

## ORIGINAL

# Concentraciones séricas de vitaminas liposolubles, de zinc y de otros marcadores bioquímicos en pacientes intervenidos de bypass gástrico y biliopancreático<sup>☆</sup>

María Ortiz Espejo <sup>a,\*</sup>, María Dolores Fernández González <sup>a</sup>,  
Ricardo Batanero Maguregui <sup>b</sup>, Jesús Manuel Morán López <sup>b</sup>,  
María Teresa García Unzueta <sup>a</sup> y Juan Antonio Gómez Gerique <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Servicio de Análisis Clínicos, Hospital Universitario Marqués de Valdecilla, Santander, España

<sup>b</sup> Servicio de Endocrinología y Nutrición, Hospital Universitario Marqués de Valdecilla, Santander, España

Recibido el 25 de junio de 2010; aceptado el 9 de noviembre de 2010

Disponible en Internet el 5 de marzo de 2011

## PALABRAS CLAVE

Cirugía bariátrica;  
Vitaminas  
liposolubles;  
Obesidad;  
bypass gástrico;  
bypass  
biliopancreático

## Resumen

**Introducción:** Las vitaminas liposolubles y el zinc son micronutrientes que deben ser aportados con la dieta. Los bypass gástricos y biliopancreáticos son considerados intervenciones malabsortivas, pudiendo provocar importantes déficits carenciales.

**Material y métodos:** Se compararon las concentraciones de vitaminas A y E, zinc y otros marcadores bioquímicos de 35 controles y 32 pacientes sometidos a cirugía bariátrica en distintos tiempos tras la intervención (tras seis meses, al año y transcurridos más de cinco años). Las determinaciones de las vitaminas y del zinc se realizaron mediante HPLC y por espectroscopía de absorción atómica por llama de aire-acetileno, respectivamente.

**Resultados:** Para la vitamina A se obtuvieron medias de 2,15 µmol/L en los controles. Los pacientes en los distintos tiempos tras la intervención mostraron valores decrecientes de vitamina A hasta alcanzar concentraciones de 0,63 µmol/L tras más de cinco años de la cirugía ( $p < 0,002$ ). En el caso de la vitamina E se encontraron medias de 28,6 nmol/L para los controles y valores entre 11,7-15,6 nmol/L para los pacientes en las distintas etapas ( $p < 0,001$ ). En el caso del zinc se observaron medias de 11,6, 10,7 y 9,94 µmol/L para los pacientes en los distintos tiempos, encontrándose diferencias significativas con los controles ( $p < 0,001$ ). Además, se observó significación estadística en las concentraciones de calcio, hierro y folato.

**Conclusiones:** Los pacientes intervenidos de cirugía bariátrica presentan problemas absorbivos con déficits notables de nutrientes por lo que este hecho debería ser considerado a efectos de evitar posibles patologías derivadas de estas carencias.

© 2010 AEBM, AEFA y SEQC. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

<sup>☆</sup> Este trabajo corresponde a una comunicación científica presentada y premiada en el III Congreso Nacional del Laboratorio Clínico celebrado en Valencia del 14 al 16 de octubre de 2009.

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [tweetinna@hotmail.com](mailto:tweetinna@hotmail.com) (M. Ortiz Espejo).

**KEYWORDS**

Bariatric surgery;  
Fat-soluble vitamins;  
Obesity;  
Gastric bypass;  
Biliopancreatic bypass

**Serum concentrations of fat-soluble vitamins, zinc and other biochemical markers in patients after gastric or biliopancreatic bypass****Abstract**

**Introduction:** Fat-soluble vitamins and zinc are substances not synthesized in the body. Consequently intake of those micronutrients is required. Gastric and biliopancreatic bypass considered malabsorption interventions that can lead to nutritional deficiencies.

**Material and methods:** We compared levels of vitamins A and E, zinc and others biochemical markers of 35 controls and 32 patients submitted to bariatric surgery at different times after the operation (after six months, after one year and after more than five years). Vitamins and zinc were determined by HPLC and air-acetylene flame atomic absorption, respectively.

**Results:** A mean of  $2.15 \mu\text{mol/L}$  was obtained for controls. In the different times after the surgery, the patients showed decreasing values of vitamin A up to concentrations of  $0.63 \mu\text{mol/L}$  after more than five years after the intervention ( $P < .002$ ). For vitamin E, a mean  $28.6 \text{ nmol/L}$  was obtained for controls, and values between  $11.7-15.6 \text{ nmol/L}$  for patients at the different times after the surgery ( $P < .001$ ). Means of  $11.6$ ,  $10.7$  and  $9.9 \mu\text{mol/L}$  of zinc were observed in patients at the different times, being significantly different from the control group ( $P < .001$ ). In addition, we found statistical significance in the concentration of calcium, iron and folic acid.

**Conclusions:** Patients after bariatric surgery show absorption problems with a marked lack of nutrients. This fact should be taken into consideration to reduce effects of possible pathologies derived from these deficiencies.

© 2010 AEBM, AEFA y SEQC. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

## Introducción

La obesidad es una enfermedad multifactorial en la que el exceso de grasa se relaciona con la predisposición genética y con los factores ambientales<sup>1</sup>. Está asociada a múltiples complicaciones y comorbilidades como hipertensión (HTA), diabetes mellitus (DM), dislipemia y apnea del sueño obstructiva (SAOS)<sup>1,2</sup>.

La primera línea de la terapia (cambio en el estilo de vida: dieta, ejercicio, cambios de conducta y medicación), suele ser inefectiva, ya que la pérdida de peso suele ser baja y además, parece que el 90% de estos pacientes lo recuperan<sup>3-5</sup>. La cirugía bariátrica ha probado ser el tratamiento más efectivo, reduciendo además comorbilidades y aumentando la calidad de vida de los pacientes<sup>1-3,6-10</sup>. Se considera apropiada para pacientes adultos con índice de masa corporal (IMC) mayor de cuarenta, o entre treinta y cinco y cuarenta, con otras comorbilidades<sup>1,5,7,10</sup>.

El bypass gástrico (BPG) y la derivación biliopancreática (DBP) se consideran procedimientos mixtos (restrictivos por limitar la ingesta calórica y malabsortivos por disminuir la longitud intestinal afectando a la absorción de nutrientes, fundamentalmente grasas y compuestos liposolubles). La mayor pérdida de peso se consigue con la DBP, ya que mayoritariamente es malabsortiva<sup>4,5,7,10,11</sup>.

Los déficits nutricionales que aparecen después de estas intervenciones dependen significativamente del tipo de cirugía y serían proporcionales a la longitud del área de absorción, por lo que las deficiencias nutricionales suelen ser más frecuentes tras los procesos malabsortivos que tras los restrictivos<sup>1</sup>.

Frecuentemente los sujetos intervenidos sufren deficiencias nutricionales, especialmente de vitaminas liposolubles, ácido fólico y zinc, estando también documentadas las de vitamina B12, tiamina, folato, calcio, vitamina D, hierro

y cationes divalentes. La alimentación de estos pacientes debería ser vigilada regularmente por un equipo multidisciplinar en los períodos pre y post intervención y sería conveniente que recibiesen asesoramiento puesto que tienen un aporte inadecuado de nutrientes y con frecuencia es necesario la suplementación tras la intervención para la corrección de las deficiencias<sup>5,12,13</sup>.

Las vitaminas A y E son micronutrientes liposolubles que deben ser incorporados por la dieta<sup>14</sup>. Se absorben en el intestino mediante mecanismos similares a las grasas, por lo que la disminución de la absorción de las mismas alterará significativamente su absorción. El zinc es un oligoelemento esencial que se incorpora por la alimentación. Se absorbe a nivel duodenal según el nivel de zinc en sangre (que depende de la concentración intracelular y de la albúmina disponible). En los pacientes intervenidos de cirugía bariátrica parece que esta regulación está interferida y que el estatus nutricional está alterado, ya que los niveles de zinc suelen encontrarse bajos en plasma y en eritrocitos, donde además se observa una mayor excreción<sup>15</sup>.

En función de lo anterior, se decidió determinar los valores séricos de los parámetros bioquímicos vitamina A, vitamina E y zinc, en pacientes intervenidos de cirugía bariátrica, puesto que estos marcadores bioquímicos podrían encontrarse disminuidos en pacientes intervenidos de obesidad mórbida y así poder valorar las posibles deficiencias de los mismos y la necesidad de instaurar o incrementar la suplementación. Además se evaluaron los valores séricos de calcio, magnesio, hierro, ferritina, vitamina B12 y ácido fólico, por si estos marcadores también podrían encontrarse reducidos tras la intervención. Se realizó un seguimiento para valorar la evolución temporal de los distintos marcadores, realizando analíticas a los seis meses de la intervención, al año y tras más de cinco años de la cirugía.

## Material y métodos

### Diseño del estudio

Retrospectivo y observacional. Se realizó un seguimiento de distintos parámetros (sexo, edad, peso, talla, IMC, comorbilidades e ingesta de suplementos) a 32 pacientes que habían sido intervenidos de obesidad mórbida. Se compararon los datos de las determinaciones séricas de distintos marcadores bioquímicos (vitamina A, vitamina E, zinc, calcio, magnesio, hierro, ferritina, vitamina B12 y ácido fólico) de los pacientes intervenidos de cirugía bariátrica (DBP y BPG) en distintos tiempos tras la intervención (a los seis meses, al año y más de cinco años) con las obtenidas en 35 individuos control procedentes de revisiones rutinarias, tomados al azar y que no habían sido intervenidos ni eran obesos. Los pacientes se seleccionaron entre enero y mayo de 2009 con el criterio de inclusión de haber sido sometidos a cirugía bariátrica entre los años 2000-2009 (por ello el último tiempo de realización de la analítica agrupa a los pacientes cuando han transcurrido una media de más de cinco años tras la cirugía).

### Métodos analíticos

La determinación de vitaminas liposolubles se realizó mediante cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) (Bio-Rad Laboratories®) con detección en el UV a 340-295 nm en un Hewlett-Packard® con columna de fase reversa C8 DI 90 mm por 3,2 mm y fase móvil agua:metanol. Las determinaciones cuantitativas se realizan con ayuda de un estándar interno y la validación en referencia a estándares añadidos<sup>16</sup>. Las determinaciones de zinc se cuantificaron mediante espectroscopia de absorción atómica por llama de aire-acetileno en un espectrofotómetro Analyst 100 de Perkin-Elmer® (longitud de onda 213 nm, apertura de rendija 0,7 nm y dilución de la muestra ½ con agua ultrapura). Calibración con estándar acuoso (Merck®) 1.000 ppm. Presenta un coeficiente de variación intradía de 4,5% e interdía de 7%<sup>17,18</sup>.

Se cuantificaron los marcadores calcio, magnesio y hierro en un Advia Chemistry System 2400® (Siemens Healthcare Diagnostics). El calcio mediante el método de la cresoftaleína complexona automatizada (los iones forman un complejo violeta con la cresoftaleína en un medio alcalino) que está normalizado con respecto a un método de referencia de absorción atómica que utiliza materiales de referencia de NIST ( $r=0,996$ ). El hierro se determinó con el método basado en ferrocina (éste se libera de la transferrina en condiciones de acidez y se reduce a su estado ferroso para cambiarlo con un cromógeno a fin de medirlo por colorimetría), conforme al método de referencia propuesto por la AACC ( $r=0,999$ ). El magnesio se cuantifica por el método colorimétrico con azul de xilitol como colorante (los iones magnesio reaccionan con el colorante en un medio alcalino para formar un complejo hidrosoluble. El aumento de absorbancia del mismo es proporcional a la concentración), conforme a un método de referencia de absorción atómica que utiliza materiales de referencia de NIST por medio de una correlación de muestras,  $r=0,993$ .

La ferritina, vitamina B12 y ácido fólico se cuantificaron en un Advia Centaur® Immunoassay System (Siemens Healthcare Diagnostics) mediante quimioluminiscencia directa. La ferritina mediante un inmunoensayo tipo sándwich de dos puntos (normalización conforme al segundo patrón internacional de la OMS,  $r=0,999$ ). La vitamina B12 y el folato mediante inmunoensayo competitivo (el ensayo es conforme a un estándar interno fabricado con material de calidad USP y material altamente purificado, respectivamente).

Todos los marcadores estuvieron sometidos a tres controles sistemáticos internos diarios de dos niveles, las vitaminas A y E de Bio-Rad Laboratories®, el zinc Qualitrol HS N de Merck® y el resto de Siemens Healthcare Diagnostics®. Estos últimos también sometidos a un control quincenal externo; programa EQAS (External Quality Assurance Services. N° Lab: 1877 CA, USA) de Bio-Rad Laboratories®.

### Tratamiento estadístico

Los datos se analizaron con el paquete estadístico SPSS 12.0®. Se realizaron análisis descriptivos básicos y tablas de contingencia para cada magnitud bioquímica cuantificada en controles y pacientes en los distintos tiempos del estudio (a los seis meses de la intervención, al año y tras más de cinco años de la cirugía) para evaluar las diferencias en los mismos con la evolución temporal desde la cirugía y ver si existían diferencias entre ellos y con los controles; se utilizó el test de ANOVA intergrupos para cada magnitud bioquímica cuantificada obteniendo, si la había, significación estadística en cada caso, comparaciones múltiples "post-HOC" Bonferroni y estadístico de pruebas relacionadas para la evaluación de las diferencias entre los controles y los pacientes en cada tiempo tras la cirugía.

## Resultados

La mayoría de los sujetos incluidos en el estudio fueron mujeres, tanto en el grupo control como en el grupo de pacientes intervenidos. La edad media de los controles fue de 48 años (54 en el caso de los hombres y 45 en el de las mujeres) y de 41 años para los pacientes intervenidos (43 para los hombres y 40 para las mujeres). Antes de la intervención los pacientes presentaron un peso medio de 121 kg (135 para hombres y 118 para mujeres) y un IMC medio de 46 kg/m<sup>2</sup> (45 para los hombres y 46 para las mujeres). Ningún paciente se encontraba tomando suplementos antes de la cirugía. Las comorbilidades más frecuentes fueron HTA y DM.

A los seis meses y al año de la cirugía se observaron en los pacientes pesos medios de 94 y de 86 kg e IMC medios de 36 y 32 kg/m<sup>2</sup>, respectivamente. Se obtuvieron diferencias de 27 kg entre la pre-cirugía y a los seis meses tras la intervención que resultó significativo y diferencias de 34 kg entre la pre-cirugía y el año. Por lo que la mayor pérdida de peso de los pacientes se produciría en los seis primeros meses.

Tras más de cinco años de la intervención se obtuvieron medias de 83 kg de peso y 31 kg/m<sup>2</sup> de IMC y diferencias de 37 kg con la pre-cirugía lo que podría indicar una estabilización del peso perdido a lo largo del tiempo tras el año de la cirugía en nuestra población a estudio. El 20% de los pacientes presentaron HTA, el 11% DM y el 4% hiperlipemia y

**Tabla 1** Concentraciones séricas de vitamina A, vitamina E, zinc, calcio, magnesio, hierro, ferritina, vitamina B12 y folato del grupo control, pacientes a los seis meses de la intervención, pacientes al año de la intervención y pacientes tras una media de más de 5 años de la intervención

	Grupo control	A los 6 meses	Al año	Más de 5 años
Número de sujetos	35	32	32	32
Sexo femenino	26 (75)	27 (85)	27 (85)	27 (85)
Vitamina A ( $\mu\text{mol/L}$ )	2,15 (1,8-2,4)	1,78 (0,94-2,6)	1,62 (0,87-2,37) <sup>a</sup>	0,63 (0,56-0,7) <sup>a</sup>
Vitamina E (nmol/L)	28,6 (26-31,16)	13,18 (7,47-18,86) <sup>a</sup>	15,66 (11-20,29) <sup>a</sup>	11,72 (9,87-13,6) <sup>a</sup>
Zinc ( $\mu\text{mol/L}$ )	13,4 (12,4-14,5)	11,63 (10,25-13) <sup>a</sup>	10,77 (9,8-11,78) <sup>a</sup>	9,94 (9,33-10,56) <sup>a</sup>
Calcio (mmol/L)	2,35 (2,3-2,37)	2,27 (2,2-2,32)	2,22 (2,17-2,3) <sup>a</sup>	2,17 (2,15-2,25) <sup>a</sup>
Magnesio (mmol/L)	0,86 (0,82-0,9)	0,78 (0,74-0,86) <sup>a</sup>	0,78 (0,74-0,82) <sup>a</sup>	0,78 (0,74-0,82) <sup>a</sup>
Hierro ( $\mu\text{mol/L}$ )	14,39 (11,8-17)	10,02 (7,34-10,9)	9,16 (7,7-10,74) <sup>a</sup>	10,16 (8,23-12,17) <sup>a</sup>
Ferritina ( $\mu\text{g/L}$ )	64,8 (39-91)	140,8 (1,4-280)	100,9 (12-189)	117,7 (39-196)
Vitamina B12 (pmol/L)	282 (207,4-357,2)	335 (284,1-387,4)	441,7 (228,8-662)	314,4 (256-377,2)
Folato (nmol/L)	24 (15,2-32,2)	15,4 (12,23-18,6)	26 (20-32,4)	27,2 (21,8-32,6)

El sexo femenino se expresa como número de sujetos (porcentaje); Los valores de vitaminas, zinc, calcio, magnesio, hierro, ferritina y folato se expresan como media (intervalo de confianza 95%).

<sup>a</sup> diferencias significativas con el grupo control ( $p < 0,05$ ).

SAOS. Todos los sujetos fueron suplementados como mínimo con un multivitamínico, calcio y hierro, según necesidades y tolerancia.

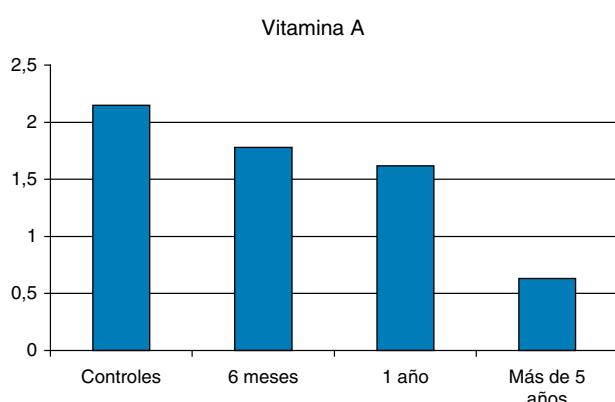
Se analizó la evolución de los marcadores bioquímicos en los distintos tiempos y se compararon con las concentraciones obtenidas para el grupo control obteniéndose diferencias significativas intergrupos para vitaminas A y E, zinc, calcio, hierro y ácido fólico. La vitamina A presentó medias de 2,1  $\mu\text{mol/L}$  para los controles. Los pacientes mostraron valores de 1,8, 1,6 y 0,6  $\mu\text{mol/L}$  a los seis meses, al año y tras más de cinco años de la intervención, respectivamente, observándose un descenso gradual en la concentración que se haría más acusado con el paso del tiempo (tabla 1). Se obtuvieron diferencias significativas entre este último grupo y todos los demás. También entre el grupo control y los pacientes al año ( $p < 0,02$ ) (gráfica 1).

La vitamina E muestra valores medios de 28 nmol/L para los controles, y valores medios de 13, 15 y 11 nmol/L para los pacientes en los distintos tiempos tras la intervención, respectivamente (tabla 1) (gráfica 2). Se encontraron

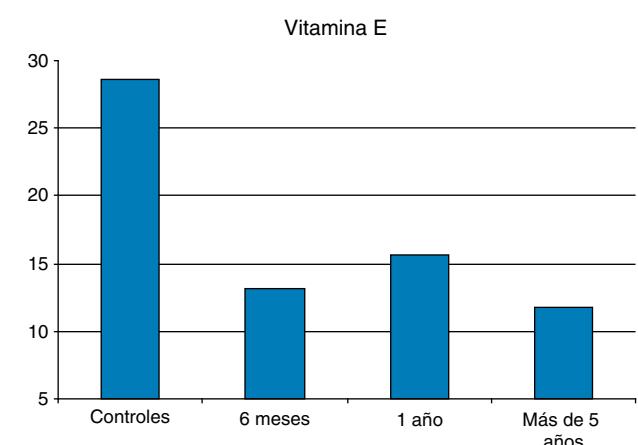
diferencias significativas entre el grupo control y el resto de los grupos ( $p < 0,001$ ) pudiendo ser debidas a una disminución en los niveles de vitamina E, aunque dentro de los rangos de normalidad, tras la intervención que se estabilizaría a lo largo del tiempo, pero que no permite alcanzar concentraciones similares a los controles.

Se obtuvieron medias de 11,6, 10,7 y 9,9  $\mu\text{mol/L}$  en las concentraciones de zinc para los pacientes a los seis meses, al año y tras una media de más de cinco años de la cirugía observándose una reducción gradual con el tiempo dentro de los rangos de referencia. Los controles presentaron concentraciones de 13,4  $\mu\text{mol/L}$  mostrando diferencias significativas con los pacientes al año y tras más de cinco años de la cirugía. ( $p < 0,001$ ) (tabla 1) (gráfica 3).

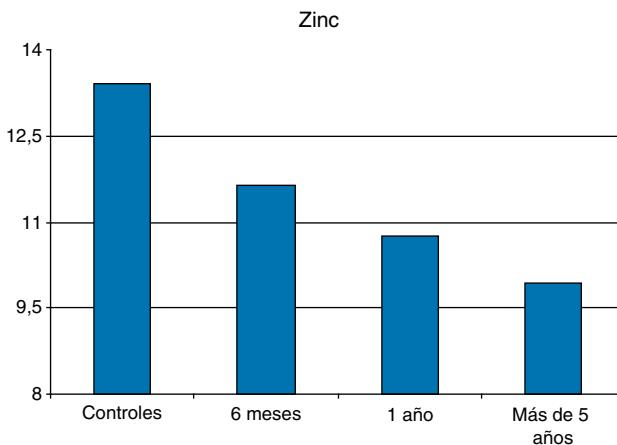
Los valores de calcio presentaron medias de 2,35 mmol/L para controles, 2,27 mmol/L para pacientes a los seis meses de la cirugía, 2,22 mmol/L al año y 2,17 mmol/L tras más de cinco años de la intervención, obteniéndose resultados



**Figura 1** Niveles de vitamina A, representados como media ( $\mu\text{mol/L}$ ), obtenidos mediante descriptivos y tablas de contingencia para controles, pacientes a los 6 meses de ser intervenidos, pacientes al año de dicha intervención y pacientes tras una media de más de cinco años después de la cirugía.



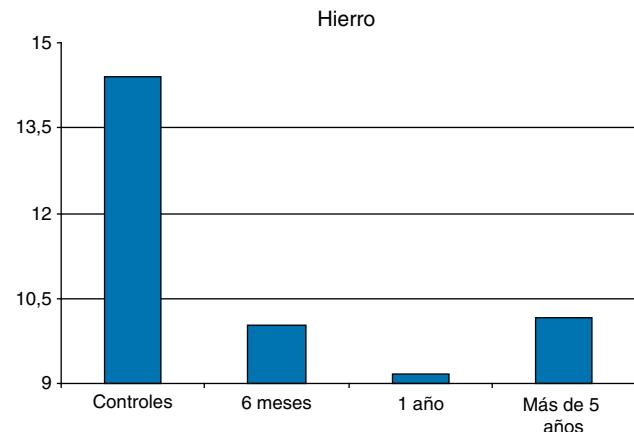
**Figura 2** Niveles de vitamina E, representados como media (nmol/L), obtenidos mediante descriptivos y tablas de contingencia para controles, pacientes a los 6 meses de ser intervenidos, pacientes al año de dicha intervención y pacientes tras una media de más de cinco años después de la cirugía.



**Figura 3** Niveles de zinc, representados como media ( $\mu\text{mol}/\text{L}$ ), obtenidos mediante descriptivos y tablas de contingencia para controles, pacientes a los 6 meses de ser intervenidos, pacientes al año de dicha intervención y pacientes tras una media de más de cinco años después de la cirugía.

similares al caso del zinc ( $p < 0,02$ ) (gráfica 4). Para el hierro se obtuvieron medias de  $14,39 \mu\text{mol}/\text{L}$  para los controles, y medias de  $10,9$  y  $10 \mu\text{mol}/\text{L}$  para los pacientes a lo largo de las distintas etapas viéndose una disminución de las concentraciones con respecto al grupo control siendo significativa entre los controles y pacientes al año de ser intervenidos ( $p = 0,01$ ) (tabla 1) (gráfica 5).

Los niveles de ácido fólico presentaron medias de  $24 \text{ nmol}/\text{L}$  para controles, y de  $15,26$  y  $27 \text{ nmol}/\text{L}$  para pacientes a los seis meses, al año y tras más de cinco años de la intervención, respectivamente. Se observó un descenso en la concentración a los seis meses que luego se recupera y se iguala a la concentración sérica de los controles. Existen diferencias significativas entre los seis meses y el último grupo ( $p = 0,023$ ). Las concentraciones de magnesio, ferritina y vitamina B12 no mostraron diferencias significativas entre los grupos (tabla 1). Tampoco se encontraron diferencias en las concentraciones de los distintos marcadores



**Figura 5** Niveles de hierro, representados como media ( $\mu\text{mol}/\text{L}$ ), obtenidos mediante descriptivos y tablas de contingencia para controles, pacientes a los 6 meses de ser intervenidos, pacientes al año de dicha intervención y pacientes tras una media de más de cinco años después de la cirugía.

entre los pacientes que tomaron suplementos y los que no lo hicieron.

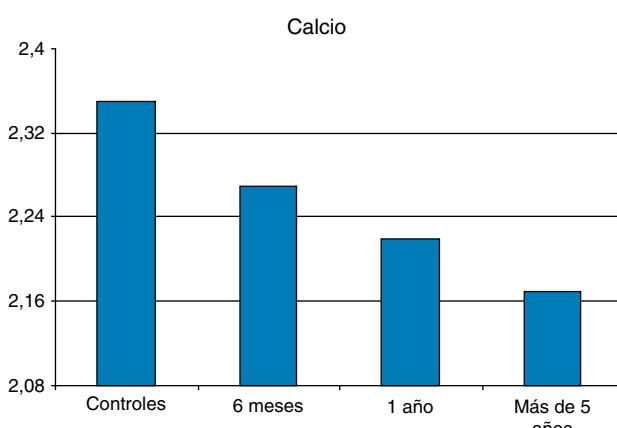
## Discusión

Domínguez et al realizaron un estudio en pacientes intervenidos de DBP en el que incluyeron un 82% mujeres y un 18% varones. Partieron de un peso medio de  $132 \text{ kg}$ , y de un IMC de  $51,23 \text{ kg}/\text{m}^2$ . La mayor pérdida de peso la encontraron el primer año tras la intervención, fundamentalmente en los seis primeros meses y, tras cinco años las comorbilidades desaparecieron en más del 95% de los casos<sup>11</sup>. Nuestra población presentó una distribución similar entre sexos, aunque unos valores pre-cirugía medios de peso y de IMC menores. La mayor pérdida de peso en nuestro estudio fue también en los seis primeros meses y encontramos un mayor porcentaje de comorbilidades asociadas.

Parece que el BPG es el más extensamente utilizado. Con esta técnica se ha conseguido la mejor relación entre resultados y complicaciones con mejoría en las comorbilidades. Aunque los déficits metabólico-nutricionales suelen ser leves con los suplementos habituales, los más frecuentes serían de hierro y vitamina B12<sup>19,20</sup>. En nuestra población fueron significativas las deficiencias de vitamina A y las concentraciones disminuidas aunque dentro de la normalidad de la vitamina E, zinc, calcio y hierro y no se encontraron deficiencias de vitamina B12.

Tras la DBP los déficits de proteínas y vitaminas liposolubles son más frecuentes que tras el BPG ya que después de un año tras la intervención una gran parte de los pacientes sometidos a DBP desarrollan anemia o deficiencias de vitaminas liposolubles. Además, muchos de estos pacientes intervenidos serían hospitalizados para el tratamiento de esta malnutrición. Estos autores apuntan que los nutrientes más afectados tras la cirugía serían las proteínas, vitamina B12, folato, hierro, calcio y tiamina<sup>1</sup>.

Algunos autores afirman que la mayoría de los pacientes que toman suplementos de vitaminas E y B6 y de folato en el rango de las recomendaciones de la US RDA



**Figura 4** Niveles de calcio, representados como media ( $\text{mmol}/\text{L}$ ), obtenidos mediante descriptivos y tablas de contingencia para controles, pacientes a los 6 meses de ser intervenidos, pacientes al año de dicha intervención y pacientes tras una media de más de cinco años después de la cirugía.

mantendrían un estatus normal de dichos nutrientes, existiendo una correlación significativa entre los niveles de suplementos y la concentración plasmática de los mismos<sup>21</sup>. Sin embargo, nuestros pacientes no alcanzaron niveles de vitamina E en el rango de concentraciones de los controles y en el caso del folato si habría concordancia con lo descrito por estos autores.

Los principales factores identificados que contribuyen a la aparición y/o agravante del déficit de vitamina A para estos autores en el pre y post intervención de BPG serían el estrés oxidativo, el déficit de otros nutrientes, la malabsorción de lípidos en el periodo post-intervención, la ingesta insuficiente de grasas y la presencia de hígado graso no alcohólico<sup>22</sup>. Otros, señalan que hay evidencias de una posible asociación de la deficiencia de vitamina A con la cirugía bariátrica, ya que la suplementación oral no presenta el impacto esperado, y que habría que enfatizar la determinación de la misma antes y después de la cirugía. La alta prevalencia de déficit de dicha vitamina tanto pre como postcirugía, incluso en pacientes suplementados, podría ser debida a su bioconversión a retinol debido a la mayor demanda a la que están expuestos estos individuos<sup>23</sup>.

Se ha visto que hay una gran prevalencia de deficiencias nutricionales en los pacientes candidatos a cirugía por lo que dichos niveles también deberían ser evaluados antes de la intervención para impedir, retardar o minimizar las complicaciones del período posquirúrgico<sup>1,24</sup>. Sin embargo, en nuestro estudio no se pudo disponer de las concentraciones pre-cirugía de los distintos marcadores.

La monitorización de las concentraciones séricas de los distintos parámetros bioquímicos en intervalos regulares sería esencial en el seguimiento de los pacientes intervenidos de cirugía bariátrica para poder paliar las deficiencias a corto y a largo plazo y así prevenir la malnutrición<sup>1,5,8,9</sup>. En nuestra población no se encontraron diferencias entre los pacientes suplementados y los que no, lo que podría indicar que sería insuficiente o que podría haber un gran porcentaje de abandono (que sería difícil de cuantificar) además del derivado de la mala tolerancia por las complicaciones de la cirugía. Todo esto podría ser la causa de las distintas deficiencias encontradas por los diferentes autores.

En conclusión, aunque la cirugía bariátrica es efectiva para la reducción de peso y de comorbilidades en los pacientes que sufren obesidad mórbida, dicha pérdida de peso suele ser debida a la disminución de la absorción de calorías secundaria a la malabsorción de las grasas o bien a la restricción oral, por lo tanto podría causar, entre otras, deficiencias de vitaminas liposolubles y alterar el metabolismo del zinc, del calcio y de otros nutrientes pudiendo tener consecuencias clínicas severas por lo que sería necesaria la monitorización nutricional después de una intervención malabsortiva de obesidad mórbida<sup>5,12,25,26</sup>. En nuestro estudio se encontraron déficits de vitamina A y niveles disminuidos, aunque dentro de los rangos de referencia, de vitamina E, zinc, calcio y hierro en los pacientes intervenidos de cirugía bariátrica. Dichas deficiencias suelen persistir a largo plazo por lo que sería de gran importancia la cuantificación de dichos parámetros y el seguimiento de los pacientes para minimizar las posibles complicaciones derivadas de dichas carencias.

## Conflictos de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Bibliografía

1. Álvarez-Leite JL. Nutrient deficiencies secondary to bariatric surgery. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2004;7:569–75.
2. Batsis JA, López-Jiménez F, Collazo-Clavell ML, Clark MM, Somers VK, Sarr MG. Quality of life after bariatric surgery: a population-based cohort study. *Am J Med*. 2009;122:1055.e1–10.
3. Korenkov M. Bariatric surgery. En: Wolf G, editor. *Obesity and the Kidney. Contrib Nephrol*, 151. Basel: Karger; 2006. p. 243–53, doi:10.1159/000095334.
4. Fisher BL, Schauer P. Medical and surgical options in the treatment of severe obesity. *Am J Surg*. 2002;184:9S–16S.
5. Malone M. Recommended nutritional supplements for bariatric surgery patients. *Ann Pharmacother*. 2008;42:1851–8.
6. Scheiwiller A, Sykora M. Obesity surgery, useful knowledge in indication and follow up. *Praxis (Bern 1994)*. 2009;98:1155–60, 7.
7. Korenkov M, Sauerland S, Junginger T. Surgery for obesity. *Curr Opin Gastroenterol*. 2005;21:679–83.
8. Pournaras DJ, Roux CW. After bariatric surgery, what vitamins should be measured and what supplements should be given? *Clin Endocrinol (Oxf)*. 2009;71:322–5.
9. Bavaresco M, Paganini S, Lima TP, Salgado W, Ceneviva R, Dos Santos JE, et al. Nutritional Course of patients submitted to bariatric surgery. *Obes Surg*. 2008;18:870–6.
10. Pories WJ. Bariatric surgery: risks and rewards. *J Clin Endocrinol Metab*. 2008;93:89–96.
11. Domínguez-Díez A, Olmedo-Mendicoague F, Ingelmo-Setién A, Gómez-Fleitas M, Fernández-Escalante C. By-pass biliopancreático. *Cir Esp*. 2004;75:251–8.
12. Folope V, Coeffier M, Dechelotte P. Nutritional deficiencies associated with bariatric surgery. *Gastroenterol Clin Biol*. 2007;31:369–77.
13. Bloomberg RD, Fleishman A, Nalle JE, Herron DM, Kini S. Nutritional deficiencies following bariatric surgery: what have we learned? *Obes Surg*. 2005;15:145–54.
14. Chae T, Foroozan R. Vitamin A deficiency in patients with a remote history of intestinal surgery. *Br J Ophthalmol*. 2006;90:955–6.
15. Cominetti C, Garrido AB, Cozzolino SM. Zinc nutritional status of morbidly obese patients before and after Roux-en-Y gastric bypass: a preliminary report. *Obes Surg*. 2006;16:448–53.
16. Arnaud J, Fortis I, Blachier S, Kia P, Favier A. Simultaneous determination of retinal, alpha tocopherol and beta carotene in serum by isocratic high-performance liquid chromatography. *J Chromatogr*. 1991;572:103–16, 6.
17. Monreal JL, Cocho JA, Seijas MV, Deulofeu R, Navajo JA, González C, et al. Determinación de las concentraciones de Cobre y Zinc: Estudio multicéntrico. Comisión de elementos Traza de la SEQC. *Química Clínica*. 1994;13:60–7.
18. Perry D. Flame atomic absorption spectrometric determination of serum zinc: Collaborative study. *Assoc Off Anal Chem*. 1990;73:619–21.
19. Carrasco Sánchez FJ, Díaz Alcaide F, Marín Fernández Y, Chaparro Moreno I, Pujol de la Llave E. Prevalencia de obesidad en pacientes médicos hospitalizados. *An Med Interna (Madrid)*. [revista en Internet]. 2002 Sep [citado 5/09/2010], 19:19–22. Disponible en: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0212-71992002000900004&lng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-71992002000900004&lng=es). doi: 10.4321/S0212-71992002000900004.

20. Díez del Val I, Martínez-Blázquez C, Valencia-Cortejoso J, Sierra-Esteban V, Vitores-López JM. By pass gástrico. *Cir Esp.* 2004;75:244–50.
21. Boylan LM, Sugerman HJ, Driskell JA. Vitamin E, vitamin B-6, vitamin B-12, and folate status of gastric bypass surgery patients. *J Am Diet Assoc.* 1988;88:579–85.
22. Chaves GV, Pereira SE, Saboya CJ, Ramalho A. Nutritional status o vitamin A in morbid obesity before and after Roux-en-Y gastric bypass. *Obes Surg.* 2007;17:970–6.
23. Pereira S, Saboya C, Chaves G, Ramalho A. Class III obesity and its relationship with the nutritional status of vitamin A in pre- and postoperative gastric bypass. *Obes Surg.* 2009;19:738–44.
24. Schweiger C, Weiss R, Berry E, Keidar A. Nutritional deficiencies in bariatric surgery candidates. *Obes Surg.* 2010;20:193–7.
25. Slater GH, Ren CJ, Siegel N, Williams T, Barr D, Wolfe B, et al. Serum fat-soluble vitamin deficiency and abnormal calcium metabolism after malabsorptive bariatric surgery. *J Gastrointest Surg.* 2004;8:48–55, discussion 54–5.
26. Madan AK, Orth WS, Tichansky DS, Ternovits CA. Vitamin and trace levels after laparoscopic gastric bypass. *Obes Surg.* 2006;16:603–6.