



Original/*Obesidad*

Efecto de la pérdida de peso tras la cirugía bariátrica sobre la función respiratoria y el síndrome de apneas-hipopneas del sueño en mujeres con obesidad mórbida

Ana Santiago¹, Carlos Carpio¹, Paloma Caballero², Antonio Martín-Duce³, Gregorio Vesperinas⁴, Francisco Gómez de Terreros⁵, M. A. Gómez Mendieta¹, Rodolfo Álvarez-Sala¹ y Abelardo García de Lorenzo⁶

¹Servicio de Neumología. Hospital Universitario La Paz. IdiPAZ. Departamento de Medicina y Cirugía. Universidad Autónoma de Madrid. ²Servicio de Radiología. Hospital Universitario de La Princesa. Universidad Autónoma de Madrid. ³Servicio de Cirugía General. Hospital Universitario Príncipe de Asturias. Departamento de Cirugía. Universidad Alcalá de Henares. ⁴Servicio de Cirugía General. Hospital Universitario La Paz, Madrid. ⁵Servicio de Neumología. Hospital San Pedro Alcántara, Cáceres. ⁶Servicio de Medicina Intensiva. Hospital Universitario La Paz. IdiPAZ. Universidad Autónoma de Madrid, España.

Resumen

Introducción: la obesidad afecta a la función respiratoria e incrementa el riesgo de síndrome de apneas-hipopneas del sueño (SAHS).

Objetivo: evaluar el efecto de la cirugía bariátrica, en mujeres con obesidad mórbida, sobre la función respiratoria y sobre el índice de apneas-hipopneas (IAH) tras dos años de seguimiento.

Métodos: se incluyeron 15 mujeres (índice de masa corporal [IMC] medio $50,52 \pm 12,71$ kg.m², edad media $40,13 \pm 10,06$ años). Los enfermos fueron analizados en dos fases: previo a la cirugía bariátrica y tras dos años de la misma. En cada visita se valoraron las medidas antropométricas y se realizaron pruebas de función respiratoria consistentes en espirometría, pletismografía, medida de la presión inspiratoria máxima y del índice de tensión-tiempo de los músculos inspiratorios, así como análisis de gases arteriales. Por último, también se efectuó una poligrafía cardiorrespiratoria durante el sueño.

Resultados: tras la cirugía bariátrica el IMC disminuyó en $44,07$ kg.m² (IC 95% $38,32 - 49,81$). De igual forma, se observaron incrementos significativos en el volumen espiratorio forzado al primer segundo (FEV₁) ($p < 0,01$), la capacidad vital forzada (FVC) ($p < 0,01$), el volumen de reserva espiratorio (ERV) ($p = 0,040$), la capacidad funcional residual (FRC) ($p = 0,009$) y la resistencia de las vías aéreas (Raw) ($p = 0,018$). Por otra parte, el IAH ($p = 0,001$) y el índice de desaturación de oxígeno ($p = 0,001$) disminuyeron tras la cirugía. Se observó una correlación significativa entre el grado de pérdida de peso y el incremento del ERV ($0,774$, $p = 0,024$).

Conclusiones: tras dos años desde la cirugía bariátrica se siguen observando mejorías significativas en la función respiratoria y en la gravedad del SAHS. La mejoría

EFFECTS OF WEIGHT LOSS AFTER BARIATRIC SURGERY ON PULMONARY FUNCTION TESTS AND OBSTRUCTIVE SLEEP APNEA IN MORBIDLY OBESE WOMEN

Abstract

Introduction: obesity impacts on respiratory function and also it acts as a risk factor for obstructive sleep apnea (OSA).

Aims: to study the effects of bariatric surgery on pulmonary function tests and on OSA in morbidly obese women over 4 years.

Methods: fifteen morbidly obese women (mean body mass index [BMI] 50.52 ± 12.71 kg.m², mean age 40.13 ± 10.06 years) underwent pulmonary function tests (PFT) in two opportunities (before and after weight loss surgery). PFT included spirometry, body plethysmography and measure of maximal inspiratory mouth pressure (PI_{max}) and of tension-time index for inspiratory muscles. Also, in both opportunities, resting arterial blood gas tensions were evaluated and a full night sleep register was performed.

Results: BMI significantly decreased after bariatric surgery (-44.07 kg.m² [CI 95% $-38.32 - 49.81$]). Also, there was a significantly increase in forced expiratory volume in 1 second (FEV₁) ($p < 0.01$), forced vital capacity (FVC) ($p < 0.01$), expiratory reserve volume (ERV) ($p = 0.040$), functional residual capacity (FRC) ($p = 0.009$) and a decline in airways resistance (Raw) ($p = 0.018$). Concerning sleep registers, apnea hypopnea index ($p = 0.001$) and desaturation index ($p = 0.001$) were also reduced after weight loss. Improve in ERV had a significant correlation with weight loss ($r = 0.774$, $p = 0.024$).

Conclusions: pulmonary function tests and apnea hypopnea index improve after bariatric surgery in mor-

Correspondencia: Carlos Carpio.
Paseo de la Castellana, 261.
28046. Madrid, España.
E-mail: carlinjavier@hotmail.com

Recibido: 19-VI-2015.
Aceptado: 9-VII-2015.

del ERV estaría en relación directa con los niveles de peso perdido.

(*Nutr Hosp.* 2015;32:1050-1055)

DOI:10.3305/nh.2015.32.3.9487

Palabras clave: *Obesidad. Pruebas de función respiratoria. Síndrome de apneas-hipopneas del sueño. Cirugía bariátrica.*

Abreviaturas

CRF: capacidad residual funcional.
ERV: volumen de reserva espiratorio.
FEV₁: volumen espiratorio forzado al primer segundo.
FVC: capacidad vital funcional.
IAH: índice de apneas hipopneas.
IMC: índice de masa corporal.
PI_{max}: presión inspiratoria máxima.
Raw: resistencia de las vías aéreas.
SpO₂: saturación de oxígeno arterial por pulsioximetría.
Ttmu: índice de tensión-tiempo de los músculos inspiratorios.
SAHS: síndrome de apneas hipopneas del sueño.

Introducción

La obesidad es la enfermedad metabólica más frecuente en el mundo y se encuentra asociada a distintas complicaciones pulmonares¹. Así, se ha descrito que afecta a volúmenes y capacidades pulmonares e incrementa el riesgo de síndrome de apneas-hipopneas del sueño (SAHS)²⁻⁵. Es por esta razón, así como por el importante riesgo cardiovascular que origina, que se recurre en algunos pacientes a la cirugía bariátrica para tratar esta enfermedad. En este sentido, estos tratamientos quirúrgicos han demostrado tener un impacto significativo sobre distintas complicaciones asociadas a la obesidad tales como son la mortalidad, las enfermedades cardiovasculares, la diabetes y el cáncer⁶⁻⁹.

La cirugía bariátrica también ha mostrado efectos importantes sobre las alteraciones respiratorias que desencadena la obesidad. De esta forma, se ha señalado que mejoraría el control del asma, la hiperreactividad bronquial, la función pulmonar y la gravedad del SAHS¹⁰⁻¹². Con respecto a la función respiratoria, los efectos más destacados se han observado en los volúmenes y las capacidades pulmonares espiratorias, tales como son la capacidad residual funcional (CRF) y el volumen de reserva espiratorio (ERV)¹³⁻¹⁵. Sin embargo, si bien pareciera que habría una relación directa entre la pérdida de peso conseguida con la cirugía bariátrica y la mejoría de estos volúmenes pulmonares¹³, esto no se ha confirmado cuando los periodos de seguimiento han sido más amplios¹⁴. Es por esta razón que hemos evaluado esta asociación durante un periodo de seguimiento más largo en pacientes intervenidas de cirugía bariátrica y, por otra parte, hemos analizado

bidly obese women. Improvement of ERV is well correlated with weight loss.

(*Nutr Hosp.* 2015;32:1050-1055)

DOI:10.3305/nh.2015.32.3.9487

Key words: *Obesity. Pulmonary function test. Sleep apnea. Bariatric surgery.*

también el comportamiento de los eventos respiratorios nocturnos tras la cirugía.

Métodos

Se incluyeron consecutivamente 15 mujeres con obesidad mórbida (índice de masa corporal [IMC] >40 kg.m⁻²) desde las consultas especializadas en cirugía bariátrica de los hospitales Príncipe de Asturias de Alcalá de Henares y La Paz de Madrid, durante un periodo comprendido entre enero de 2005 y diciembre de 2006. Se consideraron criterios de exclusión: sexo masculino, embarazo, consumo de alcohol o drogas, enfermedad psiquiátrica, enfermedad cardiopulmonar que contraindique la cirugía bariátrica, insuficiencia respiratoria, hepatopatía, nefropatía y enfermedad oncológica. El estudio fue aprobado por los comités de ética de la investigación clínica (CEIC) de ambas instituciones y todos los sujetos firmaron un consentimiento informado.

Diseño del estudio

A todas las pacientes se les evaluó en el mes previo a la cirugía bariátrica y dos años tras la misma. En cada evaluación se registraron medidas antropométricas (peso, talla, IMC) y se estimó la somnolencia diurna mediante el cuestionario de Epworth. Asimismo, se llevaron a cabo los siguientes procedimientos: espirometría simple y forzada, pletismografía, medida de la presión inspiratoria máxima (PI_{max}) y del índice de tensión-tiempo de los músculos inspiratorios (Ttmu) (MasterLab versión 4.1, Jaeger, Würzburg, Alemania), y análisis de gases arteriales. Por último, también se efectuó una poligrafía cardiorespiratoria (Breas SC-20, Breas Medical S.L., Mölnlyke, Suecia).

Función pulmonar

Las pruebas de función pulmonar se llevaron a cabo con las pacientes en posición sentada, sin entrenamiento previo y siguiendo los criterios de la *American Thoracic Society/European Respiratory Society guidelines*¹⁶. Los valores registrados se expresaron como porcentaje de los valores de referencia¹⁷. La PI_{max} se midió a partir de la FRC. Por último, el Ttmu se evaluó según las recomendaciones previamente descritas¹⁸.

Poligrafía respiratoria

Se practicó en el domicilio de las pacientes. Se registraron los movimientos tóraco-abdominales, el flujo nasal, la saturación de oxígeno arterial por pulsioximetría (SpO₂), la posición corporal y el ronquido. Para el análisis del registro se siguieron las recomendaciones del grupo español de sueño vigentes en ese momento¹⁹. De esta forma, se definió apnea como la reducción de más del 90% del flujo nasal durante al menos 10 segundos, e hipopnea cuando esta reducción estaba entre el 30% y el 90% y se acompañaba de un descenso de $\geq 3\%$ de la SpO₂. El índice de apneas-hipopneas (IAH) se calculó como el número de apneas más hipopneas dividido por el número de horas de registro. Se consideró SAHS cuando el IAH era $\geq 5 \text{ h}^{-1}$ y SAHS grave cuando éste era $\geq 30 \text{ h}^{-1}$.

Análisis estadístico

Los datos cualitativos se expresaron en forma de frecuencias absolutas y porcentajes mientras que los datos cuantitativos se describieron como medias y desviación típica, o mediana y rango, según era su distribución. Para comparar datos pre vs. post cirugía bariátrica se usó la prueba de la t de Student para datos pareados cuando se trataba de medias y la prueba de chi-cuadrado cuando eran proporciones. Asimismo, se utilizó la prueba de Wilcoxon cuando no se cumplían las condiciones de una distribución normal. Para analizar la relación entre variables se empleó el coeficiente de correlación de Pearson. Todos los datos se analizaron con el programa estadístico SPSS 10.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, Estados Unidos) y se consideró como significativo una $p < 0,05$.

Resultados

Se incluyeron en total 15 mujeres con obesidad mórbida. El IMC medio fue $50,52 \pm 12,71 \text{ kg.m}^{-2}$ y la edad media $40,13 \pm 10,06$ años. Las pruebas de función respiratoria pre cirugía bariátrica mostraron que todas las pacientes tenían un cociente volumen espiratorio forzado al primer segundo / capacidad vital forzada (FEV_1/FVC) ≥ 70 . Asimismo, en la pletismografía se observó una disminución del ERV y de la FRC ($61,09 \pm 23,7\%$ pred. y $78,88 \pm 14,46\%$ pred., respectivamente) (Tabla I).

En el registro cardiorespiratorio nocturno se detectó un IAH $\geq 5 \text{ h}^{-1}$ en 13 pacientes (86,7%) y un IAH $\geq 15 \text{ h}^{-1}$ en 5 pacientes (33,3%). Al categorizar por edad a la población estudiada (≥ 40 vs. < 40 años), no se encontraron diferencias significativas en el porcentaje de pacientes que tenían un IAH $\geq 5 \text{ h}^{-1}$ ($p \geq 0,05$) (Tabla II).

El tiempo medio transcurrido entre las evaluaciones pre-post cirugía bariátrica fue de $654,4 \pm 232,5$ días. El peso y el IMC disminuyeron significativamente

Tabla I
Función respiratoria previa a la cirugía bariátrica

Variables	Pre cirugía bariátrica (n = 15)
Espirometría forzada	
FEV ₁ , l	2,48 ± 0,81
FEV ₁ , % pred.	91,43 ± 20,59
FVC, l	3,10 ± 0,84
FVC, % pred.	97,14 ± 16,98
FEV ₁ /FVC	79,24 ± 0,76
Pletismografía	
Raw, % pred.	145,94 ± 34,64
TLC, % pred.	104,63 ± 7,82
RV, % pred.	100,50 ± 23,86
ERV, % pred.	61,09 ± 23,7
FRC, % pred.	78,88 ± 14,46
Evaluación músculos respiratorios	
PI _{max} , % pred.	81,22 ± 18,02
T _{tmu}	0,14 ± 0,10
Gasometría arterial basal	
pO ₂ , mm Hg	85,50 ± 7,57
pCO ₂ , mm Hg	37,71 ± 4,42
SpO ₂ , %	96,25 ± 1,04

Los datos se presentan como media ± desviación estándar.

ERV=volumen de reserva espiratorio; FEV₁=volumen espiratorio forzado en el primer segundo; FRC=capacidad residual funcional; FVC=capacidad vital forzada; PI_{max}=presión inspiratoria máxima; pCO₂=presión de anhídrido carbónico arterial; pO₂=presión de oxígeno arterial; Raw=resistencia de las vías aéreas; RV=volumen residual; TLC=capacidad vital forzada; T_{tmu}: índice de tensión-tiempo de los músculos inspiratorios; SpO₂=saturación de oxígeno arterial.

Tabla II
Poligrafía cardiorespiratoria previa a la cirugía bariátrica

Variables	Pre cirugía bariátrica (n = 15)
IAH, h ⁻¹	20,84 ± 16,14
Cuestionario Epworth	4 ± 2,34
IA, h ⁻¹	3,33 ± 4,68
ID, h ⁻¹	24,09 ± 17,53
SpO ₂ min, %	77,53 ± 8,1
tSpO ₂ < 90%, %	8,61 ± 11,77

Los datos se presentan como media ± desviación estándar.

IAH=índice de apneas hipopneas; IA=índice de apneas; ID=índice de desaturación; SpO₂ min=saturación mínima de oxihemoglobina; tSpO₂ < 90%=porcentaje de tiempo con saturación de oxígeno arterial menor del 90%.

tras la cirugía bariátrica (-44,07 kg; [IC 95%: -38,32 – -49,81; p<0,001] y -17,53 kg.m⁻²; [IC 95%: -14,71 – -30,35; p<0,001], respectivamente). De esta forma, se registró un descenso porcentual del peso inicial de 32,58±11,97%.

Evolución de función pulmonar tras la cirugía bariátrica

Con respecto a la espirometría, se encontró un incremento significativo tanto del FEV₁ como de la FVC (p<0,01). En la evaluación pletismográfica destacó una disminución de la resistencia de las vías aéreas (Raw) (p=0,018) y un incremento del ERV (p=0,040) y de la FRC (p=0,009). La evaluación de la muscula-

tura respiratoria y de los datos gasométricos tras la cirugía bariátrica no mostraron diferencias significativas con respecto a los registros basales (Tabla III).

Evolución de los eventos respiratorios nocturnos tras cirugía bariátrica

El IAH y el índice de desaturación de oxígeno disminuyó significativamente tras la cirugía bariátrica (-16,27 [IC 95%: -24,45 – -8,10; p=0,001] y -20,65 [IC 95%: -10,73 – -30,57; p=0,001], respectivamente). Asimismo, a diferencia del registro pre cirugía, ninguna paciente presentó un IAH≥30 h⁻¹ en la poligrafía cardiorespiratoria post cirugía. Por otra parte, sólo 4 pacientes (26,7%) tuvieron un IAH≥5 h⁻¹ (Tabla III).

Tabla III
Evolución de medidas antropométricas, registro poligráfico y función respiratorias tras cirugía bariátrica

<i>Variables</i>	<i>Diferencia (post – pre cirugía bariátrica)</i>	<i>IC 95%</i>	<i>P</i>
Peso, kg	-44,07	-38,32 – -49,81	<0,001
IMC, kg.m ⁻²	-17,53	-14,71 – -20,35	<0,001
Cuestionario de Epworth	-0,75	-6,47 – 4,97	0,704
IAH, h ⁻¹	-16,27	-8,10 – -24,45	0,001
IA, h ⁻¹	-2,93	-6,50 – 0,63	0,940
ID, h ⁻¹	-20,65	-10,73 – -30,57	0,001
SpO ₂ min	5,64	2,33 – 8,95	0,003
tSpO ₂ <90%	-3,33	-8,34 – 1,68	0,167
FEV ₁ , % pred.	15,64	6,17 – 25,12	0,003
FEV ₁ , l	0,31	0,11 – 0,51	0,006
FVC, %pred.	17,64	8,05 – 27,23	0,002
FVC, l	0,42	0,15 – 0,68	0,005
FEV ₁ /FVC	1,10	-1,46 – 3,66	0,369
Raw, % pred.	-39,1	-69,14 – -9,05	0,018
TLC, % pred.	3,16	-1,84 – 8,16	0,178
RV, % pred.	6,81	-12,07 – 25,69	0,422
ERV, % pred.	44,67	2,67 – 86,64	0,040
FRC, % pred.	15,18	5,10 – 25,26	0,009
PI max, % pred.	1,78	-8,60 – 12,15	0,698
TTmu	-0,04	-0,12 – 0,04	0,321
pO ₂ , mm Hg	-4,17	-12,53 – 4,19	0,296
pCO ₂ , mm Hg	0,58	-3,03 – 4,19	0,729
SpO ₂ , %	-0,05	-1,61 – 1,51	0,942

Los datos se presentan como media±desviación estándar.

ERV=volumen de reserva espiratorio; FEV₁=volumen espiratorio forzado en el primer segundo, FRC=capacidad residual funcional; FVC=capacidad vital forzada; IAH=índice de apneas hipopneas; IA=índice de apneas; ID=índice de desaturación; PI_{max}=presión inspiratoria máxima; pCO₂=presión de anhídrido carbónico arterial; pO₂=presión de oxígeno arterial; Raw=resistencia de las vías aéreas; RV=volumen residual; TLC=capacidad vital forzada; Ttmu; índice de tensión-tiempo de los músculos inspiratorios; SpO₂=saturación de oxígeno arterial; SpO₂ min=saturación mínima de oxihemoglobina; tSpO₂<90%=porcentaje de tiempo con saturación de oxígeno arterial menor del 90%.

Se halló una correlación significativa entre la evolución del ERV (% pred.) y la variación absoluta del peso ($r=0,774$; $p=0,024$) y la variación porcentual del peso ($r=0,762$; $p=0,028$) tras la cirugía bariátrica. No se encontraron otras correlaciones significativas entre la variación del peso y la evolución de la función respiratoria ni de los eventos respiratorios nocturnos.

Discusión

Los resultados de nuestro estudio indican que existe una mejoría de la función respiratoria tras la cirugía bariátrica en mujeres con obesidad mórbida, incluso tras dos años de la cirugía. Por otra parte, la pérdida absoluta y porcentual del peso estaría asociada al porcentaje ganado de ERV. Por último, el número de eventos respiratorios nocturnos disminuirían tras este procedimiento quirúrgico.

Algunos trabajos^{14,20-24} ya han señalado que en poblaciones con obesidad mórbida, el FEV₁ y la FVC, y no así el FEV₁/FVC, se incrementarían tras la cirugía bariátrica, tanto a corto plazo como tras varios meses de seguimiento. Al no observar cambios significativos en el cociente FEV₁/FVC, estas observaciones podrían sugerir que las mejorías del FEV₁ y de la FVC se deberían más a un incremento de los volúmenes pulmonares que a una disminución de la obstrucción de las vías aéreas. Sin embargo, nosotros también hemos observado una disminución de la Raw, lo que consecuentemente vendría a señalar una disminución de la resistencia de las vías aéreas. En este sentido, ya se ha señalado que unos mayores niveles de Raw estarían relacionados con la disminución de ciertos volúmenes pulmonares (como es el ERV) y podrían favorecer la obstrucción bronquial nocturna que tienen algunos pacientes obesos asmáticos²⁵.

Sin embargo, los volúmenes pulmonares que más se verían más afectados en los sujetos obesos son el ERV y la FRC, llegando a tener un individuo con IMC 30 kg.m⁻² un ERV y una FRC de sólo el 47% y del 75%, respectivamente, de un sujeto con IMC de 20 kg.m⁻²^{2,13,14}. Asimismo, la pérdida de peso conseguida tras la cirugía bariátrica incrementaría estas medidas y, tal como hemos observado, habría una relación directa entre el grado de pérdida de peso y el porcentaje de incremento del ERV¹³⁻¹⁵. Entre los mecanismos propuestos por los que la obesidad afectaría estos volúmenes respiratorios se ha señalado por un lado, el depósito de tejido graso a nivel intra abdominal que impediría el descenso diafragmático durante la inspiración^{26,27} y, por otra parte, también el depósito graso a nivel de la pared torácica, lo que impediría su expansión durante los movimientos inspiratorios²⁸.

Actualmente se considera que la obesidad es el principal factor de riesgo del SAHS^{4,5}. De esta forma,

en pacientes en lista de espera para cirugía bariátrica se han descrito prevalencias de SAHS similares a la encontrada por nosotros^{29,30}. Esto estaría asociado, al parecer y sobre todo en mujeres, a la acumulación grasa en la farínge³¹⁻³³. Asimismo, también en las mujeres podrían existir mecanismos relacionados al estado hormonal que igualmente favorecerían la aparición de eventos respiratorios durante el sueño, lo que incrementaría la prevalencia de SAHS en las mujeres postmenopáusicas³⁴. Sin embargo, nosotros no hemos encontrado diferencias en la prevalencia de SAHS entre aquellas mayores y menores de 40 años, lo que indicaría que la obesidad por sí sola tendría un efecto importante en el desarrollo del SAHS independientemente del mecanismo hormonal.

Ya en distintos trabajos^{20,35} se ha demostrado que la pérdida ponderal tras una cirugía bariátrica se asocia a descensos importantes del IAH y a mejorías de la arquitectura del sueño. Sin embargo, en algunas investigaciones se ha señalado que los efectos conseguidos serían insuficientes para tratar el SAHS, lo que se ha visto traducido en niveles altos de IAH residual tras la cirugía³⁶. Sin embargo, nosotros hemos observado un bajo IAH medio residual tras la cirugía bariátrica. Estas diferencias podrían ir en relación con el menor nivel de IAH basal que tenían nuestras pacientes, en relación a otros estudios³⁶.

Entre las limitaciones que tiene nuestra investigación destaca el no haber realizado otras mediciones antropométricas, como son el índice cintura/cadera, perímetro abdominal, perímetro cervical y medida de la composición y de la distribución grasa corporal, ya que en algunos estudios éstas han demostrado estar fuertemente asociadas con la función pulmonar, incluso más que el IMC^{22,37}. Por otra parte, el registro de estas medidas nos hubiera permitido evaluar asociaciones entre los cambios registrados en las capacidades pulmonares con los ocurridos en otros marcadores de obesidad. También destaca como limitación de nuestro protocolo el número de pacientes que hemos incluido. Sin embargo, a pesar de que los estudios previos evaluaron un mayor número de sujetos¹³⁻¹⁵, éstos incluyeron tanto hombres como mujeres¹⁴ o poblaciones asmáticas¹⁵ y, por otro lado, tuvieron un menor periodo de seguimiento¹³. Por último, creemos que el uso de técnicas poligráficas y no polisomnográficas para evaluar los eventos respiratorios nocturnos pudo haber reducido los niveles de IAH encontrados en nuestra población.

Conclusión

En mujeres con obesidad mórbida tratadas con cirugía bariátrica, se siguen observando mejorías de la función respiratoria y de los eventos respiratorios durante el sueño incluso hasta dos años tras la cirugía. Por otra parte, la recuperación del ERV estaría en relación directa a los niveles de peso perdido.

Referencias

1. Leone N, Courbon D, Thomas F, Bean K, Jégo B, Leynaert B, *et al.* Lung function impairment and metabolic syndrome: the critical role of abdominal obesity. *Am J Respir Crit Care Med* 2009;179:509-16.
2. Jones RL, Nzekwu MM. The effects of body mass index on lung volumes. *Chest* 2006;130:827-33.
3. Carpio C, Santiago A, García de Lorenzo A, Álvarez-Sala R. Changes in lung function testing associated with obesity. *Nutr Hosp* 2014;30:1054-62.
4. Peppard PE, Young T, Palta M, Dempsey J, Skatrud J. Longitudinal study of moderate weight change and sleep-disordered breathing. *JAMA* 2000;284:3015-21.
5. Newman AB, Foster G, Givelber R, Nieto FJ, Redline S, Young T. Progression and regression of sleep-disordered breathing with changes in weight: the Sleep Heart Health Study. *Arch Intern Med* 2005;165:2408-13.
6. Ricci C, Gaeta M, Rausa E, Macchitella Y, Bonavina L. Early impact of bariatric surgery on type II diabetes, hypertension, and hyperlipidemia: a systematic review, meta-analysis and meta-regression on 6,587 patients. *Obes Surg* 2014;24:522-8.
7. Sjöström L, Gummesson A, Sjöström CD, Narbro K, Peltonen M, Wedel H, *et al.* Effects of bariatric surgery on cancer incidence in obese patients in Sweden (Swedish Obese Subjects Study): a prospective, controlled intervention trial. *Lancet Oncol* 2009;10:653-62.
8. Carlsson LM, Peltonen M, Ahlin S, Anveden Å, Bouchard C, Carlsson B, *et al.* Bariatric surgery and prevention of type 2 diabetes in Swedish obese subjects. *N Engl J Med* 2012; 367: 695-704.
9. Sjöström L, Narbro K, Sjöström CD, Karason K, Larsson B, Wedel H, *et al.* Effects of bariatric surgery on mortality in Swedish obese subjects. *N Engl J Med* 2007;357:741-52.
10. Dixon AE, Pratley RE, Forgione PM, Kaminsky DA, Whitaker-Leclair LA, Griffes LA, *et al.* Effects of obesity and bariatric surgery on airway hyperresponsiveness, asthma control, and inflammation. *J Allergy Clin Immunol* 2011;128:508-15.
11. Simard B, Turcotte H, Marceau P, Biron S, Houllé FS, Lebel S, *et al.* Asthma and sleep apnea in patients with morbid obesity: outcome after bariatric surgery. *Obes Surg* 2004;14:1381-8.
12. Maniscalco M, Zedda A, Faraone S, Cerbone MR, Cristiano S, Giardiello C, *et al.* Weight loss and asthma control in severely obese asthmatic females. *Respir Med* 2008;102:102-8.
13. Weiner P, Waizman J, Weiner M, Rabner M, Magadle R, Zamir D. Influence of excessive weight loss after gastroplasty for morbid obesity on respiratory muscle performance. *Thorax* 1998;53:39-42.
14. Thomas PS, Cowen ER, Hulands G, Milledge JS. Respiratory function in the morbidly obese before and after weight loss. *Thorax* 1989;44:382-6.
15. Hakala K, Stenius-Aarniala B, Sovijärvi A. Effects of weight loss on peak flow variability, airways obstruction, and lung volumes in obese patients with asthma. *Chest* 2000;118:1315-21.
16. Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Coates A *et al.* Standardisation of spirometry. *Eur Respir J* 2005;26:319-338.
17. European Community for Coal and Steel. Standardization of the lung function tests. *Bull Eur Physiopath Respir* 1983; 19:1-95.
18. García-Río F, Pino JM, Ruiz A, Diaz S, Prados C, Villamor J. Accuracy of noninvasive estimates of respiratory muscle effort during spontaneous breathing in restrictive diseases. *J Appl Physiol* 2003;95:1542-9.
19. Consenso Nacional sobre el síndrome de apneas-hipopneas del sueño. Grupo Español de Sueño (GES). *Arch Bronconeumol* 2005;41:12-29.
20. Aguiar IC, Freitas WR Jr, Santos IR, Apostolico N, Nacif SR, Urbano JJ, *et al.* Obstructive sleep apnea and pulmonary function in patients with severe obesity before and after bariatric surgery: a randomized clinical trial. *Multidiscip Respir Med* 2014;9:43.
21. Dávila-Cervantes A, Domínguez-Cherit G, Borunda D, Gamiño R, Vargas-Vorackova F, González-Barranco J, *et al.* Impact of surgically-induced weight loss on respiratory function: a prospective analysis. *Obes Surg* 2004;14:1389-92.
22. Wei YF, Tseng WK, Huang CK, Tai CM, Hsuan CF, Wu HD. Surgically induced weight loss, including reduction in waist circumference, is associated with improved pulmonary function in obese patients. *Surg Obes Relat Dis* 2011;7:599-604.
23. Santana AN, Souza R, Martins AP, Macedo F, Rascovski A, Salge JM. The effect of massive weight loss on pulmonary function of morbid obese patients. *Respir Med* 2006;100:1100-4.
24. De Souza SA, Faintuch J, Ceconello I. Spirometric function improves in the morbidly obese after 1-year post-surgery. *Obes Surg* 2010;20:1273-7.
25. Ballard RD, Irvin CG, Martin RJ, *et al.* Influence of sleep in lung volume in asthmatic patients and normal subjects. *J Appl Physiol* 1990;68:2034-41.
26. Ochs-Balcom HM, Grant BJ, Muti P, Sempos CT, Freudenheim JL, Trevisan M, *et al.* Pulmonary function and abdominal adiposity in the general population. *Chest* 2006;129:853-62.
27. DeLorey DS, Wyrick BL, Babb TG. Mild-to-moderate obesity: implications for respiratory mechanics at rest and during exercise in young men. *Int J Obes (Lond)* 2005;29:1039-47.
28. Chlif M, Keochkerian D, Feki Y, Vaidie A, Choquet D, Ahmadi S. Inspiratory muscle activity during incremental exercise in obese men. *Int J Obes (Lond)* 2007;31:1456-63.
29. O'Keeffe T, Patterson EJ. Evidence supporting routine polysomnography before bariatric surgery. *Obes Surg* 2004;14:23-6.
30. Lopez PP, Stefan B, Schulman CI, Byers PM. Prevalence of sleep apnea in morbidly obese patients who presented for weight loss surgery evaluation: more evidence for routine screening for obstructive sleep apnea before weight loss surgery. *Am Surg* 2008;74:834-8.
31. Simpson L, Mukherjee S, Cooper MN, Ward KL, Lee JD, Fedson AC, *et al.* Sex differences in the association of regional fat distribution with the severity of obstructive sleep apnea. *Sleep* 2010;33:467-74.
32. Santiago A, Gómez-Terreros FJ, Caballero P, Martín-Duce A, Soletto MJ, Vesperinas G, *et al.* Relationship between the upper airway and obstructive sleep apnea-hypopnea syndrome in morbidly obese women. *Obes Surg* 2007;17:689-97.
33. Gómez de Terreros FJ, Caballero P, Ana S, Soletto MJ, Martín-Duce A, Álvarez-Sala R. The upper airway and obstructive sleep apnea in morbidly obese women. *Sleep* 2004 Mar 15;27:352.
34. Resta O, Bonfitto P, Sabato R, De Pergola G, Barbaro MP. Prevalence of obstructive sleep apnoea in a sample of obese women: Effect of menopause. *Diabetes Nutr Metab* 2004;17:296-303.
35. Dixon JB, Schachter LM, O'Brien PE. Polysomnography before and after weight loss in obese patients with severe sleep apnea. *Int J Obes (Lond)* 2005;29:1048-54.
36. Lettieri CJ, Eliasson AH, Greenburg DL. Persistence of obstructive sleep apnea after surgical weight loss. *J Clin Sleep Med* 2008;4:333-8.
37. Wei YF, Wu HD, Chang CY, Huang CK, Tai CM, Hung CM, *et al.* The impact of various anthropometric measurements of obesity on pulmonary function in candidates for surgery. *Obes Surg* 2010;20:589-94.