres el valor promedio de PIM es 93.41cmH₂O y de PEM 96.36cmH₂O; en tanto que para los hombres el valor promedio de PIM fue 111.42cmH₂O y de PEM 114.51cmH₂O. Sin embargo, tanto en hombres como en mujeres en este estudio y en los citados valores promedio de PIM y PEM son menores en comparación con los hallados por Black & Hyatt, teniendo en cuenta de la misma manera

la variable género. Probablemente estos resultados están asociados a la constitución física de la población colombiana al ser de una contextura diferente, siendo menos robustos y con menor talla, lo que genera de alguna u otra manera variabilidad en los valores.

Al relacionar las variables edad, género, excursión costal, talla y peso, se encontró que al determinar la ecuación para PIM variables como el género y el IMC tienen una significancia de P=0.000 para ambas; respecto a la ecuación de PEM el género y la excursión de la reja costal tienen una significancia de P=0.002 y P=0.001 respectivamente. Siendo este el segundo estudio en plantear la ecuación predictiva en población colombiana en la ciudad de Bogotá, D.C., se sugiere, al igual que en el estudio de Gil *et al.* (5), realizar investigaciones en otras regiones de Colombia para desarrollar un modelo predictivo generalizado.

Conflicto de intereses

Ninguno declarado por los autores.

Financiación

Universidad Nacional de Colombia y Colciencias, Convocatoria semilleros de investigación año 2014.

Agradecimientos

A los estudiantes semilleros de investigación por su alto compromiso y su actitud investigativa

Referencias

1. Black LF, Hyatt RE. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. *Am. Rev. Respir. Dis.* 1969;99(5):696-702.
2. Harik-Khan RI, Wise RA, Fozard JL. Determinants of Maximal Inspiratory Pressure. The Baltimore Longitudinal Study of Aging. *Am. J. Respir. Crit. Care. Med.* 1998;158(5):1459-64. <http://doi.org/988>.
3. Beydon N, Davis SD, Lombardi E, Allen JL, Arets HG, Aurora P, *et al.* An official American Thoracic Society/European Respiratory Society statement: pulmonary function testing in preschool children. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 2007;175(12):1304-45. <http://doi.org/cvbgz>.
4. Rodríguez I, Alarcón M, Gutiérrez C, Hermosilla P, Contreras T, Báez C. Efecto del entrenamiento de músculos abdominales sobre la función respiratoria en adolescentes sanos: Estudio piloto. *Rev. Chil. Enferm. Respir.* 2014;30(4):203-11. <http://doi.org/bb43>.
5. Gil-Obando LM, López-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. Méd.* 2012;43(2):119-25.

6. **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.
7. **Wilson SH, Coke NT, Edwards RHT, Spiro SG.** Predicted normal values for maximal respiratory pressures in caucasian adults and children. *Thorax*. 1984;39:535-8. <http://doi.org/bwqfbz>.
8. **Hernández-Álvarez ED, Fajardo M, Laverde SM, Mondragón A, Sanabria RdP, Morales M, et al.** Medidas de fuerza de músculos respiratorios en un grupo de adultos sanos del Hospital Universitario de La Samaritana. *Acta Colombiana de Cuidado Intensivo*. 2013;13(4):223-236.
9. **Hernández E, Collins S, Cahalin L.** Ventilatory muscle strength and chest wall excursion in healthy colombian men and women: a pilot study. *Cardiopulmonary Physical Therapy Journal*. 2003;14(4):24-25.
10. **Costa D, Gonçalves HA, Perano-de Lima L, Ike D, Cancelliere KM, de Lima-Montebelo MI.** Novos valores de referência para pressões respiratórias máximas na população brasileira. *J. Bras. Pneumol*. 2010;36(3):306-12. <http://doi.org/b474b3>.
11. **Neder JA, Andreoni S, Lerario MC, Nery LE.** Reference values for lung function tests: II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. *Braz. J. Med. Biol. Res*. 1999;32(6):719-27.
12. **Smyth RJ, Chapman KR, Rebuck AS.** Maximal inspiratory and expiratory pressures in adolescents. Normal values. *Chest*. 1984;86(4):568-72. <http://doi.org/bd8tjj>.
13. **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>.