



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**SECRETARÍA DE SALUD  
HOSPITAL GENERAL DE MÉXICO “DR. EDUARDO LICEAGA”**

**NEUMOLOGÍA**

**PREVALENCIA DE RESTRICCIÓN PULMONAR EN OBESOS  
LATINOAMERICANOS**

**TESIS DE POSGRADO**

Para obtener el título de

**ESPECIALISTA EN NEUMOLOGÍA**

**P R E S E N T A**

**DR. JORGE ANTONIO RAMIREZ ARCE**  
RESIDENTE DE CUARTO AÑO DE NEUMOLOGÍA

**DIRECTOR DE TESIS**  
**DRA. MARIA YOLANDA MARES GUTIERREZ**  
RESPONSABLE DEL DEPARTAMENTO DE FISIOLOGÍA  
PULMONAR  
HOSPITAL GENERAL DE MÉXICO

**DRA. CATALINA CASILLAS SUÁREZ**  
PROFESOR TITULAR DEL CURSO DE NEUMOLOGÍA  
HOSPITAL GENERAL DE MÉXICO



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## RESUMEN

**INTRODUCCIÓN.** La obesidad se asocia con restricción pulmonar e incremento en la resistencia de las vías aéreas. El objetivo fue investigar la relación entre índice de masa corporal (IMC) y mecánica pulmonar, disnea, saturación arterial de oxígeno por pulsoximetría (SpO<sub>2</sub>) y el consumo calórico en sujetos obesos candidatos a cirugía bariátrica, dentro del periodo de evaluación preoperatoria.

**MÉTODOS.** Diseño: Estudio descriptivo, transversal, retrospectivo. Periodo: 25 meses. Sitio: Laboratorio de Fisiología Pulmonar del Hospital General de México. Sujetos: 135 pacientes. Equipo: Pletismógrafo VmaxE 2009, Control de calidad A y B de Enright según lineamientos ATS/ERS 2005. Variables: Demográficas, peso, talla, IMC, disnea, SpO<sub>2</sub>, pruebas funcionales respiratorias y calorimétricas. Análisis estadístico: Estadística descriptiva e inferencial ( $\chi^2$ , ANOVA y correlación momento-producto de Pearson). Significancia estadística: Prefijada en menos del 5%. Paquete estadístico: SPSS® v. 13 (Chicago, Ill, USA).

**RESULTADOS.** Se estudiaron 135 pacientes obesos candidatos a cirugía bariátrica, 110 mujeres (81.5%). Edad media (41.6±12.0 años). IMC medio (45.1±9.2 Kg/m<sup>2</sup>). 25 pacientes presentaron disnea (18.5%). SpO<sub>2</sub> media (91.5±6.1%). Los valores medios funcionales que correlacionaron con el IMC fueron CRF 2.12±0.82, VR 1.7±0.8 y R<sub>int</sub> 0.29±0.09. Los valores medios calorimétricos fueron VO<sub>2</sub> 262.4±83.7 mL/min., Kcal/día 2,039.5±638.7.

**CONCLUSIONES.** En esta población de sujetos obesos mexicanos candidatos a cirugía bariátrica se encontraron valores funcionales pulmonares normales independientemente

del grado de obesidad. La originalidad del estudio radica en que a diferencia de otros estudios que están limitados por tamaños muestrales pequeños o solo abordan aspectos específicos funcionales respiratorios.

**Palabras clave:** Índice de masa corporal; volúmenes pulmonares; obesidad; pruebas de función respiratoria.

**Abreviaturas:** ATS = Sociedad Americana del Tórax; CI = capacidad inspiratoria; CPT = capacidad pulmonar total; CRF = capacidad residual funcional; CV = capacidad vital; CVF = capacidad vital forzada; EPOC = enfermedad pulmonar obstructiva crónica; ERS = European Respiratory Society; FEM = flujo espiratorio máximo; IMC = índice de masa corporal; IR = índice respiratorio; Kcal/día = calorías consumidas por día en reposo; OMS = Organización Mundial de la Salud; PFR = pruebas funcionales respiratorias;  $R_{int}$  = medición de resistencia por técnica de interrupción;  $SpO_2$  = saturación de oxígeno por pulsoximetría; VC = volumen corriente;  $VCO_2$  = producción de bióxido de carbono; VE = volumen minuto;  $VEF_1$  = volumen espiratorio forzado en el primer segundo; VER = volumen espiratorio de reserva;  $VO_2$  = consumo de oxígeno;  $VO_{2max}$  = consumo máximo de oxígeno; VPFE = volumen pulmonar al final de la espiración; VR = volumen residual.

## **ABSTRACT**

**INTRODUCTION.** Obesity is associated with pulmonary restriction and elevated resistance or airway. The objective was to investigate the relationship between body mass index (BMI) and respiratory functional tests, dyspnea, pulse oximetry and indirect calorimetry in obese patients undergoing bariatric surgery during preoperative evaluation.

**METHODS.** Design: Descriptive study, transversal, retrospective. Period: 25 months. Site: Hospital General de México. Subjects: 135 patients. Equipment: Body Plethysmography VmaxE 2009, Quality control under the American Thoracic Society guidelines, 2005. Variables: Demographics, weight, size, BMI, dyspnea, SpO<sub>2</sub>, respiratory function tests and indirect calorimetry. Statistical analysis: Inferential and descriptive analysis statistics ( $\chi^2$ , ANOVA and Pearson's moment-product correlation). Statistical significance: Prefixed <5%. Statistical program: SPSS® v. 13 (Chicago, Ill, USA).

**RESULTS.** There were studied 135 obese patients undergoing bariatric surgery, 110 women (81.5%). Middle age (41.6±12.0 años). BMI (45.1±9.2 Kg/m<sup>2</sup>). 25 patients referred dyspnea (18.5%). SpO<sub>2</sub> (91.5±6.1%). The respiratory function tests that correlated with BMI were Functional Residual Capacity (FRC) 2.12±0.82, Residual volumen (RV) 1.7±0.8 y Raw 0.29±0.09. The indirect calorimetric values were oxygen consumption (VO<sub>2</sub>) 262.4±83.7 mL/min., Kcal/day 2,039.5±638.7.

**CONCLUSIONS.** In this Mexican obese patients undergoing bariatric surgery, there were found normal respiratory function values independently of the obesity severity. The originality of this study is that other studies are limited because of a minor number of patients or the limited respiratory values reported.

**Key words:** Body mass index; respiratory volumes; obesity, respiratory function tests.

## INTRODUCCIÓN.

La OMS define a la obesidad como un exceso de grasa corporal acumulada que provoca serias alteraciones en la salud, considerando sobrepeso a un índice de masa corporal (IMC) mayor de 25 Kg/m<sup>2</sup> y obesidad si es mayor de 30 Kg/m<sup>2</sup>.<sup>1-6</sup> Tan solo en Europa para el 2008 había 500 millones de adultos obesos y se calcula que para el 2015 cerca de 700 millones de adultos serán obesos, previendo que 7 millones de adultos habrán muerto por consecuencias directamente relacionadas con el sobrepeso y la obesidad, ocasionando un alto impacto económico con la atención de sus comorbilidades asociadas.<sup>7,8</sup> Harrington también indica que para el 2025, la población mayor de 65 años será del 18% en Norteamérica y que 31% de ella tendrá algún grado de obesidad.<sup>9</sup>

Frecuentemente, los pacientes obesos pueden presentar síntomas respiratorios, pero aún si no presentan síntomas respiratorios, son enviados a evaluación de su mecánica pulmonar.<sup>10-13</sup> En ellos, se han documentado volúmenes pulmonares reducidos, distensibilidad pulmonar reducida y mayor medición de resistencia por técnica de interrupción ( $R_{int}$ ).<sup>11,14-16</sup> Y se ha atribuido mayor influencia en la distribución de la grasa corporal androide en la restricción pulmonar del paciente obeso.<sup>17</sup>

Parameswaran et al. reportaron que las principales complicaciones de la obesidad incluyen mayor demanda de la ventilación, trabajo pulmonar elevado, deficiencia de la musculatura respiratoria y disminución de la elasticidad de la pared torácica. También han informado que en posición supina el diafragma asciende al tórax y, todo el peso del tórax inferior y del abdomen, comprime los pulmones. En ese punto, el volumen espiratorio de reserva (VER) se puede acercar al volumen de cierre del gas al estar

atrapado en la caja torácica por disminución del calibre de la vía aérea e incluso exceder sus valores. Esto es secundario al aumento de la masa grasa, demostrado por una relación exponencial entre el IMC y la capacidad residual funcional (CRF).<sup>18</sup> La disminución de la CRF es detectable incluso en aquellos individuos con sobrepeso. La reducción de la CRF puede ser tan evidente que incluso puede acercarse al valor del volumen residual (VR).<sup>10</sup> En un grado superlativo, la obesidad mórbida puede promover restricción y anomalías en la ventilación/perfusión condicionando hipoxemia de reposo.<sup>14,17,19</sup>

El problema de la obesidad ha obligado a las grandes unidades hospitalarias a crear clínicas de cirugía bariátrica en un esfuerzo por controlar los problemas de salud asociados a ella.<sup>20,21</sup> Requieren una evaluación pre-operatoria cuidadosa de la función pulmonar, ya que entre los mayores problemas asociados con la obesidad serán los respiratorios.<sup>22,23</sup> En los obesos existe mayor incidencia y prevalencia de asma, enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) y trastornos del sueño.<sup>12,23-25</sup> Asimismo, son los pacientes en quienes se han documentado diferencias significativas en estancias hospitalarias, necesidad de soporte en unidades de terapia intensiva por la necesidad de re-intubación y la presencia de hipoxemia e hipercapnia.<sup>26</sup>

En general, los estudios que abordan la función respiratoria en sujetos obesos que serán sometidos a cirugía bariátrica adolecen de la limitación de un tamaño muestral pequeño como los estudios de Guimaraes et al. que reportan los datos funcionales pulmonares de 36 pacientes y en el estudio de Faintuch et al. que sólo estudiaron los datos espirométricos en 46 sujetos con IMC >60 kg/m<sup>2</sup> y el consumo máximo de oxígeno (VO<sub>2máx</sub>) en caminata en banda.<sup>19,27</sup>



El objetivo del presente estudio es presentar la mayoría de las características funcionales pulmonares de pacientes obesos candidatos a cirugía bariátrica durante la valoración neumológica preoperatoria, en un mayor tamaño muestral que el reportado en la literatura.

## **MÉTODOS.**

**Diseño.** Estudio descriptivo, transversal, retrospectivo (revisión de expedientes).

**Pacientes.** Adultos obesos sometidos a pruebas de función respiratoria (PFR) dentro de su protocolo de estudio pre-operatorio para cirugía bariátrica.

**Periodo.** 25 meses.

**Sitio.** Laboratorio de Fisiología Pulmonar del servicio de Neumología del Hospital General de México "Dr. Eduardo Liceaga", O.D.

**Equipo.** Pletismógrafo VmaxE, 2009, Vyasis HealthCare, Yorba Linda, CA. con especificaciones de manufactura que exceden los requisitos de la ATS al momento de certificación, calibrado diariamente con jeringa de 3 L certificada por la CareFusion Germany, Hoechberg, 234 (2010). Los estudios se realizaron bajo lineamientos de estandarización establecidos por la American Thoracic Society/European Respiratory Society (ATS/ERS) 2005 cumpliendo con los criterios de calidad Enright A. Los estudios son realizados por personal certificado por la NIOSH, [Folios 124533 (vigencia 2012-2017); 113743 (vigencia 2010-2015) y 113748 (vigencia 2010-2015)].

**Muestra.** Censo completo.

**Variables.** Demográficas (género, edad), clínicas (peso, talla, IMC y disnea), saturación de oxígeno por pulsoximetría ( $SpO_2$ ), funcionales respiratorias [capacidad vital forzada (CVF), volumen espiratorio forzado en el primer segundo ( $VEF_1$ ), relación  $VEF_1/CVF$ , flujo espiratorio máximo (FEM), capacidad pulmonar total (CPT), VER, VR, CRF, relación  $VR/CPT$ ,  $R_{int}$ ] y calorimétricas [volumen corriente (VC), volumen minuto (VE), consumo

de oxígeno ( $VO_2$ ),  $VO_{2\text{máx}}$ , producción de bióxido de carbono ( $VCO_2$ ), índice respiratorio (IR), Kcal/d].

**Procedimiento.** Revisión de expedientes de pacientes obesos candidatos a cirugía bariátrica a quienes, dentro de su protocolo de estudio, se les realizó valoración neumológica pre-operatoria con estudios funcionales (espirometría, pletismografía, calorimetría en reposo y  $SpO_2$ ). La disnea se definió como la incapacidad para subir 2 pisos y la necesidad de realizar una pausa al menos. Los estudios se realizaron con un pletismógrafo VmaxE 2009, Vyasis HealthCare. Los estudios se realizaron bajo lineamientos de estandarización establecidos por la American Thoracic Society/European Respiratory Society (ATS/ERS) 2005 cumpliendo criterios de calidad Enright A y B.<sup>28-30</sup> Los estudios fueron realizados por personal certificado por la NIOSH. La escala de referencia para las variables espirométricas fue la publicada por el Dr. Pérez-Padilla y para los valores de los volúmenes pulmonares se utilizó las ecuaciones de referencia de Knudson y cols.<sup>31-33</sup>

La obesidad se graduó de acuerdo a la clasificación de la OMS: grado I, IMC 30.0-34.9  $Kg/m^2$ , grado II 35.0-39.9  $Kg/m^2$  y grado III  $\geq 40.0$   $Kg/m^2$ .<sup>1</sup>

**Análisis estadístico.** Estadística descriptiva (frecuencias, proporciones, medias aritméticas, desviaciones estándar) e inferencial ( $\chi^2$ , ANOVA y correlación momento-producto de Pearson entre el IMC y disnea,  $SpO_2$ , valores funcionales respiratorios y calorimétricos).

**Significancia estadística.** Prefijada en menos del 5%.

**Paquete estadístico.** SPSS® v. 13 (Chicago, Ill, USA).

## RESULTADOS.

Durante el periodo de estudio se incluyeron a 135 pacientes, predominantemente mujeres, 81.5% (n=110). La edad media fue de  $41.6 \pm 12.0$  años (18-75 años). Solo 2 pacientes tenían historia de tabaquismo con un índice tabáquico menor de 2 paquetes-año, suspendido antes de ingresar al programa de cirugía bariátrica.

La talla media fue de  $1.60 \pm 0.09$  m (1.40-1.86 m) y el peso medio de  $115.4 \pm 26.2$  Kg (68-221 Kg). El IMC medio fue de  $45.1 \pm 9.2$  Kg/m<sup>2</sup> (31.6-86.3 Kg/m<sup>2</sup>). Los porcentajes de pacientes en cada grado de obesidad fueron: grado I 10 casos (7.4%), grado II 31 pacientes (23.0%) y grado III 94 pacientes (69.6%).

Veinticinco pacientes (18.5%) reportaron disnea. La SpO<sub>2</sub> media fue de  $91.5 \pm 6.1\%$  (45-99%). En la Tabla I se muestran las variables disnea, SpO<sub>2</sub>, funcionales respiratorias y calorimétricas de la población total, mientras que en la Tabla II se muestran los datos de acuerdo al grado de obesidad. Las correlaciones momento-producto de Pearson entre IMC y las variables funcionales respiratorias se muestran en la Tabla III.

No se encontraron alteraciones funcionales en este grupo, ya que las variables funcionales pulmonares resultaron en valores normales, incluso al ser analizadas por grupos de obesidad. Solo se encontró significancia de magnitud media en las correlaciones del IMC con R<sub>int</sub> (r=-0.464, p<0.001), VE (r=0.358, p<0.001), VO<sub>2</sub> (r=0.443, p<0.001), VCO<sub>2</sub> (r=0.331, p=0.001) y Kcal/día (r=0.486, p<0.001) (Gráficas 1-5) y de baja magnitud en la correlación del porcentaje de la CRF-IMC (r=0.309, p=0.026).

Los datos funcionales pulmonares resultaron localizarse dentro de los valores inferiores normales en los sujetos estudiados en el grupo de obesidad grado I. Tampoco se

encontraron diferencias en disnea, SpO<sub>2</sub>, los valores funcionales pulmonares o al analizarlos por grupos de obesidad.

## DISCUSIÓN

Este es el primer estudio mexicano que reporta la mayoría de los valores funcionales de la mecánica pulmonar en obesos, dentro de la valoración pre-operatoria de la cirugía bariátrica, incluyendo el consumo calórico en reposo. Esta información no está disponible en otros estudios que incluyen un menor número muestral ó bien los grupos de IMC son limitados.

Los resultados de los valores funcionales de los sujetos obesos asintomáticos candidatos a cirugía bariátrica, se comportaron de manera estable y dentro de los intervalos de normalidad independientemente del grado de obesidad, aunque hay estudios que demuestran que el IMC correlaciona directamente con la CRF. Guimaraes et al. encontraron una disminución de hasta el 56% en la CRF en 36 sujetos obesos sometidos a cirugía bariátrica.<sup>19</sup> Faintuch et al. demostraron que un grupo similar de 46 sujetos obesos con IMC >60 kg/m<sup>2</sup>, sometidos a cirugía bariátrica, tienden a estar hipoventilados por una capacidad aeróbica reducida.<sup>27</sup>

Hulens et al. reportaron que la obesidad disminuye la elasticidad de la pared torácica obstaculizando la mecánica ventilatoria, sobre todo, durante la anestesia y en los cuidados post-operatorios en éstos.<sup>34</sup> La tendencia al reflujo gastroesofágico debido a la presión intra-abdominal elevada y la hipoventilación puede ocasionar otras alteraciones, tales como bronquitis crónica, asma y, en eventos post-operatorios, atelectasias como fue establecido por Torchio et al. al estudiar a 41 sujetos, y Wang et al. calificaron estas alteraciones como restrictivas en solo 8 sujetos.<sup>12,25</sup>

De acuerdo a Koziel et al. hay una correlación directa entre la distribución de la grasa corporal y la disminución en la CVF y el VEF<sub>1</sub>, siendo la distribución androide y la estatura de la grasa corporal en hombres, la que condiciona un mayor impacto funcional.<sup>35</sup> por una mayor influencia en la relación directa entre el volumen pulmonar y el tamaño corporal. Misra et al. (n=2050) comprobaron que la distribución de la grasa corporal y el índice circunferencia abdominal/cadera no es aplicable en todas las etnias, por lo menos en población asiática y caucásicos.<sup>36</sup>

Thyagarajan en su estudio prospectivo con cohorte de 2191 pacientes y seguimiento a 10 años encontró que aquellos pacientes con índice de masa corporal mayor a 26.4kg/m<sup>2</sup> tuvieron una reducción media de 64mL en FEV1 a 10 años. Mientras que durante ese mismo lapso de tiempo individuos con IMC menor a 21.3kg/m<sup>2</sup> mostraron un incremento de 60mL en FEV1, sin reducción de este valor hasta después de los 38 años de edad. Lo cual representa un cambio mínimo en la función pulmonar en pacientes con IMC menores de 40 kg/m<sup>2</sup>. Y que es compatible con la muestra y los resultados obtenidos en el estudio ahora presentado.

En contraste sujetos con IMC superiores a 40kg/m<sup>2</sup>, Carey et al., Canoy et al., Saliman et al., encontraron mediante estudios prospectivos y cohortes de 1543, 9676 y 296 pacientes respectivamente disminución importante de valor de FEV1 y FVC, así como disminución de la relación FEV1/FVC con situaciones del 83% del predicho para mujeres y del 71% para hombres, con un importante patrón restrictivo y una relación fuerte con la obesidad central y la acumulación grasa en patrón androide, asociado a la

restricción por ocupación abdominal y el impedimiento pulmonar para lograr volúmenes y distensibilidad fisiológicamente normales.

Jones y Nzekwu encontraron una relación lineal entre el IMC y la CPT y también reportaron que la CRF y el VER disminuyen exponencialmente con IMC de 25 a 39 Kg/m<sup>2</sup>, pero en la CRF de sujetos con peso de 30 a 40 Kg/m<sup>2</sup> o más no encontraron mayor diferencia y esto último es consistente con los resultados reportados en este estudio. Incluso se ha reportado que la CRF es el valor funcional más afectado por el peso y solo hasta exceder un IMC >35 Kg/m<sup>2</sup> hay afección en la CPT. También se ha propuesto que se puede esperar un descenso del 0.5% en la CVF, CPT y VR por cada unidad de incremento del IMC. Y la CRF y el VER disminuyen el 3 y 5%, respectivamente, por cada unidad de incremento en el IMC de 20 a 30 Kg/m<sup>2</sup>; y del 1% a partir de IMC >30 Kg/m<sup>2</sup>.<sup>11</sup> Jones y Nzekwu (n=373) incluyeron pacientes con peso normal (>20 Kg/m<sup>2</sup>) y algunos de ellos con antecedente de asma y tabaquismo demostrando que los volúmenes pulmonares disminuyen en los valores de CRF y VER conforme incrementa el IMC. Contrariamente a estos autores, los resultados del presente estudio revelan que los valores funcionales de estos sujetos se comportaron de manera estable y dentro de los intervalos de normalidad independientemente del grado de obesidad. Únicamente la SpO<sub>2</sub> al aire ambiente resultó menor en los pacientes con obesidad grado I. Este hecho tampoco fue comprobado en los pacientes de este estudio, ya que los valores del VER solo tuvieron diferencias de 400 a 500 mL entre los distintos grupos de obesidad.

De acuerdo a los resultados del presente estudio, la R<sub>int</sub>, la CRF, el VE, el VO<sub>2</sub> y el consumo calórico por día fueron los únicos datos funcionales respiratorios que tuvieron una correlación estadísticamente significativa -aunque con regulares niveles de



magnitud-, con el incremento del IMC. Solo en el grupo de obesidad grado I se reportaron elevadas y en los demás grupos reportaron valores normales. Lo primero que llama la atención es que los datos funcionales resultan normales en la población mexicana. Incluso de toda la bibliografía consultada un dato fundamental que explica la afección pulmonar es la disminución de la CRF secundaria a la disminución del VER. Sin embargo, esto no se comprobó en el presente estudio.

Sin embargo esto se corrobora en recientes publicaciones respecto a obesidad y alteración en las pruebas de función respiratoria publicadas en China (2017) bajo la directiva de Shengyu Wang en el departamento de medicina respiratoria del hospital de la universidad de Xi'an Jiaotong, quienes a través de una muestra de 770 pacientes obesos y no obesos, no encontraron cambios con significancia estadística entre ambos grupos al comparar FEV1, FEV1/FVC, PEF, and FEF, no así encontrando disminución significativa del valor aislado de FVC<sup>2</sup>.

En el estudio dirigido por Mohammed Al Ghobain (2012) donde se comparan una muestra de 294 sujetos, no fumadores, con índice de masa corporal en parámetros normales vs obesos con IMC medio de 32, no se encontró diferencia en FEV1, FVC, FEV1/FVC, FEF25-75. Solo se encontró afectación del valor de PEF de manera mínima (inferior al 6% de cambio).<sup>3</sup>

Guanette et al. han referido un efecto paradójico de la obesidad en 36 pacientes con EPOC, explicando que hay una razón CI/CPT mayor en relación a pacientes con EPOC con peso normal condicionando una mayor tolerancia a la disnea en base a que suelen

tener una mayor demanda de  $VO_2$  para suplir las necesidades de un tamaño corporal mayor, condicionando hiperinflación pulmonar y, por lo tanto, un VPFE disminuido.<sup>37</sup> Este hecho se ha intentado explicar como un factor que confiere al sujeto obeso una mejor tolerancia a la disnea, ya que se comprueba que a mayor IMC hay un mayor  $VO_2$ , mayor consumo calórico en reposo y mayores volúmenes pulmonares.

## **CONCLUSIONES**

En el presente estudio se documentaron regulares correlaciones de la obesidad con la afección respiratoria (CRF y  $R_{int}$ ) en sujetos obesos sanos candidatos a cirugía bariátrica a diferencia de lo reportado en la literatura mundial. Sin embargo, los valores funcionales respiratorios se encuentran dentro de los intervalos de la normalidad. Esto puede deberse a diferencias étnicas por un lado y a que el grupo de pacientes estudiados en su mayoría son menores de 50 años y asintomáticos. Otro punto relevante es que la Ciudad de México está a más de 2,000 metros sobre el nivel del mar, por lo que hay que contemplar que los valores funcionales respiratorios en la mecánica pulmonar de estos sujetos obesos pueden ser cambios adaptativos a las grandes alturas.

Además, hay que considerar que así como en los pacientes con EPOC, la obesidad confiere un efecto protector contra mortalidad, un llamado efecto paradójico de la obesidad que aún no está del todo explicado, pero en el que hay que reconocer que la obesidad del sujeto con  $IMC >30 \text{ Kg/m}^2$  es producto de la ganancia de peso durante años

de múltiples factores etiológicos y esto ha conferido además un fenómeno pulmonar de adaptación a dicha obesidad.

Los laboratorios de función pulmonar tienen un impacto potencial en la evaluación de los pacientes candidatos a cirugía bariátrica, sobre todo considerando que México tiene el segundo lugar de obesidad en adultos a nivel mundial y el primero en la población infantil.<sup>38</sup> No se ha definido claramente el papel del compromiso funcional en esta población sobre sus complicaciones post-operatorias. Y es un campo abierto a investigación.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Billington CJ, Epstein LH, Goddwin NJ, Hill JO, PiSunyer FX, Rolls BJ, et al. National Task Force on the Prevention and Treatment of Obesity, Overweight and Health Risk. Arch Intern Med 2000;160:898-904.
2. Shengyu Wang, Xiuzhen Sun, Te-Chun Hsia, Xiaobo Lin, Manxiang Li, et al. The effects of body mass index on spirometry tests among adults in Xi'an, China. Published by Wolters Kluwer Health, Inc. Medicine (2017) 96:15(e6596)
3. Al Ghobain; The effect of obesity on spirometry tests among healthy non-smoking adults. Department of Medicine, College of Medicine, King Saud bin Abdulaziz, University for Health Sciences. BioMed Central Ltd. BMC Pulmonary Medicine 2012, 12:10
4. Luciana Costa Melo, Maria Alayde Mendonça da Silva, Ana Carolina do Nascimento Calle. Obesity and lung function: a systematic review. Universidade Federal de Alagoas, Maceio, AL, Brazil. Einstein. 2014;12(1):120-5
5. Lyznicki JM, Young DC, Riggs JA, Davis RM. Obesity: Assessment and management in primary care. Am Fam Phys 2001;63:2185-96.
6. World Health Organization. [<http://www.who.int>] Obesity and overweight fact sheet No. 311. [Updated March 2013; Cited 2006 Sep] WHO Available from: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/index.html>
7. McClean KM, Kee F, Young IS, Elborn JS. Obesity and the lung: Epidemiology. Thorax 2008;63:649-54.
8. Instituto Médico Europeo de la Obesidad. [[www.imeoobesidad.com](http://www.imeoobesidad.com)] España; [cited 2012 Aug 11] IMEO Estadísticas de obesidad 2012. Available from: <http://stopalaobesidad.com/2012/11/08/resumen-de-estadisticas-de-obesidad-2012/>
9. Harrington J, Lee-Chiong T. Obesity and aging. Clin Chest Med 2009;30:609-14.
10. Salome CM, King GG, Berend N. Physiology of obesity and effects on lung function. J Appl Physiol 2010;108:206-11.

11. Jones RL, Nzekwu MMU. The effects of body mass index on lung volumes. *Chest* 2006;130:827-33.
12. Torchio R, Gobbi A, Gulotta C, Dellaca R, Tinivella M, Hyatt RE, et al. Mechanical effects of obesity on airway responsiveness in otherwise healthy humans. *J Appl Physiol* 2009;107:408-16.
13. Pérez PJR, Meza S, Chi LG, Vázquez JC. Alteraciones respiratorias en el obeso. En: Méndez SN, Uribe M, editores. *Obesidad: epidemiología, fisiopatología y manifestaciones clínicas*. Mexico. Manual Moderno; 2002;19:231-51.
14. Littleton SW. Impact of obesity on respiratory function. *Respirology* 2012;17:43-9.
15. Naimark A, Cherniak RM. Compliance of the respiratory system and its components in health and obesity. *J Appl Physiol* 1960;15:377-82.
16. King GG, Brown NJ, Diba C, Thorpe CW, Muñoz P, Markg GB, et al. The effects of body weight on airway caliber. *Eur Respir J* 2005;25:896-901.
17. Lazarus R, Sparrow D, Weiss ST. Effects of obesity and fat distribution on ventilatory function. *Chest* 1996;110:1425-9.
18. Parameswaran K, Todd DC, Soth M. Altered respiratory physiology in obesity. *Can Respir J* 2006;13:203-10.
19. Guimaraes C, Martins MV, Moutinho JS. [Pulmonary function in obese patients submitted to bariatric surgery] *Port. Rev Port Pneumol* 2012;18:115-9.
20. Gabrielsen AM, Lund M, Kongerud J, Viken KE, Roislien J, Hjelmessaeth J. The relationship between anthropometric measures, blood gases and lung function in morbidly obese white subjects. *Obes Surg* 2011;21:485-91.
21. Hans NKJ, le Roux CW. Bariatric Surgery. *J Clin Pathol* 2013;66:90-8.
22. Fried M, Hainer V, Basdevant A, Buchwald H, DeitelM, Finer N, et al. Clinical Guidelines. Inter-disciplinary European guidelines on surgery of severe obesity. *Internat J Obesity* 2007;31:569-77.

23. Clinical Issues Committee. American Society for Metabolic and Bariatric Surgery. Perioperative management of obstructive sleep apnea. *SOARD* 2012;8:27-32.
24. Farah CS, Kermode JA, Downie SR, Brown NJ, Hardaker KM, Berend N, et al. Obesity is a determinant of asthma control independent of inflammation and lung mechanics. *Chest* 2011;140:659-66.
25. Wang LY, Cerny FJ, Kufel TJ, Grant BJB. Simulated obesity-related changes in lung volume increases airway responsiveness in lean, non-asthmatic subjects. *Chest* 2006;130:830-40.
26. Qaseem A, Snow V, Fitteman N, Hombake ER, Lawrence VA, Smetana GW, et al. Risk assessment for and strategies to reduce perioperative pulmonary complications for patients undergoing noncardiothoracic surgery: A guideline from the American College of Physicians. *Ann Intern Med* 2006;144:575-80.
27. Faintuch J, Souza SAF, Valezi AC, Sant'Anna AF, Gama-Rodrigues JJ. Pulmonary function and aerobic capacity in asymptomatic bariatric candidates with very severe morbid obesity. *Rev Hosp Clín Fac Med S Paulo* 2004;54:181-6.
28. Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Coates A, et al. Series "ATS/ERS Task Force: Standardisation of Lung Function Testing" Standardisation of spirometry. *Eur Respir J* 2005;26:319-38.
29. Wanger J, Clausen JL, Coates A, Pedersen OF, Brusasco V, Burgos F, et al. Series "ATS/ERS Task Force: Standardisation of Lung Function Testing" Standardisation of the measurement of lung volumes. *Eur Respir J* 2005;26:511-22.
30. Enrigh PL, Johnson LR, Connett JE, Voelker H, Buist AS. Spirometry in the Lung Health Study: methods and quality control. *Am Rev Respir Dis* 1991;143:1215-23.
31. Perez PJR, Regalado PJ, Vazquez GJC. Reproducibilidad de espirometrías en trabajadores mexicanos y valores de referencia internacionales. *Salud Publica Mex* 2001;43:113-21.

32. Pérez PJR e investigadores del proyecto EMPECE. Metodología de la realización de espirometrías en el proyecto EMPECE. LXXXIV Reunión Reglamentaria de la Asociación de investigación Pediátrica. 1997, 6-7, June; Santa Cruz, Tlaxcala, México.
33. Knudson RJ, Lebowitz MD, Holberg CJ, Burrows B. Changes in the normal maximal expiratory flow-volume curve with grow and aging. *Am Rev Respir Dis* 1983;127:725-34.
34. Hulens M, Vansant G, Claessens AL, Lysens R, Muls E. Predictors of 6-minute walk test results in lean, obese and morbidly obese women. *Scand J Med Sci Sports* 2003;13:98-105.
35. Koziel S, Ulijaszek SJ, Szklarska A, Bielicki T. The effects of fatness and fat distribution on respiratory function. *Ann Human Biol* 2007;34:123-31.
36. Misra A, Wasir JS, Vikram NK. Waist circumference criteria for the diagnosis of abdominal obesity are not applicable uniformly to all populations and ethnic groups. *Nutrition* 2005;21:969-76.
37. Guenette JA, Jensen D, O'Donnell DE. Respiratory function and the obesity paradox. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2010;13:618-24.
38. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. [www.inegi.org.mx] Prevalencia de sobrepeso y obesidad en la población de 5 años y más edad por entidad federativa según sexo, 2016 (Por 100 habitantes). México; Encuesta Nacional de Salud y Nutrición [updated 2016 Dec 14; cited 2016] INEGI Instituto Nacional de Salud Pública. Disponible en: <http://www.inegi.org.mx/sistemas/sisept/default.aspx?t=msa1738s=est8=26761>.