



Fundación JL Castaño  
**SEQC**

**SEQC<sup>ML</sup>**  
Sociedad Española de Medicina de Laboratorio

2018-2019

## CURSO DE EDUCACIÓN CONTINUADA EN EL LABORATORIO CLÍNICO

Ed. Cont. Lab. Clin 38: 116 - 127

---

# EL LABORATORIO EN EL SEGUIMIENTO DE CIRUGÍA BARIÁTRICA.

### **Rosa Fernández Bonifacio.**

*Servicio de Bioquímica Clínica y Genética Molecular. Centro de Diagnóstico Biomédico. Hospital Clínic de Barcelona.*

### **Ramon Deulofeu Piquet.**

*Servicio de Bioquímica Clínica y Genética Molecular. Centro de Diagnóstico Biomédico. Hospital Clínic de Barcelona.*

### **El concepto de cirugía bariátrica**

La cirugía bariátrica se considera la mejor opción en pacientes con obesidad, concretamente con índice de masa corporal (IMC)  $\geq 40$  kg/m<sup>2</sup> o bien IMC  $\geq 35$ kg/m<sup>2</sup> en los casos de obesidad asociada a complicaciones. La Federación Internacional de Diabetes, también recomienda este procedimiento quirúrgico para el tratamiento de la diabetes tipo 2 asociada a obesidad (IMC  $\geq 35$ kg/m<sup>2</sup>).

Los sujetos intervenidos parten de un mal estado nutricional y pese a que la cirugía bariátrica permite reducir las comorbilidades asociadas a este tipo de pacientes, como la hipertensión, diabetes, hiperlipidemia... y aumentar así su calidad de vida, es muy frecuente que aparezcan déficits nutricionales después de estas intervenciones.

### **Principales modalidades de cirugía bariátrica**

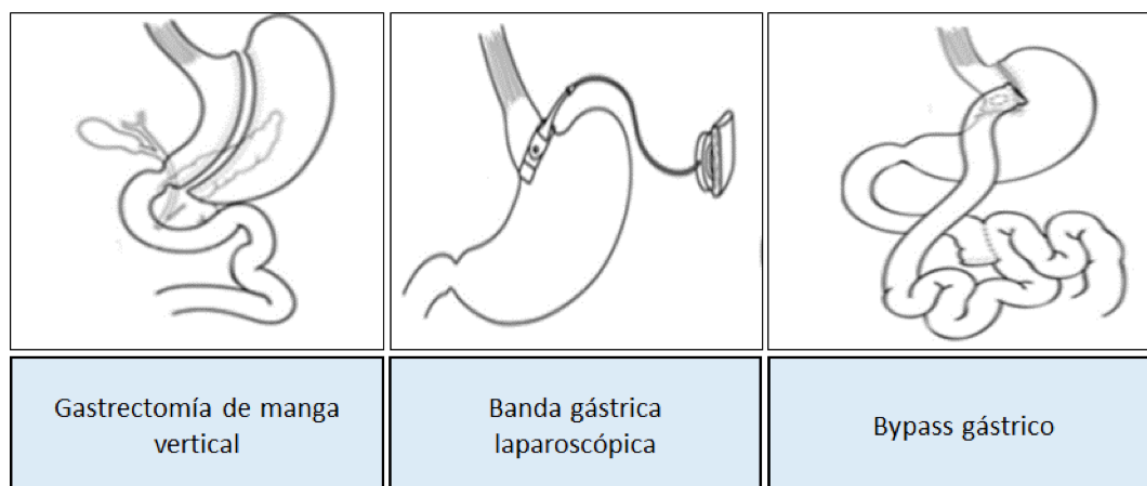
Los diferentes procedimientos quirúrgicos se pueden clasificar en base al mecanismo primario de acción; cuando limitan la ingesta de alimentos se denominan restrictivos, y cuando afectan a la absorción de nutrientes debido a una derivación de las áreas absortivas y secretoras del estómago e intestino delgado, se llaman de malabsorción.

Los procedimientos restrictivos son: el balón intragástrico, la gastroplastia de manga vertical, la gastrectomía de manga vertical y la banda gástrica laparoscópica ajustable; estos dos últimos junto al bypass gástrico (Figura 1) son los procedimientos bariátricos más comúnmente utilizados.

---

Los de malabsorción son: la derivación biliopancreática (DBP) con 'cruce' (switch) duodenal o sin él, la derivación (bypass) yeyuno-íleo y la manga endoscópica de derivación duodeno-yeyunal.

La derivación gástrica por gastro-yeyunostomía en Y de Roux o bypass gástrico (BG) se considera tanto restrictiva como de malabsorción y es el procedimiento más común utilizado en pacientes con IMC  $\geq 50\text{kg/m}^2$ .



**Figura 1:** Procedimientos bariátricos más utilizados.

## Contraindicaciones

Estos procedimientos quirúrgicos están contraindicados en casos de alcoholismo, abuso de drogas y en pacientes con un problema psiquiátrico no controlado o bien en aquellos casos cuando el paciente a intervenir no sea capaz de comprender la intervención quirúrgica a la que será sometido.

## Deficiencias nutricionales tras la cirugía bariátrica

Las complicaciones más comunes son las anomalías nutricionales tanto de macronutrientes, menos frecuente, como de micronutrientes. Además, muchos de los pacientes presentan deficiencias nutricionales preoperatorias que lógicamente se exacerban tras el procedimiento quirúrgico, debido a la reducción de las áreas absortivas del estómago e intestino delgado. Sin embargo, también suceden por la falta de seguimiento del tratamiento nutricional, por la necesidad de modificaciones dietéticas y por la inasistencia a los controles nutricionales.

Los principales parámetros nutricionales que se deben monitorizar en el post-operatorio de cirugía bariátrica son: hemograma, glucosa, la creatinina, la función hepática, electrolitos, lípidos, albúmina, pre-albúmina, hierro/ferritina, Vitaminas B1y B12, folato, Vitamina A, zinc, calcio, PTH, Vit D y densitometría ósea. En la tabla 1 se muestra el seguimiento de micronutrientes que se recomienda tras la cirugía bariátrica.

	Pre-cirugía	1 mes	3 meses	6 meses	12 meses	18 meses	24 meses	Anual
Hemograma	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Glucosa	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Creatinina	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Función hepática	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Electrolitos	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Lípidos	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Albúmina	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Pre-albúmina	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Hierro-Ferritina	Si			Si*	Si	Si*	Si*	Si*
Calcio	Si			Si*	Si	Si*	Si*	Si*
PTH	Si			Si*	Si	Si*	Si*	Si*
Vitamina D	Si			Si*	Si	Si*	Si*	Si*
Vitamina B12	Si			Si*	Si	Si*	Si*	Si*
Folato	Si			Si*	Si	Si*	Si*	Si*
Vitamina A	Si				OPC		OPC	OPC
Densitometría ósea	Si				Si *		Si *	Cada 2-5 años
Zinc	Si				OPC		OPC	OPC
Vitamina B1	OPC				OPC		OPC	OPC

\*: en BG y DBP

OPC: opcional

**Tabla 1:** Monitorización de parámetros nutricionales en el post-operatorio de cirugía bariátrica.

Amaya García MJ, Vilchez López FJ, Campos Martín C, Sánchez Vera P, Pereira Cunill JL. Micronutrientes en cirugía bariátrica. *Nutr Hosp.* 2012;27(2):349-61

El tipo y la frecuencia de la deficiencia nutricional se encuentran asociados al procedimiento quirúrgico practicado, como se ha mencionado anteriormente, y al segmento del intestino afectado. Los procedimientos netamente restrictivos generan menor impacto en la absorción de vitaminas y minerales, debido a que no se omite ningún segmento del intestino.

Los procedimientos que suprimen una parte del intestino delgado (malabsorción), tienen el mayor riesgo de deficiencias nutricionales ya que el intestino delgado proximal es el sitio primario de absorción de vitaminas y minerales. El riesgo de malabsorción y las deficiencias de nutrientes aumentan proporcionalmente con la longitud de bypass. En el caso de la resección gástrica afecta de forma importante la absorción de vitamina B12 tanto por reducción de la digestión mecánica así como la secreción de ácido, lo que a su vez disminuye la secreción del factor intrínseco impidiendo la absorción de vitamina B12.

A pesar de existir diferencias según el procedimiento quirúrgico empleado, todas las técnicas de cirugía bariátrica inducen una importante reducción en la ingesta de nutrientes en

el postoperatorio y por tanto, está asociado a un riesgo de deficiencia nutricional que se incrementa a lo largo de los años tras la cirugía. Este hecho hace fundamental la monitorización por el laboratorio de los parámetros nutricionales.

## 1. Deficiencia de macronutrientes

Todos los tipos de cirugía bariátrica conducen a una reducción de la ingesta calórica, especialmente durante los primeros 6 meses del postoperatorio. Esto contribuye a la disminución de la ingesta de todos los macronutrientes, especialmente proteínas, ya que la ingestión de alimentos proteicos tiene una baja tolerancia por lo que son uno de los nutrientes más importantes a aportar de manera adecuada tras la cirugía. Asimismo se ha observado que la malnutrición proteica es más frecuente después de procedimientos mixtos o malabsortivos.

Por lo tanto, durante el seguimiento es necesario evaluar la ingesta proteica. En el laboratorio clínico se medirá tanto las proteínas totales, la albúmina, marcador a largo plazo, y especialmente la pre-albumina por su eficacia como marcador de síntesis proteica a corto plazo.

### 1.2 Deficiencia de micronutrientes

Las deficiencias de micronutrientes son los eventos adversos a largo plazo más probables después de la cirugía bariátrica y pueden dar lugar a consecuencias graves, especialmente disfunción neurológica y anemia. Los sujetos intervenidos sufren especialmente deficiencia de vitaminas liposolubles, ácido fólico, vitamina B12, Vitamina D, zinc y hierro.

#### Hierro

La deficiencia de hierro es quizás la deficiencia nutricional más común y más temprana que ocurre después de la cirugía bariátrica. Las mujeres menstruantes y las embarazadas tienen mayor riesgo. Este déficit de hierro puede ser exacerbado por la inflamación crónica secundaria a la obesidad. Aunque a menudo asintomático, la deficiencia de hierro puede provocar anemia y fatiga.

En pacientes con cirugía bariátrica puede presentarse deficiencia de hierro en los diferentes procedimientos por diversas etiologías. Aunque hay absorción de hierro a lo largo de todo el intestino delgado, es más eficiente en el duodeno y en el yeyuno proximal, trayecto que se reduce o evita con la técnica de gastro-yeyunostomía en Y de Roux, lo que lleva a una disminución general de la absorción.

Otra razón para su deficiencia es el déficit en la producción de ácido clorhídrico en el estómago, lo que afecta la reducción de hierro de férrico ( $\text{Fe}^{3+}$ ) a ferroso ( $\text{Fe}^{2+}$ ). La adición de vitamina C en la dieta o como suplemento, se incluye empíricamente con el suplemento de hierro, ya que puede mejorar la absorción del hierro no hemo.

Para determinar el estatus del hierro se aconseja efectuar un análisis que incluya parámetros hematológicos y reticulocitos incluyendo la hemoglobina corpuscular media de los reticulocitos, el hierro y parámetros habituales de estudio de anemias, como transferrina (TRF), ferritina (Ferri), Receptor Soluble de la Transferrina (RsTRF) y los cálculos asociados como la capacidad de saturación total del hierro y la saturación de transferrina, así como la razón RsTRF/logFerri. La interpretación de la concentración sérica de ferritina debe usarse con cuidado para diagnosticar la deficiencia de hierro pues la ferritina es un reactante de fase aguda y puede variar con la edad, la inflamación y las infecciones.

## **Zinc y cobre**

El zinc es absorbido en el duodeno y yeyuno proximal. Juega un papel importante en el metabolismo del tejido adiposo mediante la regulación de la secreción de leptina y promoviendo la liberación de ácidos grasos libres y la captación de glucosa, además también favorece la síntesis de insulina y su acción sobre el receptor, hecho que explica que los sujetos obesos suelen tener niveles plasmáticos de zinc más bajos. Tras la cirugía de la obesidad puede producirse su deficiencia debido a una disminución en la absorción o bien por una diarrea crónica puesto que el zinc se pierde por heces. Por ello se deben monitorizar sus niveles tras la intervención quirúrgica.

En cuanto al cobre se debe sospechar de un déficit ante un paciente intervenido de cirugía bariátrica que presenta síntomas neurológicos o bien una anemia no explicable por otras causas.

## **Calcio y vitamina D**

La absorción de calcio se lleva a cabo principalmente en el duodeno y en el yeyuno proximal y está mediado por la vitamina D. determinados fármacos y la presencia de alimentos ricos en fitatos y oxalatos así como el déficit de vitamina D pueden dificultar su absorción. El déficit de calcio no es usual tras una cirugía bariátrica sin embargo, se recomienda suplementos con calcio y vitamina D con el fin de prevenir el hiperparatiroidismo secundario y la pérdida de masa ósea.

En el caso de la vitamina D su deficiencia es muy prevalente en adultos con obesidad mórbida candidatos a cirugía bariátrica y se atribuye a múltiples factores como una ingesta inadecuada, un mayor volumen de distribución, una biodisponibilidad de la vitamina disminuida por su secuestro en el tejido adiposo y una escasa exposición solar. Se absorbe en el yeyuno y el íleon por lo que su absorción estará disminuida tras la cirugía bariátrica, por tanto, en muchos casos se asocia a un hiperparatiroidismo secundario para tratar de compensar este déficit.

Para evaluar correctamente el metabolismo del calcio y la vitamina D, se recomienda medir: calcemia, calcio iónico, niveles totales de 25-OH-Vitamina D3, PTHi y fosfatasa alcalina.

## Vitamina K, A, E

La absorción de las vitaminas liposolubles (A, E y K) dependen de la formación micelar de los triglicéridos, por tanto las alteraciones en la digestión de las grasas generadas por la cirugía bariátrica representa un riesgo importante para la absorción de estas vitaminas.

La vitamina A es una vitamina liposoluble que existe en tres formas: ácido retinoico, retinaldehído y retinol, forma biológicamente activa de la vitamina A. La vitamina A tiene una función importante en el metabolismo, la hematopoyesis, el desarrollo óseo, la diferenciación celular en mucosas, la inmunocompetencia, así como en la función reproductora. A nivel ocular, el retinol, participa en la visión a través de la forma aldehídica, la cual se combina con una proteína opsina para formar el pigmento visual, la rodopsina. El retinol a nivel ocular también contribuye a la diferenciación celular de las membranas conjuntivales, la córnea y las restantes estructuras oculares.

La deficiencia de vitamina A se produce por disminución de la ingesta, sumada a la malabsorción, la mala digestión o bien por disminución de la proteína ligadora de retinol (RBP) cuya función es transportar el retinol desde el hígado hasta los órganos o tejidos diana. Aunque la deficiencia clínica de la vitamina A es poco frecuente se recomienda su medida por la importancia de las lesiones asociadas a su deficiencia como la queratomalacia.

Aunque la deficiencia de vitamina E es poco común. Puede producir anemia, oftalmoplejia y neuropatía periférica. Se recomienda administrar suplementos, al igual que con la vitamina A.

En el caso de la vitamina K existen tres subclases; la vitamina K1 o filoquinona; de origen vegetal y presente en la dieta, la vitamina K2 o menaquinona, sintetizada por la flora intestinal, y la vitamina K3 o menadiona, de origen sintético.

Estos compuestos funcionan en la carboxilación de proteínas dependientes de vitamina K, como serían proteínas de la cascada de coagulación así como la osteocalcina. Es importante, además de medir los niveles séricos de ésta vitamina, tener en cuenta la proporción internacional normalizada (INR) del tiempo de protrombina ya que puede producirse una coagulopatía asociada a deficiencia de vitamina K.

## Vitaminas del grupo B: B1 (tiamina), B6 (Piridoxal-P) ácido fólico, y vitamina B12.

Debido a las reservas corporales, las deficiencias de estas vitaminas pueden aparecer a largo plazo tras la cirugía. Dada la disminución de ingesta y de absorción deben monitorizarse estas vitaminas para evitar los efectos adversos de su deficiencia.

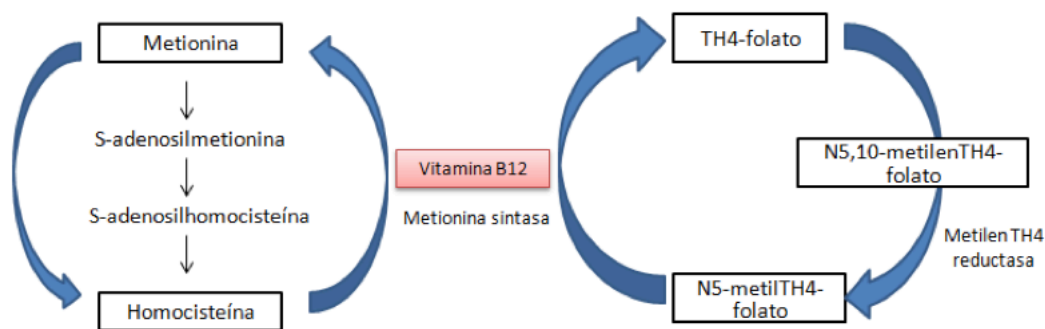
La tiamina o vitamina B1 desempeña un papel fundamental en el metabolismo de los hidratos de carbono y de los aminoácidos ramificados. Se absorbe en el íleon terminal.

La cirugía bariátrica aumenta el riesgo de déficit de tiamina debido a la ingesta de nutrien-

tes de bajo contenido en tiamina, la malabsorción y la presencia de vómitos. El riesgo es superior en los casos de BG fundamentalmente por la hipoclorhidria.

La deficiencia grave de tiamina afecta a varios órganos produciendo el beri-beri y la encefalopatía de Wernicke-Korsakoff (Beriberi cerebral).

El ácido fólico o vitamina B9 se absorbe fundamentalmente en el yeyuno aunque tras la adaptación post-operatoria puede ocurrir a lo largo de toda la longitud del intestino delgado. La forma activa del folato es la reducida e hidrolizada, el tetrahidrofolato (TH4). El TH4 tiene la capacidad de transferir fragmentos de un átomo de carbono actuando así como coenzima en la síntesis de ADN o en la conversión de aminoácidos como por ejemplo el paso de homocisteína a metionina, el cual requiere metilcobalamina como cofactor. Es necesario un mecanismo de regeneración intracelular del folato donde interviene la vitamina B12 (Figura 2).



**Figura 2:** Papel de la vitamina B12 en el metabolismo del ácido fólico.

El déficit postoperatorio de ácido fólico parece inferior al que presentan otras vitaminas hidrosolubles y la causa se debe principalmente a la mala adherencia a la suplementación vitamínica recomendada tras la cirugía bariátrica especialmente en los casos de técnicas restrictivas. La deficiencia de folato se correlaciona inversamente con el IMC. Los pacientes con déficit de ácido fólico pueden presentar fatiga, anemia, deterioro cognitivo, irritabilidad, hostilidad y cambios del comportamiento

La deficiencia de vitamina B12 o cobalamina es una consecuencia común de GBP debido a que esta intervención quirúrgica produce cambios en la fisiología de la vitamina B12, entre ellos una disminución en la síntesis de factor intrínseco el cual es necesario para la absorción de ésta vitamina. El riesgo de deficiencia de B12 también puede aumentar con la cirugía restrictiva si los pacientes tienen una ingesta baja de carne o productos lácteos. Una deficiencia prolongada en el tiempo puede producir anemia megaloblástica y daño neurológico como una neuropatía irreversible.

La vitamina B12 es un cofactor para la regeneración celular del ácido fólico ya que interviene en la desmetilación del ácido fólico para así obtener su forma reducida y activa, el TH4. En caso de deficiencia de vitamina B12 no se regenera el THF y se acumula la forma

metilada del ácido (N5 metil FH4). Este proceso se conoce como “trampa de folato” y tiene como consecuencia el bloqueo de las funciones metabólicas del ácido fólico.

Una deficiencia de vitamina B12 puede manifestarse con mielopatía, neuropatía, demencia y depresión.

Para determinar el estado de la vitamina B12, se recomienda medir la vitamina B12 sérica y el ácido metilmalónico (AMM) ya que la vitamina B12 favorece la conversión de AMM en succinil CoA, por tanto en casos de déficit de ésta vitamina se observará un acúmulo de AMM. Se recomienda priorizar la medición de este último ya que sus niveles se ven afectados antes que la cobalamina. El AMM y la homocisteína presentan valores elevados en los individuos con una deficiencia de vitamina B12. Asimismo se registra un aumento de homocisteína cuando hay deficiencia de ácido fólico.

## **Conclusiones**

La cirugía bariátrica en los pacientes obesos con índice de masa corporal (IMC)  $\geq 40$  kg/m<sup>2</sup> o bien IMC  $\geq 35$ kg/m<sup>2</sup> en los casos de obesidad asociada a complicaciones permite una reducción de peso y un control de las comorbilidades muy superiores a las logradas por modificaciones del estilo de vida o bien con terapia medicamentosa. Sin embargo los cambios fisiológicos que se producen tras una cirugía bariátrica afectan a la nutrición y al metabolismo de los pacientes intervenidos siendo frecuente el déficit de macronutrientes, especialmente proteínas, y más comúnmente el de micronutrientes. El riesgo de deficiencia nutricional hace necesario un seguimiento de por vida de los pacientes sometidos a este procedimiento hecho que previene la aparición de complicaciones graves y los reingresos.



## BIBLIOGRAFÍA

**Amaya García MJ, Vilchez López FJ, Campos Martín C, Sánchez Vera P, Pereira Cunill JL.** Micronutrientes en cirugía bariátrica. *Nutr Hosp.* 2012;27(2):349–61.

**Ball GFM.** Vitamins : their role in the human body. 2004. 432 p.

**Becker DA, Balcer LJ, Galetta SL.** The Neurological Complications of Nutritional Deficiency following Bariatric Surgery. *J Obes.* 2012;2012:608534.

**Frame-Peterson LA, Megill RD, Carobrese S, Schweitzer M.** Nutrient Deficiencies Are Common Prior to Bariatric Surgery. *Nutr Clin Pract.* 2017 Aug;32(4):463–9.

**Gargallo Fernández M, Marset JB, Lesmes IB, Izquierdo JQ, Sala XF, Salas-Salvadó J.** Resumen del consenso FESNAD-SEEDO: recomendaciones nutricionales basadas en la evidencia para la prevención y el tratamiento del sobrepeso y la obesidad en adultos. *Endocrinol y Nutr.* 2012 Aug;59(7):429–37.

**Moizé V, Deulofeu R, Torres F, de Osaba JM, Vidal J.** Nutritional intake and prevalence of nutritional deficiencies prior to surgery in a Spanish morbidly obese population. *Obes Surg.* 2011 Sep;21(9):1382–8.

**Pournaras DJ, Le Roux CW.** After bariatric surgery, what vitamins should be measured and what supplements should be given? *Clin Endocrinol (Oxf).* 2009; 71(3):322–5.

**Savino P, Carvajal C, Nassar R, Zundel N.** Necesidades nutricionales específicas después de cirugía bariátrica. *Rev Colomb Cir.* 2013;28:161–71.

**Schweitzer DH, Posthuma EF.** Prevention of vitamin and mineral deficiencies after bariatric surgery: evidence and algorithms. *Obes Surg.* 2008 Nov; 18(11):1485–8.

**Via MA, Mechanick JI.** Nutritional and Micronutrient Care of Bariatric Surgery Patients: Current Evidence Update. *Curr Obes Rep.* 2017 Sep 17;6(3):286–96.

**Xanthakos SA.** Nutritional Deficiencies in Obesity and After Bariatric Surgery. *Pediatr Clin North Am.* 2009 Oct;56(5):1105–21.

---

## EDUCACIÓN CONTINUADA EN EL LABORATORIO CLÍNICO COMITÉ DE EDUCACIÓN

D. Balsells, B. Battikhi, N. Giménez, A. Merino, A. Peña, N. Rico (*Presidenta*), M. Rodríguez, T. Rodríguez, P. Rodríguez, C. Sánchez, M. Serrando, MC. Villà, JA. Wong.

ISBN 978-84-09-02925-9 – Junio 2019 (recibido para publicación Junio 2018)