

Hospital de Especialidades “Teodoro Maldonado Carbo”. Guayaquil. Guayas. Ecuador

## CAMBIOS EN LAS CONCENTRACIONES SÉRICAS DE MICRONUTRIENTES SELECTOS DESPUÉS DE CIRUGÍA BARIÁTRICA

Cecilia Arteaga Pazmiño<sup>1¶</sup>, Gabriela Jirón Rodríguez<sup>1¶</sup>, Victor Hugo Sierra Nieto<sup>2¶</sup>, Guisella Soriano<sup>3§¶</sup>, Diana María Fonseca Pérez<sup>4¶α\*</sup>, Ludwig Roberto Álvarez Córdoba<sup>5¶φα\*</sup>.

### RESUMEN

**Introducción:** La obesidad puede concurrir con estados deficitarios de micronutrientes. Estos estados deficitarios pudieran afectar la efectividad de la cirugía bariátrica. **Objetivo:** Examinar el *status* preoperatorio de micronutrientes selectos en pacientes obesos que aguardan por cirugía bariátrica. **Locación del estudio:** Hospital “Teodoro Maldonado Carbo” (Guayaquil, Guayas, Ecuador). **Diseño del estudio:** Retrospectivo, analítico. **Métodos:** Se recuperaron las concentraciones séricas preoperatorias de micronutrientes selectos de las historias clínicas de 180 sujetos (*Hombres:* 25.6%; *Edad promedio:* 39.1 ± 10.4 años; *Índice de Masa Corporal:* 44.3 ± 7.1 Kg.m<sup>-2</sup>) incluidos en la lista de trabajo del Servicio hospitalario de Cirugía Bariátrica (*Cirugía completada:* 26.7%) entre 2013 – 2015. **Resultados:** Se encontraron estados deficitarios de (en orden descendente) vitamina B<sub>12</sub> (32.2%), ácido fólico (16.7%), magnesio (13.9%), hierro (10.5%), y calcio (2.8%). El *status* preoperatorio de los micronutrientes fue independiente del sexo y el IMC del sujeto, y del completamiento del plan quirúrgico. La cirugía bariátrica produjo una reducción de los valores basales de la vitamina B<sub>12</sub>, el hierro y el calcio. **Conclusiones:** Los estados deficitarios de micronutrientes suelen ser frecuentes entre los pacientes obesos que se presentan a una cirugía bariátrica. Estos estados deficitarios podrían trasladarse a cuadros clínicos como la anemia. La cirugía bariátrica también puede perpetuar | agravar los estados deficitarios preoperatorios. **Arteaga C, Jirón G, Sierra V, Soriano G, Fonseca D, Álvarez L.** Cambios en las concentraciones séricas de micronutrientes selectos después de cirugía bariátrica. RCAN Rev Cubana Aliment Nutr 2018;28(1):82-94. RNPS: 2221. ISSN: 1561-2929.

Palabras clave: *Obesidad / Cirugía bariátrica / Evaluación nutricional / Micronutrientes / Estados deficitarios / Anemia.*

<sup>1</sup> Licenciada en Nutrición, Dietética y Estética. <sup>2</sup> Docente. <sup>3</sup> Médico Pediatra. Docente. <sup>4</sup> Licenciada en Nutrición y Dietética. <sup>5</sup> Médico.

<sup>α</sup> Máster en Nutrición en Salud Pública. <sup>¶</sup> Docente titular.

<sup>¶</sup> Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. <sup>§</sup> Hospital de Especialidades “Teodoro Maldonado Carbo”.

<sup>φ</sup> Instituto de Investigación e Innovación de Salud Integral. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

## INTRODUCCIÓN

La obesidad se distingue tanto por el tamaño excesivo de la grasa corporal como por la acumulación anormal de la misma en topografías selectas de la anatomía.<sup>1-3</sup> En el Ecuador 6 de cada 10 adultos presentan exceso de peso (término que engloba el sobrepeso y la obesidad).<sup>4-7</sup>

La obesidad se asocia con diversas comorbilidades como la resistencia a la insulina, la inflamación, la endotelitis y la arterioesclerosis, todas ellas dentro del ahora reconocido como Síndrome metabólico.<sup>8-9</sup>

El exceso de peso, y la obesidad, se asocian también con estados deficitarios de micronutrientes que pudieran incluso expresarse clínicamente.<sup>10-12</sup> La concurrencia del exceso de peso a expensas de la grasa corporal y los estados deficitarios de micronutrientes pudiera explicarse de varias maneras. Las dietas energéticamente densas prevalentes en los hábitos dietéticos de los sujetos obesos carecen de las cantidades de vitaminas y minerales recomendadas para el aseguramiento de la homeostasis del organismo.<sup>13-14</sup> Asimismo, y en virtud de la propia obesidad, y las comorbilidades asociadas a la misma (la inflamación como elemento determinante), el sujeto pudiera exhibir requerimientos incrementados de tales nutrientes.<sup>15</sup> Todavía una tercera línea de interpretación hablaría de que la obesidad altera profundamente la absorción, distribución, metabolismo y/o excreción, así como la biodisponibilidad, de estos nutrientes.<sup>16</sup>

Las opciones terapéuticas para la inducción de la reducción voluntaria de peso corporal en el sujeto obeso que contrarreste el exceso de grasa corporal incluyen las modificaciones dietéticas y conductuales, el aumento de la actividad física, la terapia farmacológica,<sup>17-20</sup> y, en última instancia, la intervención quirúrgica. La intervención quirúrgica como alternativa para el tratamiento de la obesidad está indicada

principalmente en casos de obesidad mórbida (cuando el IMC  $\geq 40$  Kg.m<sup>-2</sup>).<sup>21-22</sup>

La cirugía bariátrica engloba varios procedimientos quirúrgicos que promueven la pérdida de peso corporal para así contribuir a la regulación del balance energético. Las técnicas comprenden tanto procedimientos restrictivos de la ingestión como malabsortivos de los nutrientes, y afectan también la saciedad y la sensibilidad periférica a la insulina.<sup>23</sup> No obstante los beneficios reportados, la cirugía bariátrica no deja de tener inconvenientes, pues altera profundamente la utilización metabólica de numerosos nutrientes, entre ellos los minerales, los oligoelementos y los elementos traza; lo que a su vez se traduciría en complicaciones a medio y largo plazo, como la aparición de estados deficitarios de los mismos, o el agravamiento de los ya existentes.<sup>24</sup>

Las consecuencias de los estados deficitarios de los micronutrientes antes, durante y después de la cirugía bariátrica no deberían ser desdeñadas.<sup>25-26</sup> Tales deficiencias pueden afectar la respuesta del sujeto a la agresión metabólica adicional que supone el acto quirúrgico, y colocarlo en riesgo incrementado de complicaciones post-operatorias, incluidas la dehiscencia de sutura y la peritonitis. Igualmente, los estados deficitarios revelados en el momento post-operatorio podrían enrarecer la recuperación del paciente y oscurecer los beneficios esperados de tal proceder.

Dado todo lo anteriormente dicho, varias sociedades profesionales han recomendado que se realice una evaluación exhaustiva del pool corporal de micronutrientes como acto previo a la cirugía bariátrica, en la intención de que los estados deficitarios sean identificados y corregidos.<sup>21-23,27</sup>

El Hospital de Especialidades “Teodoro Maldonado Carbo” es una de las entidades de salud que asume una cuota importante de las cirugías bariátricas que se

realizan en el Ecuador. Los autores han percibido que se hacía necesario realizar el presente estudio para determinar el estado preoperatorio de los niveles séricos de micronutrientes en los pacientes obesos que aguardan por cirugía bariátrica. El trabajo se extendió para mostrar el cambio ocurrido en las concentraciones séricas de micronutrientes tras el completamiento del programa quirúrgico en un subgrupo de estos pacientes.

## MATERIAL Y MÉTODO

**Locación del estudio:** Servicio de Cirugía Bariátrica, Hospital de Especialidades “Teodoro Maldonado Carbo”, sito en la ciudad de Guayaquil (provincia del Guayas, Ecuador).

**Diseño del estudio:** Retrospectivo, analítico.

**Serie de estudio:** Se recuperaron los datos demográficos, clínicos, antropométricos y bioquímicos de los pacientes que fueron considerados para la realización de una cirugía bariátrica en el servicio hospitalario entre los años 2013 – 2015.

De cada historia clínica revisada se obtuvieron el sexo (Masculino/Femenino), la edad (como años de vida), la talla (centímetros) y el peso corporal (kilogramos). El IMC se calculó de los valores recuperados de la talla y el peso corporal. Los pacientes fueron ulteriormente distribuidos según el IMC: *Exceso de peso*:  $IMC \geq 25.0 \text{ Kg.m}^{-2}$ ; *Obesidad*:  $IMC \geq 30.0 \text{ Kg.m}^{-2}$ ; y *Obesidad mórbida*:  $IMC \geq 40.0 \text{ Kg.m}^{-2}$ .

Asimismo, se recuperaron de las historias clínicas los valores séricos preoperatorios de proteínas totales ( $\text{g.L}^{-1}$ ), albúmina ( $\text{g.L}^{-1}$ ), hemoglobina ( $\text{g.L}^{-1}$ ), vitamina B12 ( $\text{pmol.L}^{-1}$ ), hierro ( $\mu\text{mol.L}^{-1}$ ), ácido fólico ( $\text{nmol.L}^{-1}$ ), magnesio ( $\text{mmol.L}^{-1}$ ), y calcio ( $\text{mmol.L}^{-1}$ ).

Tabla 1. Valores de referencia y puntos de corte empleados en la evaluación del *status* de los micronutrientes.

Variable	Intervalo de referencia / Punto de corte
Hemoglobina, $\text{g.L}^{-1}$	Hombres: 130 – 175 Mujeres: 120 – 160
Hierro sérico, $\mu\text{mol.L}^{-1}$	Hombres: 10 – 31 Mujeres: 6 – 26
Proteínas totales, $\text{g.L}^{-1}$	Cualquier sexo: 55 – 75
Albúmina sérica, $\text{g.L}^{-1}$	Cualquier sexo: 35 – 55
Calcio sérico, $\text{mmol.L}^{-1}$	Cualquier sexo: 2.0 – 2.5
Magnesio, $\text{mmol.L}^{-1}$	Cualquier sexo: 0.74 - 0.87
Vitamina B12, $\text{pmol.L}^{-1}$	Cualquier sexo: > 300
Ácido fólico, $\text{nmol.L}^{-1}$	Cualquier sexo: > 13.5

Referencias: [27]-[31].

La Tabla 1 muestra los intervalos de referencia y los puntos de corte empleados en la calificación de los estados deficitarios.

Donde fuera posible, se obtuvo también la condición del programa quirúrgico (No completado/Completado) y los valores séricos de los micronutrientes tras el completamiento del programa quirúrgico.

**Procesamiento de los datos y análisis estadístico-matemático de los resultados:** Los datos demográficos, clínicos, antropométricos y bioquímicos de los pacientes incluidos dentro de la serie de estudio se ingresaron en un contenedor digital construido sobre EXCEL para OFFICE de WINDOWS (Microsoft, Redmon, Virginia, Estados Unidos); y se redujeron hasta estadígrafos de locación (media), dispersión (desviación estándar) y agregación (frecuencias absolutas | relativas, porcentajes) según el tipo de la variable.

Tabla 2. Características antropométricas y bioquímicas de interés nutricional en la población de estudio. Se muestran el promedio  $\pm$  desviación estándar de la variable nutricional. También se muestran el número y [entre corchetes] el porcentaje de pacientes con valores disminuidos de las variables bioquímicas. Las variables se presentan estratificadas según el sexo del sujeto. Para más detalles: Consulte el texto del presente ensayo.

Variable	Sexo		Todos
	Femenino	Masculino	
Tamaño	134	46	180
Edad, años	39.1 $\pm$ 11.0	39.3 $\pm$ 8.4	39.2 $\pm$ 10.4
Talla, cm	158.0 $\pm$ 8.0	171.0 $\pm$ 8.0	161.0 $\pm$ 9.0 ¶
Peso corporal, Kg	108.8 $\pm$ 17.8	133.1 $\pm$ 24.6	115.0 $\pm$ 22.3 ¶
IMC, Kg.m <sup>-2</sup>	43.8 $\pm$ 6.8	45.7 $\pm$ 7.9	44.3 $\pm$ 7.1
30.0 $\leq$ IMC < 40.0 Kg.m <sup>-2</sup>	36 [26.9]	10 [21.7]	46 [25.6]
IMC $\geq$ 40.0 Kg.m <sup>-2</sup>	98 [73.1]	36 [78.3]	134 [74.4]
Proteínas totales, g.L <sup>-1</sup>	71.7 $\pm$ 4.2	70.5 $\pm$ 5.7	71.4 $\pm$ 4.6
Albúmina, g.L <sup>-1</sup>	38.7 $\pm$ 4.0	39.3 $\pm$ 4.9	38.8 $\pm$ 4.3
Albúmina < 35.0 g.L <sup>-1</sup>	21 [15.7]	8 [17.4]	29 [16.1]
Hemoglobina, g.L <sup>-1</sup>	130.9 $\pm$ 10.0	147.0 $\pm$ 10.7	135.0 $\pm$ 12.4 ¶
Hemoglobina < Punto de corte	13 [ 9.7]	3 [6.5]	16 [ 8.9]
Vitamina B <sub>12</sub> , pmol.L <sup>-1</sup>	408.1 $\pm$ 160.4	390.5 $\pm$ 179.6	403.6 $\pm$ 165.2
Vitamina B <sub>12</sub> < Punto de corte	40 [29.9]	18 [39.1]	58 [32.2]
Hierro sérico, $\mu$ mol.L <sup>-1</sup>	12.6 $\pm$ 5.0	13.7 $\pm$ 5.5	12.9 $\pm$ 5.1
Hierro sérico < Punto de corte	9 [ 6.7]	10 [21.7]	19 [10.5] §
Ácido fólico, nmol.L <sup>-1</sup>	21.3 $\pm$ 9.8	23.4 $\pm$ 9.4	21.7 $\pm$ 9.8
Ácido fólico < Punto de corte	25 [18.7]	5 [10.9]	30 [16.7]
Magnesio, mmol.L <sup>-1</sup>	0.83 $\pm$ 0.10	0.78 $\pm$ 0.11	0.82 $\pm$ 0.11 ¶
Magnesio < Punto de corte	14 [10.4]	11 [23.9]	25 [13.9] §
Calcio, mmol.L <sup>-1</sup>	2.3 $\pm$ 0.2	2.3 $\pm$ 0.6	2.3 $\pm$ 0.4
Calcio < Punto de corte	3 [ 2.2]	2 [4.3]	5 [ 2.8]

Leyenda: IMC: Índice de Masa Corporal.

¶  $p < 0.05$  (test t-Student de comparación de muestras independientes).

§  $p < 0.05$  (test de homogeneidad basado en la distribución ji-cuadrado).

Fuente: Registros del estudio.

Tamaño de la serie: 180.

El programa SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*, SPSS Inc., New York: Estados Unidos) versión 23.0 fue empleado en el procesamiento de los datos. La asociación entre los valores séricos basales (léase preoperatorios) de los micronutrientes, por un lado, y el sexo y el grado de completamiento del programa quirúrgico, por el otro; se examinó mediante el test-t de Student para muestras independientes.<sup>32</sup> Se consideró que la

asociación de interés fue significativa si el nivel de ocurrencia fue menor del 5%.<sup>32</sup>

## RESULTADOS

La serie de estudio quedó constituida finalmente por 180 pacientes, quienes representaron el 56.8% de los atendidos en el Servicio para la realización de una cirugía bariátrica durante la ventana de observación del estudio.

Tabla 3. Características antropométricas y bioquímicas de interés nutricional en la población de estudio. Se muestran el promedio  $\pm$  desviación estándar de la variable nutricional. También se muestran el número y [entre corchetes] el porcentaje de pacientes con valores disminuidos de las variables bioquímicas. Las variables se presentan estratificadas según el índice de masa corporal del sujeto. Para más detalles: Consulte el texto del presente ensayo.

Característica	IMC		Todos
	30.0 $\leq$ IMC < 40.0	IMC $\geq$ 40.0	
Tamaño	46	134	180
Edad, años	40.2 $\pm$ 10.8	38.8 $\pm$ 10.2	39.2 $\pm$ 10.4
Talla, cm	162.0 $\pm$ 10.0	161.0 $\pm$ 9.0	161.9 $\pm$ 9.0
Peso corporal, Kg	95.9 $\pm$ 12.6	121.5 $\pm$ 21.2	115.0 $\pm$ 22.3 <sup>¶</sup>
IMC, Kg.m <sup>-2</sup>	36.4 $\pm$ 2.5	47.0 $\pm$ 6.1	44.3 $\pm$ 7.1 <sup>¶</sup>
Proteínas totales, g.L <sup>-1</sup>	71.9 $\pm$ 4.2	71.3 $\pm$ 4.7	71.4 $\pm$ 4.6
Albúmina, g.L <sup>-1</sup>	40.0 $\pm$ 4.2	38.4 $\pm$ 4.2	38.8 $\pm$ 4.3
Albúmina < 35.0 g.L <sup>-1</sup>	3 [ 6.5]	26 [19.4]	29 [16.1] <sup>§</sup>
Hemoglobina, g.L <sup>-1</sup>	135.7 $\pm$ 13.7	134.7 $\pm$ 11.9	135.0 $\pm$ 12.4
Hemoglobina < Punto de corte	4 [ 8.7]	12 [ 8.9]	16 [ 8.9]
Vitamina B <sub>12</sub> , pmol.L <sup>-1</sup>	411.8 $\pm$ 158.3	400.8 $\pm$ 168.0	403.6 $\pm$ 165.2
Vitamina B <sub>12</sub> < Punto de corte	12 [26.1]	46 [34.3]	58 [32.2]
Hierro sérico, $\mu$ mol.L <sup>-1</sup>	13.0 $\pm$ 5.2	12.8 $\pm$ 5.1	12.9 $\pm$ 5.1
Hierro sérico < Punto de corte	4 [ 8.7]	15 [11.2]	19 [10.6]
Ácido fólico, nmol.L <sup>-1</sup>	25.3 $\pm$ 9.9	20.7 $\pm$ 9.4	21.7 $\pm$ 9.8 <sup>¶</sup>
Ácido fólico < Punto de corte	3 [ 6.5]	27 [20.1]	30 [16.7] <sup>§</sup>
Magnesio, mmol.L <sup>-1</sup>	0.83 $\pm$ 0.12	0.82 $\pm$ 0.10	0.82 $\pm$ 0.11
Magnesio < Punto de corte	9 [19.6]	16 [11.9]	25 [13.9]
Calcio, mmol.L <sup>-1</sup>	2.4 $\pm$ 0.6	2.3 $\pm$ 0.3	2.3 $\pm$ 0.4
Calcio < Punto de corte	0 [ 0.0]	5 [ 3.7]	5 [ 2.8]

Leyenda: IMC: Índice de Masa Corporal.

<sup>¶</sup> p < 0.05 (test t-Student de comparación de muestras independientes).

<sup>§</sup> p < 0.05 (test de homogeneidad basado en la distribución ji-cuadrado).

Fuente: Registros del estudio.

Tamaño de la serie: 180.

La Tabla 2 muestra las características demográficas, antropométricas y bioquímicas de la serie de estudio distribuidas según el sexo del sujeto. Predominaron las mujeres sobre los hombres. La edad promedio fue de 39.2  $\pm$  10.4 años. La edad fue independiente del sexo (datos no mostrados).

La obesidad mórbida fue prevalente en la serie de estudio. Los hombres fueron más altos y pesados que las mujeres. Sin embargo, estas diferencias no se trasladaron

a los valores promedio del IMC: Hombres: 45.7  $\pm$  7.9 Kg.m<sup>-2</sup> vs. Mujeres: 43.8  $\pm$  6.8 Kg.m<sup>-2</sup> ( $\Delta$  = +1.9; p > 0.05; test t-Student para comparaciones independientes).

Los valores promedio de las variables bioquímicas de interés quedaron incluidos dentro de los intervalos de referencia biológica. El sexo del sujeto no influyó en el valor basal (léase también preoperatorio) de la variable bioquímica.

Tabla 4. Estado preoperatorio de las características antropométricas y bioquímicas de interés nutricional en la población de estudio. Se muestran el promedio  $\pm$  desviación estándar de la variable nutricional. También se muestran el número y [entre corchetes] el porcentaje de pacientes con valores disminuidos de las variables bioquímicas. Las variables se presentan estratificadas según el completamiento del programa quirúrgico. Para más detalles: Consulte el texto del presente artículo.

Característica	Cirugía bariátrica		Todos
	No Completada	Completada	
Tamaño	132	48	180
Edad, años	38.3 $\pm$ 10.3	41.6 $\pm$ 10.1	39.2 $\pm$ 10.4
Talla, cm	161.0 $\pm$ 9.0	162.0 $\pm$ 10.0	161.9 $\pm$ 9.0
Peso corporal, Kg	115.2 $\pm$ 23.8	114.3 $\pm$ 18.0	115.0 $\pm$ 22.3
IMC, Kg.m <sup>-2</sup>	44.5 $\pm$ 7.5	43.7 $\pm$ 5.9	44.3 $\pm$ 7.1
30.0 $\leq$ IMC < 40.0 Kg.m <sup>-2</sup>	36 [27.3]	10 [20.8]	46 [25.6]
IMC $\geq$ 40.0 Kg.m <sup>-2</sup>	96 [72.7]	38 [79.2]	134 [74.4]
Proteínas totales, g.L <sup>-1</sup>	71.7 $\pm$ 4.7	70.7 $\pm$ 4.3	71.4 $\pm$ 4.6
Albúmina, g.L <sup>-1</sup>	39.6 $\pm$ 4.3	36.7 $\pm$ 3.2	38.8 $\pm$ 4.3 <sup>¶</sup>
Albúmina < 35.0 g.L <sup>-1</sup>	16 [12.1]	13 [27.1]	29 [16.1] <sup>§</sup>
Hemoglobina, g.L <sup>-1</sup>	134.5 $\pm$ 12.1	136.1 $\pm$ 13.3	135.0 $\pm$ 12.4
Hemoglobina < Punto de corte	11 [ 8.3]	5 [10.4]	16 [ 8.9]
Vitamina B <sub>12</sub> , pmol.L <sup>-1</sup>	390.5 $\pm$ 165.1	439.7 $\pm$ 161.8	403.6 $\pm$ 165.2
Vitamina B <sub>12</sub> < Punto de corte	46 [34.8]	12 [25.0]	58 [32.2]
Hierro sérico, $\mu$ mol.L <sup>-1</sup>	11.9 $\pm$ 4.9	15.5 $\pm$ 4.8	12.9 $\pm$ 5.1
Hierro sérico < Punto de corte	18 [13.6]	1 [ 2.1]	19 [10.6] <sup>§</sup>
Ácido fólico, nmol.L <sup>-1</sup>	21.9 $\pm$ 10.9	21.7 $\pm$ 5.4	21.7 $\pm$ 9.8
Ácido fólico < Punto de corte	29 [22.0]	1 [ 2.1]	30 [16.7] <sup>§</sup>
Magnesio, mmol.L <sup>-1</sup>	0.80 $\pm$ 0.10	0.87 $\pm$ 0.11	0.82 $\pm$ 0.11 <sup>¶</sup>
Magnesio < Punto de corte	21 [15.9]	4 [ 8.3]	25 [13.9]
Calcio, mmol.L <sup>-1</sup>	2.3 $\pm$ 0.4	2.3 $\pm$ 0.2	2.3 $\pm$ 0.4
Calcio < Punto de corte	3 [ 2.3]	2 [ 4.2]	5 [ 2.8]

Leyenda: IMC: Índice de Masa Corporal.

<sup>¶</sup> p < 0.05 (test t-Student de comparación de muestras independientes).

<sup>§</sup> p < 0.05 (test de homogeneidad basado en la distribución ji-cuadrado).

Fuente: Registros del estudio.

Tamaño de la serie: 180.

Las asociaciones encontradas entre el sexo del sujeto, por un lado, y la hemoglobina y el magnesio por el otro, fueron solo de interés estadístico. La anemia afectó al 8.9% de la serie de estudio. Por su parte, la hipoalbuminemia se encontró en el 16.1% de los sujetos.

La frecuencia de estados deficitarios de micronutrientes en el preoperatorio fue como sigue (en orden descendente): *Vitamina B<sub>12</sub> < Punto de corte*: 32.2%; *Ácido fólico < Punto de corte*: 16.7%;

*Magnesio < Punto de corte*: 13.9%; *Hierro < Punto de corte*: 10.5%; y *Calcio < Punto de corte*: 2.8%; respectivamente. Los hombres mostraron una proporción mayor de hipoferrinemia e hipomagnesemia.

La Tabla 3 muestra la influencia del IMC sobre el *status* basal de los micronutrientes de interés. De los micronutrientes examinados, solo el ácido fólico fue dependiente del IMC del sujeto, pero esta asociación fue solo de interés estadístico.

Tabla 5. Influencia de la cirugía bariátrica sobre las concentraciones séricas de los micronutrientes. Se muestran el promedio  $\pm$  desviación estándar de los valores post-operatorios de la variable bioquímica correspondiente. Los cálculos se han restringido a aquellos pacientes en los que se completó la cirugía bariátrica. Para más detalles: Consulte el texto del presente artículo.

Variable	Hallazgos	Interpretación
Albúmina, g.L <sup>-1</sup>	37.9 $\pm$ 5.2	
$\Delta$	+1.2 $\pm$ 4.8	t = 1.597
Albúmina < Punto de corte	12 [25.0]	
Hemoglobina, g.L <sup>-1</sup>	130.5 $\pm$ 14.5	
$\Delta$	-4.7 $\pm$ 13.5	t = 2.292 <sup>¶</sup>
Hemoglobina < Punto de corte	10 [20.8]	
Vitamina B12, pmol.L <sup>-1</sup>	379.1 $\pm$ 188.0	
$\Delta$	-66.7 $\pm$ 259.8	t = 1.683
Vitamina B12 < Punto de corte	19 [39.6]	
Hierro, $\mu$ mol.L <sup>-1</sup>	14.3 $\pm$ 3.9	
$\Delta$	-1.5 $\pm$ 4.3	t = 2.249 <sup>¶</sup>
Hierro < Punto de corte	0 [ 0.0]	
Ácido fólico, nmol.L <sup>-1</sup>	20.6 $\pm$ 10.6	
$\Delta$	-1.5 $\pm$ 11.1	t = 0.874
Ácido fólico < Punto de corte	11 [22.9]	
Calcio, mmol.L <sup>-1</sup>	2.2 $\pm$ 0.2	
$\Delta$	-0.1 $\pm$ 0.3	t = 3.331 <sup>¶</sup>
Calcio sérico < Punto de corte	9 [18.7]	
Magnesio, nmol.L <sup>-1</sup>	0.8 $\pm$ 1.0	
$\Delta$	+0.01 $\pm$ 0.15	t = 0.568
Magnesio sérico < Punto de corte	1 [ 2.1]	

Fuente: Registros del estudio.

Tamaño de la serie: 48.

La mayor frecuencia de valores disminuidos de albúmina y ácido fólico entre aquellos pacientes con un IMC  $\geq$  40.0 Kg.m<sup>-2</sup> debe reexaminarse dada la plausibilidad de los datos.

La Tabla 4 muestra el *status* basal de las variables bioquímicas según el completamiento del programa quirúrgico propuesto. Fue llamativa la mayor frecuencia de hipoalbuminemia antes de la cirugía bariátrica en aquellos en los que eventualmente se completó el procedimiento. Las asociaciones entre la etapa del programa quirúrgico y los valores promedio de albúmina y magnesio fueron solo de interés estadístico. La mayor frecuencia de estados deficitarios de ácido

fólico y hierro entre aquellos en los que aún no se había completado el plan quirúrgico debe reexaminarse de cara a la plausibilidad de los datos, tal y como se mencionó más arriba.

Finalmente, la Tabla 5 expone el *status* de los micronutrientes una vez completado el programa quirúrgico. La cirugía bariátrica resultó en una reducción de los valores basales (léase también preoperatorios) de los micronutrientes examinados. La reducción fue más acentuada en los casos del hierro y el calcio séricos.

La cirugía bariátrica también produjo un incremento del número de pacientes con estados deficitarios de Vitamina B12: *Preoperatorio*: 32.2% *vs.* *Postoperatorio*:

39.6% ( $\Delta = +7.4\%$ ;  $p = 0.056$ ; test de los rangos con signo de Wilcoxon); Ácido fólico: *Preoperatorio*: 16.7% vs. *Postoperatorio*: 22.9% ( $\Delta = +6.2\%$ ;  $p < 0.05$ ; test de los rangos con signo de Wilcoxon); Calcio: *Preoperatorio*: 2.8% vs. *Postoperatorio*: 18.7% ( $\Delta = +15.9\%$ ;  $p < 0.05$ ; test de los rangos con signo de Wilcoxon). Por el contrario, la cirugía bariátrica no produjo cambios en el status del magnesio y el ácido fólico.

## DISCUSIÓN

El presente estudio ha mostrado el status de varios micronutrientes en los sujetos obesos que aguardan por una cirugía bariátrica. En virtud de ello, este trabajo se destaca de otros aparecidos en la Revista Cubana de Alimentación y Nutrición por explorar un área pocas veces tratada en la misma.

Aun cuando los valores promedio de los micronutrientes examinados se encontraban contenidos dentro de los intervalos biológicos de referencia, entre los sujetos que se presentaron a la cirugía bariátrica prevalecieron aquellos con valores disminuidos de vitamina B<sub>12</sub>, ácido fólico y hierro. El presente trabajo también reveló que una proporción importante de los sujetos obesos puede presentarse a la cirugía bariátrica con valores disminuidos del magnesio. Soslayando la plausibilidad de los datos, el *status* preoperatorio de los micronutrientes fue independiente del sexo del sujeto, el IMC, y el estado de completamiento del programa quirúrgico.

El trabajo presente se extendió para considerar el efecto a corto plazo de la cirugía bariátrica sobre el *status* de los micronutrientes examinados. Una vez completado el programa quirúrgico, se observó una reducción de los valores preoperatorios de los micronutrientes, a la vez que un incremento del número de

pacientes con estados deficitarios de los mismos, en particular, de la vitamina B<sub>12</sub> y el ácido fólico.

No constituyó un objetivo del estudio ahondar en las asociaciones entre la obesidad, la cirugía bariátrica y el *status* de los micronutrientes. Se debe decir que la anemia ferripriva representa la carencia micronutricional más extendida en la población.<sup>33-34</sup> Por extensión, la anemia podría reconocer otras causas como los estados deficitarios de vitamina B<sub>12</sub> y ácido fólico.<sup>35-37</sup> Lo anteriormente dicho explicaría, en parte, el comportamiento de estos micronutrientes en los sujetos examinados.

Por otro lado, el sujeto obeso estaría en riesgo incrementado de presentar estados deficitarios de estos micronutrientes debido a las conductas alimentarias que suele exhibir, como la construcción de hábitos dietéticos sobre el consumo excesivo de alimentos energéticamente densos, pero de dudoso valor nutricional (cuando más).<sup>38-39</sup>

El estado de los micronutrientes también podría ser explicado por la inflamación asociada al tamaño excesivo de la grasa corporal, y la distribución anómala de la misma. La grasa abdominal podría elaborar señales proinflamatorias que bloqueen la absorción intestinal de minerales y elementos traza como el hierro y el magnesio. La inflamación presente en el sujeto obeso también podría ocasionar un incremento de los requerimientos diarios del micronutriente que obligaría a acciones farmacológicas (pocas veces reconocidas e implementadas) para cubrirlos.<sup>14,37,40</sup> Por último, la inflamación podría causar una excreción aumentada de los micronutrientes incorporados a través de la orina y las heces fecales.

Sobre este trasfondo, la cirugía bariátrica podría perpetuar | agravar el estado deficitario preexistente de los micronutrientes. Si bien la cirugía bariátrica es percibida como una agresión quirúrgica

menor (cuando se le compara con otros procedimientos que implican una laparotomía),<sup>41</sup> no deja de alterar la homeostasis de la economía del sujeto. Por otro lado, la cirugía bariátrica implica una alteración profunda del fisiologismo gastrointestinal, y ello se trasladaría hacia alteraciones de la absorción, utilización, deposición y disposición de los micronutrientes. Se han reportado valores disminuidos de micronutrientes selectos tras el completamiento de la cirugía bariátrica.<sup>24-26</sup> Los cuidados postquirúrgicos del sujeto obeso “bariatrizado” conllevan la suplementación exógena con preparaciones nutrimentales para la corrección | prevención de tales deficiencias.<sup>23-24</sup>

El presente estudio reveló que una proporción significativa de sujetos obesos se puede presentar a la cirugía bariátrica con estados deficitarios de magnesio. El magnesio es el catión intracelular más abundante después del calcio, y desempeña numerosas funciones biológicas en el mantenimiento de la arquitectura ósea, la inmunidad celular, la contracción muscular, y la preservación del genoma nuclear.<sup>42-43</sup> La tercera parte del mineral se encuentra unido a la albúmina. La hipoalbuminemia presente en el sujeto obeso significaría también hipomagnesemia.<sup>42-43</sup> Los niveles séricos bajos del mineral implicarían asimismo ingresos dietéticos insuficientes.

Asimismo, la cirugía bariátrica produjo un aumento del número de sujetos obesos con valores séricos disminuidos de calcio. Los estados malabsortivos que la cirugía bariátrica induce pueden provocar pérdidas aumentadas del calcio dietético en las heces fecales, y con ello, estados deficitarios del mineral que pueden conducir a trastornos del metabolismo óseo, y riesgo aumentado de fragilidad ósea y fracturas óseas.<sup>44-45</sup> Tampoco se puede pasar por alto que la cirugía bariátrica afecta la absorción, el metabolismo y la disposición de las grasas dietéticas, y con ello, de las vitaminas

liposolubles como la vitamina D: esencial en el metabolismo del calcio. Todas estas situaciones deben ser identificadas e intervenidas oportunamente por los grupos básicos de trabajo para asegurar el éxito de la cirugía bariátrica, por un lado; y el logro de los objetivos del proceder quirúrgico y el aseguramiento de la calidad de vida del paciente, por el otro.<sup>46-47</sup>

## CONCLUSIONES

Los estados deficitarios de micronutrientes suelen ser frecuentes entre los pacientes obesos que se presentan a una cirugía bariátrica. Estos estados deficitarios podrían trasladarse a cuadros clínicos como la anemia. La cirugía bariátrica también puede perpetuar | agravar los estados deficitarios preoperatorios.

### *Limitaciones del estudio*

Éste fue un estudio retrospectivo en su naturaleza, y por consiguiente, no se pudo establecer la implementación en el sujeto obeso de esquemas preoperatorios de suplementación micronutricional. No obstante, si el caso hubiera sido, este estudio podría llamar la atención sobre el impacto limitado de tales esquemas y las falencias que rodearían la conducción de los mismos.

### *Futuras extensiones*

Se deben conducir estudios prospectivos sobre la presencia de deficiencias micronutricionales en los sujetos obesos que aguardan una cirugía bariátrica. Estos estudios deberían extenderse hacia el impacto de los estados deficitarios de los micronutrientes sobre el resultado de la cirugía bariátrica. El zinc y el cobre deberían incluirse entre los micronutrientes que deberían considerarse en futuras investigaciones. Igualmente, las futuras investigaciones deberían considerar la

evolución postquirúrgica de los micronutrientes, y el impacto de la suplementación exógena sobre la resolución | prevención de estados deficitarios como los anotados en este trabajo.

## SUMMARY

**Rationale:** Obesity might concur with deficiencies of micronutrients. These deficiencies could affect the effectiveness of bariatric surgery. **Objective:** To assess the preoperative status of selected micronutrients in obese patients waiting for bariatric surgery. **Study location:** “Teodoro Maldonado Carbo” Hospital (Guayaquil, Guayas, Ecuador). **Study design:** Retrospective, analytical. **Methods:** Preoperative serum concentrations of selected micronutrients were retrieved from the clinical charts of 180 subjects (Males: 25.6%; Average age:  $39.1 \pm 10.4$  years; Body mass index:  $44.3 \pm 7.1$  Kg.m<sup>2</sup>) included in the worklist of the Bariatric Surgery hospital service (Surgery completed: 26.7%) between 2013 – 2015. **Results:** Deficiencies of (in descending order) vitamin B<sub>12</sub> (32.2%), folic acid (16.7%), magnesium (13.9%), iron (10.5%), and calcium (2.8%) were found. Preoperative status of micronutrients was independent from subject's sex and BMI, and the completion of the surgical plan. Bariatric surgery produced a reduction of basal B<sub>12</sub> vitamin, iron and calcium. **Conclusions:** Deficiencies of micronutrients might be frequent among obese subjects presenting for a bariatric surgery. These deficiencies might translate into clinical pictures such as anemia. Bariatric surgery might also perpetuate | aggravate preoperative deficiencies. **Arteaga C, Jirón G, Sierra V, Soriano G, Fonseca D, Álvarez L.** Changes in serum concentrations of selected micronutrients after bariatric surgery. *RCAN Rev Cubana Aliment Nutr* 2018;28(1):82-94. RNPS: 2221. ISSN: 1561-2929.

*Subject headings:* Obesity / Bariatric surgery / Nutritional assessment / Micronutrients / Deficiencies / Anemia.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. World Health Organization. Obesity: Preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO Consultation. WHO Technical Report Series 894. Geneva [Switzerland]: 2000.
2. Tchernof A, Després JP. Pathophysiology of human visceral obesity: An update. *Physiol Rev* 2013; 93:359-404.
3. Després JP. Body fat distribution and risk of cardiovascular disease. *Circulation* 2012;126:1301-13.
4. Pacheco VM, Pasquel M. Obesidad en Ecuador: Una aproximación a los estudios de prevalencia. *Revista de la Facultad de Ciencias Médicas [Quito]* 2017;25:9-13.
5. Ochoa L, Villacreses D. Un desafío para la salud pública: El sobrepeso y la obesidad en el Ecuador. *Revista Gestión* 2014;44:44.
6. Instituto Nacional de Estadísticas del Ecuador. Presentación de los principales resultados de la Encuesta ENSANUT de Salud y Nutrición. INEC. Quito: 2012. Disponible en: [http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_Sociales/ENSANUT/Presentacion%20de%20los%20principales%20resultados%20ENSANUT.pdf](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Sociales/ENSANUT/Presentacion%20de%20los%20principales%20resultados%20ENSANUT.pdf). Fecha de última visita: 2 de Febrero de 2017.
7. Grundy SM. Obesity, metabolic syndrome, and cardiovascular disease. *J Clin Endocrinol Metab* 2004;89: 2595-2600.
8. Luna Luna M, Medina Urrutia A, Vargas Alarcón G, Coss Roviroso F, Vargas Barrón J, Pérez Méndez Ó. Adipose tissue in metabolic syndrome: Onset and progression of atherosclerosis. *Arch Med Res* 2015;46:392-407.
9. Kimmons JE, Blanck HM, Tohill BC, Zhang J, Khan LK. Associations

- between body mass index and the prevalence of low micronutrient levels among US adults. *Medscape General Medicine* 2006;8(4):59. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1868363/>. Fecha de última visita: 11 de Diciembre del 2017.
10. 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;21:1382-8. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11695-011-0360-y>. Fecha de última visita: 12 de Diciembre del 2017.
  11. Rickers L, McSherry C. Bariatric surgery: Nutritional considerations for patients. *Nurs Stand* 2012;26:41-8.
  12. Lefebvre P, Letois F, Sultan A, Nocca D, Mura T, Galtier F. Nutrient deficiencies in patients with obesity considering bariatric surgery: A cross-sectional study. *Surg Obes Relat Dis* 2014;10:540-6.
  13. Schiavo L, Scalera G, Piloni V, de Sena G, Capuozzo V, Barbarisi A. Micronutrient deficiencies in patients candidate for bariatric surgery: A prospective, preoperative trial of screening, diagnosis, and treatment. *Int J Vitam Nutr Res* 2016;1-8. Disponible en: <https://doi.org/10.1024/0300-9831/a000282>. Fecha de última visita: 12 de Diciembre del 2017.
  14. Careaga M, Moizé V, Flores L, Deulofeu R, Andreu A, Vidal J. Inflammation and iron status in bariatric surgery candidates. *Surg Obes Relat Dis* 2015;11:906-11. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.soard.2014.09.028>. Fecha de última visita: 12 de Diciembre del 2017.
  15. Kaidar-Person O, Person B, Szomstein S, Rosenthal RJ. Nutritional deficiencies in morbidly obese patients: A new form of malnutrition? Part B: Minerals. *Obes Surg* 2008;18:1028-34. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11695-007-9350-5>. Fecha de última visita: 15 de Diciembre del 2017.
  16. Kelley GA, Kelley KS, Vu Tran Z. Aerobic exercise, lipids and lipoproteins in overweight and obese adults: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Int J Obes [London]* 2005;29:881-93.
  17. Aucott L, Poobalan A, Smith WCS, Avenell A, Jung R, Broom J, Grant AM. Weight loss in obese diabetic and non-diabetic individuals and long-term Diabetes outcomes- A systematic review. *Diabetes Obes Metab* 2004;6:85-94.
  18. Douketis JD, Macie C, Thabane L, Williamson DF. Systematic review of long-term weight loss studies in obese adults: Clinical significance and applicability to clinical practice. *Int J Obes [London]* 2005;29:1153-67.
  19. Galani C, Schneider H. Prevention and treatment of obesity with lifestyle interventions: Review and meta-analysis. *Int J Public Health* 2007;52:348-59.
  20. Padwal R, Li SK, Lau DCW. Long-term pharmacotherapy for overweight and obesity: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2003;27:1437-46.
  21. Provost DA. Indications and contraindications for bariatric surgery. En: *The ASMBS Textbook of Bariatric Surgery* [Editores: Nguyen NT, Blackstone RP, Morton JM, Ponce J, Rosenthal RJ]. Springer. New York: 2015. pp 73-76.
  22. Lima Martínez MM, Zerpa J, Guerrero Y, Zerpa Y, Guillén M, Rivera J. Tratamiento con cirugía bariátrica en el paciente obeso: Guías clínicas del Servicio de Endocrinología del Instituto Autónomo Hospital Universitario de Los Andes. *Rev Venezolana Endocrinol Metab* 2015;13:54-9.

23. Mechanick JI, Youdim A, Jones DB, Garvey WT, Hurley DL, McMahon MM; *et al*. Clinical practice guidelines for the perioperative nutritional, metabolic, and nonsurgical support of the bariatric surgery patient- 2013 update. *Obesity* 2013;21(Suppl 1):S1-S27. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/oby.20461>. Fecha de última visita: 16 de Diciembre del 2017.
24. Lo Menzo E, Cappellani A, Zanghì A, Di Vita M, Berretta M, Szomstein S. Nutritional implications of obesity: Before and after bariatric surgery. *Bariatric Surg Pract Patient Care* 2014;9:9-17. Disponible en: <https://doi.org/10.1089/bari.2014.9969>. Fecha de última visita: 16 de Diciembre del 2017.
25. Ben-Porat T, Elazary R, Yuval JB, Wieder A, Khalailah A, Weiss R. Nutritional deficiencies after sleeve gastrectomy: Can they be predicted preoperatively? *Surg Obes Relat Dis* 2015;11:1029-36. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.soard.2015.02.018>. Fecha de última visita: 16 de Diciembre del 2017.
26. van Rutte PWJ, Aarts EO, Smulders JF, Nienhuijs SW. Nutrient deficiencies before and after sleeve gastrectomy. *Obes Surg* 2014;24:1639-146. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11695-014-1225-y>. Fecha de última visita: 17 de Diciembre del 2017.
27. Parrott J, Frank L, Rabena R, Craggs-Dino L, Isom KA, Greiman L. American Society for Metabolic and Bariatric Surgery Integrated Health Nutritional Guidelines for the Surgical Weight Loss Patient 2016 Update: Micronutrients. *Surg Obes Relat Dis* 2017;13:727-41. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.soard.2016.12.018>. Fecha de última visita: 17 de Diciembre del 2017.
28. Damms-Machado A, Weser G, Bischoff SC. Micronutrient deficiency in obese subjects undergoing low calorie diet. *Nutrition J* 2012;11:34. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/1475-2891-11-34>. Fecha de última visita: 17 de Diciembre del 2017.
29. Aills L, Blankenship J, Buffington C, Furtado M, Parrott J; for the Allied Health Sciences Section Ad Hoc Nutrition Committee. ASMBS Allied Health Nutritional Guidelines for the Surgical Weight Loss Patient. *Surg Obes Relat Dis* 2008;4(5 Suppl):S73-S108. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.soard.2008.03.002>. Fecha de última visita: 17 de Diciembre del 2017.
30. Ernst B, Thurnheer M, Schmid SM, Schultes B. Evidence for the necessity to systematically assess micronutrient status prior to bariatric surgery. *Obes Surg* 2008;19:66-73.
31. Barbagallo M, Dominguez LJ. Magnesium and type 2 diabetes. *World J Diabetes* 2015;6:1152-17. Disponible en: <https://doi.org/10.4239/wjd.v6.i10.1152>. Fecha de última visita: 18 de Diciembre del 2017.
32. Santana Porbén S, Martínez Canalejo H. Manual de Procedimientos Bioestadísticos. Segunda Edición. EAE Editorial Académica Española. ISBN-13:9783659059629. ISBN-10: 3659059625. Madrid: 2012.
33. Bassante L, Racines M, Fuenmayor G, Estévez E. Evaluación de la deficiencia de hierro y anemia ferropiva en población de alto riesgo. *Rev Fac Ciencias Médicas [Quito]* 1991;16(3-4):0-0. Disponible en: [http://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/CIENCIAS\\_MEDICAS/article/view/563](http://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/CIENCIAS_MEDICAS/article/view/563). Fecha de última visita: 20 de Diciembre del 2017.
34. Sánchez AMM, Pampillón N, Abaurre M, Omelanczuk PE. Deficiencia de

- hierro en el preoperatorio de cirugía bariátrica: Diagnóstico y tratamiento. *Nutrición Hospitalaria [España]* 2015; 32:75-9.
35. Dagan SS, Zelber-Sagi S, Webb M, Keidar A, Raziel A, Sakran N; *et al.* Nutritional status prior to laparoscopic sleeve gastrectomy surgery. *Obes Surg* 2016;26:2119-26. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11695-016-2064-9>. Fecha de última visita: 18 de Diciembre del 2017.
35. Jastrzębska-Mierzyńska M, Ostrowska L, Hady HR, Dadan J. Assessment of dietary habits, nutritional status and blood biochemical parameters in patients prepared for bariatric surgery: A preliminary study. *Videosurg Mini Invasive Techniques* 2012;7(3):156-65. Disponible en: <https://doi.org/10.5114/wiitm.2011.27581>. Fecha de última visita: 20 de Diciembre del 2017.
36. Wolf E, UtechM, Stehle P, Büsing M, Stoffel-Wagner B, Ellinger S. Preoperative micronutrient status in morbidly obese patients before undergoing bariatric surgery: Results of a cross-sectional study. *Surg Obes Relat Dis* 2015;11:1157-63.
37. Nicoletti CF, Lima TP, Donadelli SP, Salgado W, Marchini JS, Nonino CB. New look at nutritional care for obese patient candidates for bariatric surgery. *Surg Obes Relat Dis* 2013;9:520-5. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.soard.2011.08.010>. Fecha de última visita: 20 de Diciembre del 2017.
38. Peterson LA, Cheskin LJ, FurtadoM, Papas K, Schweitzer MA, Magnuson TH, Steele KE. Malnutrition in bariatric surgery candidates: Multiple micronutrient deficiencies prior to surgery. *Obesity Surgery* 2016;26:833-8. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11695-015-1844-y>. Fecha de última visita: 20 de Diciembre del 2017.
39. Kaner G, Adiguzel KT, Kurklu NS. Are obese women a risk group for vitamin B12 and folic acid deficiencies? *Romanian J Diab Nutr Metab Dis* 2016;23(3):0-0. Disponible en: <https://doi.org/10.1515/rjdnmd-2016-0035>. Fecha de última visita: 20 de Diciembre del 2017.
40. Esser N, Legrand-Poels S, Piette J, Scheen AJ, Paquot N. Inflammation as a link between obesity, metabolic syndrome and type 2 diabetes. *Diab Res Clin Pract* 2014;105:141-50.
41. Yoo J, Lee S. Immunologic ramifications of minimally invasive surgery. *Sem Colon Rectal Surg* 2007;18:220-6.
42. Maathuis FJ. Physiological functions of mineral macronutrients. *Cur Op Plant Biol* 2009;12:250-8.
43. Moe SM. Disorders involving calcium, phosphorus, and magnesium. *Prim Care Clin Off Pract* 2008;35:215-37.
44. 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.
45. Shankar P, Boylan M, Sriram K. Micronutrient deficiencies after bariatric surgery. *Nutrition* 2010;26:1031-7.
46. McMahon MM, Sarr MG, Clark MM, Gall MM, Knoetgen J, Laskowski ER, Hurley DL. Clinical management after bariatric surgery: Value of a multidisciplinary approach. *Mayo Clinic Proc* 2006;81(10 Suppl):S34-S45.
47. Ukleja A, Stone RL. Medical and gastroenterologic management of the post-bariatric surgery patient. *J Clin Gastroenterol* 2004;38:312-21.