



## Original

## Pérdida de masa ósea tras gastrectomía tubular: estudio prospectivo comparativo con el bypass gástrico

Xavier Nogués<sup>a</sup>, Albert Goday<sup>b</sup>, Maria Jesus Peña<sup>a</sup>, David Benaiges<sup>b</sup>, Marta de Ramón<sup>c</sup>, Xenia Crous<sup>d</sup>, Manuel Vial<sup>d</sup>, Manuel Pera<sup>d</sup>, Luis Grande<sup>d</sup>, Adolfo Díez-Pérez<sup>a</sup> y Jose Manuel Ramón<sup>d,\*</sup>

<sup>a</sup>Servicio de Medicina Interna, URFOA-IMIM, RETICEF, Universitat Autònoma de Barcelona, Hospital del Mar, Barcelona, España

<sup>b</sup>Servicio de Endocrinología y Nutrición, Universitat Autònoma de Barcelona, Hospital del Mar, Barcelona, España

<sup>c</sup>Laboratori de Referència de Catalunya, S.A., Universitat Autònoma de Barcelona, Hospital del Mar, Barcelona, España

<sup>d</sup>Servicio de Cirugía General, Universitat Autònoma de Barcelona, Hospital del Mar, Barcelona, España

## INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 2 de marzo de 2010

Aceptado el 4 de abril de 2010

Palabras clave:

Cirugía bariátrica

Densitometría ósea

Osteoporosis

Marcadores de remodelado óseo

## RESUMEN

**Introducción:** La cirugía bariátrica es la opción más eficaz para el tratamiento de los pacientes con alto riesgo de complicaciones por su obesidad. Sin embargo provoca una serie de alteraciones metabólicas sobre el calcio y la vitamina D y un aumento de la resorción que conllevan una pérdida de masa ósea.

**Objetivo:** El objetivo del estudio es la comparación de la gastrectomía tubular (GT) con el bypass gástrico en Y de Roux (BGYR) respecto la pérdida de masa ósea medida mediante densitometría y marcadores de remodelado óseo.

**Pacientes y métodos:** Se incluyeron 15 mujeres con obesidad mórbida, 8 en la GT y 7 en el BGYR, de edad media  $47,8 \pm 9$  con un índice de masa corporal  $43,3 \pm 3,4$ . Se realizaron mediciones de la masa ósea a nivel de columna, fémur y tercio distal del radio y marcadores de remodelado óseo N-telopéptido (NTx), y fosfatasa alcalina específica ósea (FAO), así como niveles de vitamina D antes y a los 12 meses de la intervención.

**Resultados:** Se observó una pérdida significativa de masa ósea con la GT y el BGYR, en columna lumbar y cadera mientras que en el radio no se observaron diferencias significativas. El porcentaje de pérdida de masa ósea fue menor en columna y fémur tras la GT que con el BGYR, aunque sin llegar a la significación estadística,  $4,6\% \pm 4,4$  (media  $\pm$  DE) y  $6,3\% \pm 5,4$  (media  $\pm$  DE) respectivamente. A los 12 meses el NTx aumentó para ambos tipos de intervención y las FAO aumentaron solo para la GT.

**Conclusión:** La GT provoca una pérdida menor de masa ósea, aunque no significativa, respecto el BGYR.

© 2010 AEC. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

\*Autor para correspondencia.

Correo electrónico: 16350@hospitaldelmar.cat (J.M. Ramón).

## Bone mass loss after sleeve gastrectomy: A prospective comparative study with gastric bypass

### A B S T R A C T

#### Keywords:

Bariatric surgery  
Bone densitometry  
Osteoporosis  
Bone remodelling markers

**Introduction:** Bariatric surgery is the most effective option for the treatment of patients with a high risk of complications due to their obesity. However, it brings about a series of changes in calcium and vitamin D metabolism and an increase in resorption which lead to a loss of bone mass.

**Aim:** The objective of this study is to compare sleeve gastrectomy (SG) and Roux-en-Y gastric bypass (RYGB) as regards loss of bone mass using bone densitometry and bone remodelling markers.

**Patients and methods:** Fifteen women with morbid obesity were included, 8 by SG and 7 by RYGB, with a mean age of  $47.8 \pm 9$  and mean body mass index  $43.3 \pm 3.4$ . Bone mass measurements were made on the lumbar spine, femur and distal radius, and the bone remodelling markers N-telopeptide (NTx) and bone alkaline phosphatase (BALP), as well as vitamin D levels before and 12 months after surgery.

**Results:** A significant bone mass loss was observed with SG and RYGB, in the lumbar spine and hip, whilst no differences were observed in the radial. The percentage bone mass loss was less in the column and femur after SG than with RYGB, although it did not reach statistical significance,  $4.6\% \pm 4.4$  (mean  $\pm$  SD) and  $6.3\% \pm 5.4$  (mean  $\pm$  SD), respectively. At 12 months the Ntx increased for both types of surgery, and the BAP was only increased for SG.

**Conclusion:** SG causes less, although not significant, bone mass loss compared to RYGB.

© 2010 AEC. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

## Introducción

La cirugía bariátrica es probablemente la opción más eficaz para el tratamiento de los pacientes con alto riesgo de complicaciones por su obesidad. Los criterios para su indicación están bien establecidos así como los efectos de la cirugía a medio y largo plazo. Entre las alteraciones metabólicas que produce la cirugía bariátrica destacan las que afectan al metabolismo del calcio y la vitamina D que provocan un aumento de la resorción ósea y pérdida de masa ósea<sup>1,2</sup>. El mecanismo por el cual se produce este efecto sobre el metabolismo óseo es complejo y va más allá de la simple restricción calórica tras la cirugía e implica numerosas hormonas y moléculas como estrógenos, leptina, adiponectina, amilina, insulina y otras<sup>3</sup>.

Actualmente el bypass gástrico en Y de Roux (BGYR) es la técnica quirúrgica que se realiza en más del 80% de las intervenciones de cirugía bariátrica según la American Society for Metabolic & Bariatric Surgery (ASMBS), sin embargo las alteraciones de malabsorción de nutrientes que produce han hecho que se buscaran alternativas a la misma. Una de las opciones quirúrgicas que se postulan como alternativa para minimizar el efecto sobre el metabolismo óseo es la gastrectomía tubular (GT), conocida habitualmente por el término anglosajón «sleeve gastrectomy», una técnica bariátrica restrictiva en la cual se extirpa la mayor parte del estómago, incluido el *fundus* y el cuerpo, desde el antro hasta el ángulo de His. Las ventajas de esta técnica son un menor tiempo operatorio, un menor riesgo quirúrgico y a al no realizarse derivación intestinal disminuye el riesgo de carencias vitamínicas, anemia y posiblemente de osteoporosis. Actualmente existen pocos datos sobre los efectos que tienen la GT y la comparación con el BGYR sobre el

metabolismo óseo, densidad mineral ósea (DMO) y el riesgo de fracturas.

El objetivo del presente estudio piloto prospectivo, aleatorizado, es comparar la repercusión de las 2 técnicas quirúrgicas sobre el metabolismo mineral y la masa ósea en pacientes sometidos a cirugía bariátrica.

## Pacientes y métodos

### Diseño del estudio

Ensayo clínico, piloto, prospectivo, aleatorizado

Ámbito

Hospital del Mar, Barcelona

Pacientes

Criterios de inclusión

Mujeres con obesidad mórbida, de edad entre 18-55 años. Índice de masa corporal (IMC) mayor de 40 o bien IMC mayor de 35 y co-morbilidad añadida: DM tipo 2, síndrome de apnea del sueño, trastorno de hipoventilación-obesidad, artropatía grave en articulaciones de carga, patología cardiovascular y dislipemia.

Los criterios de exclusión fueron: obesidad secundaria a patología endocrina y alteraciones psiquiátricas u otras patologías que contraindicaran formalmente la cirugía.

El estudio fue aprobado por el Comité de Ética del Hospital del Mar-Instituto Municipal de Investigación Médica. Todos los pacientes firmaron el consentimiento informado tras ser informados con detalle de los riesgos y beneficios de cada tipo de intervención quirúrgica (IQ).

## Técnica quirúrgica

Todas las intervenciones fueron realizadas por laparoscopia y por el mismo equipo quirúrgico. En la técnica de la GT se realizó una tubulización longitudinal del estómago desde 5 cm proximal al píloro hasta el ángulo de His tutorizado con sonda orogástrica de 36 French colocada a lo largo de la curvatura menor gástrica. La técnica del BGYR consistió en la realización de un reservorio gástrico subcardial de 15-30 cc con asa alimentaria en Y de Roux de 150 cm antecólica y antegástrica, gastroyeyunostomía circular mecánica de 25 mm y exclusión de los primeros 50 cm de yeyuno. Todas las pacientes recibieron instrucciones dietéticas y un complejo polivitamínico que contenía colecalciferol 600 UI/ml diariamente.

## Medición de la masa ósea

La medición de masa ósea se realizó mediante densitometría por absorciometría dual fotónica (DEXA) con fuente de energía de doble haz de rayos X, utilizando un densitómetro HOLOGIC QDR 4500SL con software APEX<sup>®</sup> versión 12,7.3 (Hologic, Waltham, Mass, USA). La DMO se midió en columna lumbar L2-L4 (CL), cuello femoral (CF), cadera total (CT) y extremo distal de radio, en su tercio proximal (1/3 PR) y zona ultradistal (UD). Las mediciones se realizaron dentro de los 3 meses anteriores y a los 12 meses de la IQ. Se siguieron los criterios de la Organización Mundial de la Salud (OMS) para catalogar a los pacientes en: normalidad con una T-score por encima de -1 desviación estándar (DE), osteopenia con una T-score entre -1,0 y -2,5 DE y osteoporosis por debajo de una T-score de -2,5 DS<sup>4</sup>.

Para evaluar fracturas vertebrales prevalentes se realizó una radiografía convencional de columna dorsal y lumbar y se consideró la presencia de fractura de la vértebra cuando existía una disminución mayor al 20% de alguna de las alturas anterior, media o posterior respecto la vértebra adyacente, siguiendo los criterios semicuantitativos de Genant<sup>5</sup>.

## Bioquímica y marcadores de remodelado óseo

Se realizaron determinaciones analíticas de calcio sérico total (Ca), Fosforo (P), 25 hidrox-Vitamina D (25-OH Vit D) y parathormona intacta (PTH) dentro de los 3 meses previos y a los 12 meses de la IQ. Ca y P se midieron mediante colorimetría, utilizando un autoanalizador Roche MODULAR<sup>®</sup> ANALYTICS D/P (CV interserie: <4,6% y <5%, respectivamente), 25-OH Vit D mediante inmunoensayo quimioluminiscente (CLIA) con el autoanalizador DiaSorin LIAISON<sup>®</sup> (CV interserie <16%) y PTH mediante inmunoensayo quimioluminiscente en fase sólida con el autoanalizador Siemens IMMULITE<sup>®</sup> 2000 (CV interserie <8%).

Se determinaron los MRO: N-Telopéptido (NTx) y de formación ósea en sangre Fosfatasa alcalina ósea (FAO). Ntx se midió en orina reciente de la mañana, mediante inmunoensayo por Quimioluminiscencia Amplificada<sup>®</sup> en el autoanalizador VITROS Eci<sup>®</sup> de Ortho-Clinical-Diagnostics (CV interserie <12%) y FAO mediante inmunoensayo quimio-

luminescente con el autoanalizador Beckman Coulter Access<sup>®</sup> (CV interserie <6%).

## Análisis estadístico

Se utilizaron el test de la t de Student y análisis de la varianza (ANOVA) para las variables continuas. Se realizó un análisis de regresión múltiple con los factores edad, peso preoperatorio, pérdida de peso a los 12 meses y tipo de IQ para analizar su influencia sobre los cambios de la variable dependiente DMO.

El estudio se consideró como piloto, con la hipótesis de inicio de observar al menos una diferencia de pérdida de masa ósea entre las 2 técnicas de al menos un 5%, por ello se consideraron que serían suficientes al menos, un total de 12 pacientes sometidos a cada una de las 2 técnicas quirúrgicas (6 sujetos en BGYR y 6 en GT), con la intención de generar un cálculo posterior del tamaño muestral para el estudio prospectivo subsiguiente. La secuencia de asignación de tratamientos fue generada en el módulo de aleatorización del programa estadístico True Epistat. El análisis estadístico se realizó mediante el paquete SPSS 13.0 para Windows. Todos los resultados se presentan con media ± DE.

## Resultados

### Pacientes

Finalmente y tras el proceso de selección se incluyeron en el estudio 15 paciente, 8 en SG y 7 en BGYR. La edad media fue  $47,8 \pm 9,0$  con un IMC de  $43,3 \pm 3,4$ . En la [tabla 1](#) se muestran las características de las pacientes según la técnica de cirugía bariátrica aplicada. Las pacientes incluidas en el BGYR tenían un peso preoperatorio significativamente mayor a las incluidas en la GT, aunque con un IMC sin diferencia significativa, así mismo, también la pérdida de peso a los 12 meses fue mayor en ese grupo ([tabla 1](#)).

Ninguno de las pacientes presentó complicaciones ni durante ni después de la cirugía.

### Masa ósea

En la [tabla 2](#) se muestran los resultados de la DMO antes de la IQ. No se observaron diferencias significativas entre los 2 grupos en ninguna de las localizaciones medidas. Siguiendo los criterios de clasificación de la OMS antes de la IQ todos los pacientes cumplían criterios densitométricos de normalidad excepto 2 pacientes del grupo de la GT que tenían osteopenia en CL y uno en CL y CF.

Los resultados pareados entre la medición basal de DMO antes y a los 12 meses de la IQ, considerando ambos grupos en su conjunto, mostraron pérdidas significativas en las localizaciones de CL, CF, CT y UD, mientras que a nivel de 1/3 PR no se observaron diferencias significativas ([tabla 3](#)).

Cuando se consideraron de forma separada cada uno de los tipos de IQ también se observó una pérdida significativa de masa ósea con la GT y el BGYR, a nivel de CL, CF y CT mientras

**Tabla 1 – Características de los pacientes incluidos en cada una de las dos técnicas de cirugía bariátrica**

	SG (n=8) Media±DE	BGYR (n=7) Media±DE	p
Edad (años)	49,63±9,6	45,86±8,6	NS
Talla (cm)	158,3±0,05	165,0±0,09	NS
Peso preoperatorio (kg)	108,9±6,3	116,7±5,5	0,025
IMC preoperatorio	43,5±3,2	43,1±3,9	NS
Peso 12 meses (kg)	76,5±8,2	71,4±8,2	NS
IMC 12 meses	30,5±2,6	26,2±2,7	0,01
Diferencia peso (kg)	-32,4±8,7	-45,3±9,1	0,015
Diferencia IMC	-13,0±3,6	-16,8±4,1	NS

**Tabla 2 – DMO antes de la IQ según cada tipo de IQ**

	Media±DE	p
DMO CL		
SG	1,013±0,13	
BGYR	1,100±0,10	NS
DMO CF		
SG	0,883±0,09	
BGYR	0,869±0,04	NS
DMO CT		
SG	1,009±0,07	
BGYR	1,054±0,07	NS
DMO 1/3 Radio		
SG	0,661±0,06	
BGYR	0,695±0,07	NS
DMO Ultra		
SG	0,415±0,03	
BGYR	0,433±0,02	NS

CF: cuello femoral; CL: columna lumbar L2-L4; CT: cadera total; DMO: densidad mineral ósea; Tercio proximal de radio (1/3 PR); UD: ultradistal de radio.  
\* Valores expresados en g/cm<sup>2</sup>.

que a nivel de radio no se observaron diferencias significativas (tabla 3).

En cuanto al porcentaje de pérdida de masa ósea, en general, se observó una menor pérdida de masa ósea para la GT respecto el BGYR aunque sin llegar a la significación estadística en ninguna de las localizaciones. En la CL el porcentaje de pérdida fue del 4,6%±4,4 y 6,3%±5,4 en la GT y el BGYR respectivamente. En la cadera, el porcentaje de pérdida en CF fue del 8,3%±5,2 y 10,8%±3,8 y en CT del 7,1%±3,7 y 11,1%±6,3 en la GT y en el BGYR respectivamente. En el radio, el porcentaje de pérdida de masa ósea fue en el 1/3 PR del 0,2%±9,3 y 0,1%±7,5 y a nivel UD del 3,2%±6,3 y de 5,9±8,2 en la GT y en el BGYR respectivamente.

En el análisis multivariado las variables, edad, peso preoperatorio, porcentaje de peso a los 12 meses y tipo de IQ no mostraron ninguna relación significativa con la pérdida de DMO en ninguna de las localizaciones analizadas.

En las radiografías de columna dorsal y lumbar no se hallaron fracturas vertebrales para ninguna de las pacientes antes ni a los 12 meses de la IQ.

## Bioquímica y marcadores de remodelado óseo

En la tabla 4 se muestran los resultados de Ca, P, 25-OH Vit D y PTH antes y a los 12 meses de la IQ. No se observaron diferencias significativas entre los dos grupos en ninguno de los parámetros analizados antes de la IQ. Los valores de Ca, P y PTH se mantuvieron dentro de los rangos de normalidad a los 12 meses de la IQ y no se hallaron diferencias significativas respecto los valores previos a la IQ. Los valores de 25 OH Vit D se incrementaron significativamente a los 12 meses solamente tras la GT. Cuando se compararon los resultados pareados entre los valores basales de MRO antes y a los 12 meses de la IQ, considerando ambos grupos conjuntamente, se observó un aumento significativo a nivel del marcador de resorción NTx mientras que para la FAO los cambios no fueron significativos (tabla 5). Cuando se compararon los MRO antes y a los 12 meses para cada una de los 2 tipos de IQ, se observó un aumento significativo para NTx en ambos tipos de IQ y un descenso significativo en las FAO tan solo para la GT (tabla 5).

## Discusión

La relación entre el peso, IMC y riesgo de baja masa ósea y de fractura osteoporótica es un dato bien conocido. Ravn et al<sup>6</sup> demostraron, en un estudio prospectivo en mujeres postmenopáusicas, la relación entre un IMC bajo y masa ósea, de tal forma que el adelgazamiento se correlacionaba de forma significativa con la pérdida de masa ósea. Además, un meta-análisis reciente de los principales estudios epidemiológicos ha demostrado que un IMC alto se correlacionaba con un menor riesgo de fracturas y por lo tanto con un efecto protector<sup>7</sup>. Al contrario un IMC bajo se relacionaba con un mayor riesgo de fractura osteoporótica, de tal forma que por ejemplo con un IMC de 35 el riesgo de fractura osteoporótica disminuía en un 26%, mientras que con un IMC de 20 el riesgo aumentaba en un 27%.

Por otro lado son conocidas las alteraciones que las intervenciones de cirugía bariátrica producen sobre el metabolismo óseo<sup>8-11</sup>. Se considera que durante el primer año se puede llegar a perder hasta un 4,5% en la DMO medida en CL y hasta un 9,27% en CT<sup>12</sup>. Todos estos datos han motivado que se busquen alternativas a la cirugía bariátrica más intervencionista como es el by-pass e intentar reducir este

**Tabla 3 – DMO antes y a los 12 meses tras IQ en su conjunto y para cada tipo de IQ**

	Ambas media ± DE	p	SG (n=8) media ± DE	p	BGYR (n=7) media ± DE	p
DMOL2-L4						
Basal	1,054 ± 0,12		1,013 ± 0,13		1,100 ± 0,10	
12 meses	0,995 ± 0,10	0,001	0,967 ± 0,125	0,033	1,026 ± 0,07	0,022
DMO CF						
Basal	0,876 ± 0,07		0,883 ± 0,09		0,869 ± 0,04	
12 meses	0,792 ± 0,06	0,0001	0,808 ± 0,08	0,003	0,774 ± 0,04	0,0001
DMO CT						
Basal	1,030 ± 0,07		1,009 ± 0,07		1,054 ± 0,07	
12 meses	0,933 ± 0,06	0,0001	0,936 ± 0,07	0,001	0,929 ± 0,05	0,005
DMO1/3 Radio						
Basal	0,677 ± 0,07		0,661 ± 0,06		0,695 ± 0,07	
12 meses	0,673 ± 0,06	NS	0,656 ± 0,05	NS	0,693 ± 0,06	NS
DMO Ultra						
Basal	0,423 ± 0,03		0,415 ± 0,03		0,433 ± 0,02	
12 meses	0,404 ± 0,04	0,03	0,401 ± 0,04	NS	0,407 ± 0,04	NS

CF: cuello femoral; CL: columna lumbar L2-L4; CT: cadera total; DMO: densidad mineral ósea; tercio proximal de radio (1/3 PR); UD: ultradistal de radio.

\* Valores expresados en g/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 4 – Bioquímica y hormonas antes y a los 12 meses de la IQ**

	Antes	12 meses
Ca (mg/dl)		
Sleeve	9,3 ± 0,3	9,4 ± 0,2
By-pass	9,4 ± 0,4	9,4 ± 0,3
P (mg/dl)		
Sleeve	3,4 ± 0,5	3,9 ± 0,2
By-pass	3,3 ± 0,6	3,7 ± 0,5
25-OH VitD (ng/ml)		
Sleeve	24,3 ± 16,0	37,4 ± 19,5*
By-pass	20,1 ± 12,5	24,4 ± 17,8
PTH (pg/ml)		
Sleeve	50,1 ± 25,3	43,8 ± 12,8
By-pass	46,0 ± 26,1	37,0 ± 14,7

Ca: calcio; P: fósforo; 25 hidrox-Vitamina D (25-OH Vit D); PTH: parathormona intacta.

\* p=0,03.

efecto de pérdida de la masa ósea relacionado con la pérdida de IMC.

Los resultados del presente estudio han demostrado una pérdida significativa de DMO en CL, CF y CT con ambas técnicas IQ evaluadas, el BGYR y la GT, con un porcentaje de pérdida mayor en cadera que en columna, similar a lo observado por otros autores<sup>12</sup>.

Esta diferencia en el porcentaje de pérdida de DMO en cadera podría explicarse por que esta tiene un mayor componente de hueso cortical que trabecular, sin embargo

esta hipótesis no estaría confirmada por los cambios de DMO a nivel del extremo distal del radio, sobre todo en 1/3 PR, que es una región particularmente cortical.

Al comparar las dos técnicas, los resultados han demostrado un porcentaje de pérdida de masa ósea menor con la GT que con el BGYR a nivel de columna lumbar y de cadera, aunque sin significación estadística. Así mismo, en el análisis multivariado se ha demostrado que el ni el tipo de IQ ni la pérdida de peso alcanzada a los 12 meses influía en la pérdida de DMO. En referencia a la longitud del asa en Y de Roux, Gleysteen JJ realizó un estudio en el que comparaba varios tipos de asa, de 41–61 cm, 130–160 cm y 115–250 cm. No halló diferencias en la pérdida de peso producido, ni a corto ni largo plazo, entre los pacientes obesos sometidos a intervención con las asas más largas y si respecto las asas por debajo de 61 cm<sup>13</sup>.

Las ventajas de la GT sobre el BGYR serían un menor tiempo operatorio, menor riesgo quirúrgico al evitar anastomosis, una preservación del píloro evitando así el dumping, una motilidad gastrointestinal no alterada y al no haber bypass intestinal se evitaría el riesgo de carencias vitamínicas, absorción de calcio y se evitaría una excesiva pérdida de DMO.

Sin embargo, los resultados del presente estudio en cuanto a DMO, demuestran que se produce también una pérdida de DMO, aunque con un menor porcentaje de pérdida de masa ósea. Además los hallazgos de los MRO demuestran un aumento en la resorción y disminución de la formación ósea con ambas IQ, aunque la FAO no llega a ser significativa en el BGYR, probablemente por un problema de tamaño de la muestra.

Los resultados de estudios similares sin by pass gástrico, demuestran con la técnica de la gastroplastia vertical anillada, un aumento de los MRO de resorción y así como

**Tabla 5 – MRO antes y a los 12 meses tras IQ en conjunto y para cada tipo de IQ**

	Ambas IQ (Media ± DE)	p	SG (n=8) (Media ± DE)	p	PGYR (n=7) (Media ± DE)	p
FAO (mcg/L)						
Basal	15,4 ± 3,2		17,2 ± 2,2		13,2 ± 3,2	
12 meses	13,8 ± 3,9	NS	14,4 ± 1,6	0,025	13,1 ± 6,1	NS
NTx (nmol/mmolCreat)						
Basal	45,8 ± 18,8		40,8 ± 16,6		50,0 ± 20,9	
12 meses	102,1 ± 36,5	0,0001	98,0 ± 38,5	0,013	105,6 ± 37,9	0,004

FAO: fosfatasa alcalina ósea; N-Telopéptido (NTx).

un descenso de la leptina medida en sangre<sup>9</sup>. Este dato podría explicar en parte los resultados de nuestro estudio, en el que con ambas técnicas quirúrgicas existiría una pérdida de DMO similar y por lo tanto más relacionada con la pérdida de peso que con los trastornos de absorción y alteración de los parámetros nutricionales y hormonales del metabolismo del calcio<sup>11,14</sup>. En este sentido, destaca la estrecha relación que sugieren algunos autores entre la materia grasa y el hueso<sup>15</sup>, con un aumento claro de la actividad osteoclástica incluso en mujeres sanas postmenopáusicas que reducen peso<sup>16</sup>.

Desde el punto de vista hormonal esta bien establecida la relación entre glucosa, calcitonina y hormona paratiroidea<sup>17</sup> todo ello mediado por los cambios que se produce con la glucosa, proteínas y grasa a través de la insulina y otras sustancias como la amilina<sup>18</sup>. En nuestro estudio los valores de 25 OH Vit D se incrementaron significativamente con el SG y no se modificaron con el BGYR lo que confirma los resultados de otros estudios en los que se relaciona a esta técnica de IQ con una necesidad de suplementación con dosis altas de vitamina D para evitar un hiperparatiroidismo secundario que favorezca la resorción ósea y la pérdida de masa ósea<sup>19-21</sup>. Valderas et al<sup>19</sup> realizaron un estudio retrospectivo en el que revisaron la repercusión a largo plazo, entre 1-5 años, sobre el metabolismo óseo del BGYR. Hallaron una clara correlación entre los niveles del C-telopéptido, un marcador de resorción ósea similar a NTx y los niveles de PTH. Estos datos reflejaban la persistencia de una resorción ósea aumentada, con un hiperparatiroidismo secundario mantenido a largo plazo tras la cirugía bariátrica. Se reafirma así la necesidad de la suplementación con vitamina D o al menos determinación de los niveles de 25 OH Vit D de forma mantenida incluso tras varios años tras la cirugía del BGYR.

Las células adipocíticas son relevantes en todo este proceso y fundamentalmente porque su regulación depende en gran medida de la leptina que tiene la capacidad de codificar ambas células implicadas en el proceso<sup>22</sup>.

Los mecanismos por los que se produce la pérdida de masa ósea tras la cirugía bariátrica son diversos y no dependen tan solo de la posible mal absorción del calcio y la vitamina D. La disminución de peso produce un descenso en los niveles de leptina<sup>23</sup>, con la consiguiente disminución de la producción de osteoprotegerina (OPG), y un incremento de la actividad resorptiva de los osteoclastos al no producirse el efecto bloqueador de la OPG sobre el RANKL.

La leptina tiene, además de la capacidad de regular el sistema de diferenciación osteoblástica<sup>24</sup>, receptores de leptina en los propios osteoblastos y también interviene en el sistema de regulación osteoclástica OPG-RANK-RANKL. Recientemente Bruno et al<sup>25</sup> han demostrado una disminución de los niveles de leptina que se correlacionaban con la pérdida de DMO y cambios en los MRO en pacientes con BGYR a los 18 meses de la IQ.

Una de las limitaciones del presente estudio piloto es el tamaño muestral, es necesario confirmar los datos obtenidos mediante un estudio con el mismo diseño y con un tamaño muestral mayor para recomendar de manera protocolizada el tratamiento preventivo de la pérdida de masa ósea en los pacientes sometidos a GT. Analizar además los valores de leptina en sangre para confirmar la hipótesis de su correlación con la pérdida de DMO.

En conclusión el presente estudio demuestra que con la GT existe una pérdida de masa ósea menor, no significativa, a la que se produce con la el BGYR, lo que hace preveer la recomendación de una evaluación previa y un seguimiento de la DMO y de los parámetros relacionados con el metabolismo óseo independientemente de la técnica quirúrgica utilizada y valorar la introducción de antiresorptivos, a parte de los nutrientes necesarios como la vitamina D.

## Financiación

Este estudio recibió el soporte de una ayuda del Fondo de Investigaciones Sanitarias del Instituto Carlos III convocatoria para proyectos de Investigación de Evaluación de Tecnologías Sanitarias (PI 0690639).

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## BIBLIOGRAFÍA

- Coates PS, Fernstrom JD, Fernstrom MH, Schauer PR, Greenspan SL. Gastric bypass surgery for morbid obesity leads to an increase in bone turnover and a decrease in bone mass. *J Clin Endocrinol Metab.* 2004;89:1061-5.

2. von Mach MA, Stoeckli R, Bilz S, Kraenzlin M, Langer I, Keller U. Changes in bone mineral content after surgical treatment of morbid obesity. *Metabolism*. 2004;53:918-21.
3. Reid IR. Relationships between fat and bone. Serum markers of bone turnover are increased at six and 18 months after Roux-en-Y bariatric surgery: correlation with the reduction in leptin. *Osteoporos Int*. 2008;19:595-606.
4. Kanis JA, Melton 3rd LJ, Christiansen C, Johnston CC, Khaltav N. The diagnosis of osteoporosis. *J Bone Miner Res*. 1994;9:1137-41.
5. Genant HK, Wu CY, vanKujik C, Nevitt M. Vertebral fracture assessment using a semi-quantitative technique. *J Bone Miner Res*. 1993;8:1137-48.
6. Ravn P, Cizza G, Bjarnason NH, Thompson D, Daley M, Wasnich RD, et al. Low body mass index is an important risk factor for low bone mass and increased bone loss in early postmenopausal women. Early Postmenopausal Intervention Cohort (EPIC) study group. *J Bone Miner Res*. 1999;14:1622-7.
7. De Laet C, Kanis JA, Oden A, Johanson H, Johnell O, Delmas P, et al. Body mass index as a predictor of fracture risk: a meta-analysis. *Osteoporos Int*. 2005;16:1330-8.
8. Guney E, Kisakol G, Ozgen G, Yilmaz C, Yilmaz R, Kabalak T. Effect of weight loss on bone metabolism: comparison of vertical banded gastroplasty and medical intervention. *Obes Surg*. 2003;13:383-8.
9. Olmos JM, Vázquez LA, Amado JA, Hernández JL, González Macías J. Mineral metabolism in obese patients following vertical banded gastroplasty. *Obes Surg*. 2008;18:197-203.
10. Cundy T, Evans MC, Kay RG, Dowman M, Wattie D, Reid IR. Effects of vertical-banded gastroplasty on bone and mineral metabolism in obese patients. *Br J Surg*. 1996;83:1468-72.
11. Mahdy T, Atia S, Farid M, Adulatif A. Effect of Roux-en-Y gastric bypass on bone metabolism in patients with morbid obesity: Mansoura experiences. *Obes Surg*. 2008;18:1526-31.
12. Johnson JM, Maher JW, DeMaria EJ, Downs RW, Wolfe LG, Kellum JM. The long-term effects of gastric bypass on vitamin D metabolism. *Ann Surg*. 2006;243:701-4.
13. Gleysteen JJ. Five-year outcome with gastric bypass: Roux limb length makes a difference. *Surg Obes Relat Dis*. 2009;5:242-7.
14. Johnson JM, Maher JW, Samuel I, Heitshusen D, Doherty C, Downs RW. J Effects of gastric bypass procedures on bone mineral density, calcium, parathyroid hormone, and vitamin D. *J Gastrointest Surg*. 2005;9:1106-10.
15. Reid IR. Relationships between fat and bone. *Osteoporos Int*. 2008;19:595-606.
16. Ricci TA, Heymsfield SB, Pierson RN, Stahl T, Chowdhury HA, Shapses SA. Moderate energy restriction increases bone resorption in obese postmenopausal women. *Am J Clin Nutr*. 2001;73:347-52.
17. D'Erasmo E, Pisani D, Ragno A, Raejntroph N, Vecchi E, Acca M. Calcium homeostasis during oral glucose load in healthy women. *Horm Metab Res*. 1999;31:271-3.
18. Cornish J, Callon KE, Bava U, Kamona SA, Cooper GJS, Reid IR. Effects of calcitonin, amylin and calcitonin generated peptide on osteoclast development. *Bone*. 2001;9:162-8.
19. Valderas JP, Velasco S, Solari S, Liberona Y, Viviani P, Maiz A, et al. Increase of bone resorption and the parathyroid hormone in postmenopausal women in the long-term after Roux-en-Y gastric bypass. *Obes Surg*. 2009;19:1132-8.
20. Mahdy T, Atia S, Farid M, Adulatif A. Effect of Roux-en-Y gastric bypass on bone metabolism in patients with morbid obesity: Mansoura experiences. *Obes Surg*. 2008;18:1526-31.
21. Abbasi AA, Amin M, Smiertka JK, Grunberger G, MacPherson B, Hares M, et al. Abnormalities of vitamin D and calcium metabolism after surgical treatment of morbid obesity: a study of 136 patients. *Endocr Pract*. 2007;13:131-6.
22. Reid IR. Relationships among body mass, its components, and bone. *Bone*. 2002;31:547-55.
23. Infanger D, Baldinger R, Branson R, Barbier T, Steffen R, Horber FF. Effect of significant intermediate-term weight loss on serum leptin levels and body composition in severely obese subjects. *Obes Surg*. 2003;13:879-88.
24. Cornish J, Callon KE, Bava U, Lin C, Naot D, Hill BL, et al. Leptin directly regulates bone cell function in vitro and reduces bone fragility in vivo. *J Endocrinol*. 2002;175:405-15.
25. Bruno C, Fulford AD, Potts JR, McClintock R, Jones R, Cacucci BM, et al. Serum markers of bone turnover are increased at six and 18 months after Roux-en-Y bariatric surgery: correlation with the reduction in leptin. *J Clin Endocrinol Metab*. 2010;95:159-66.