



Universidad de Chile

# Efecto de la cirugía bariátrica sobre el estado de nutrición de calcio, hierro y zinc



Auspicio

Fernando Pizarro

Profesor Titular

[fpizarro@inta.uchile.cl](mailto:fpizarro@inta.uchile.cl)

<http://www.inta.cl>



La Obesidad es una patología que se ha duplicado en las dos últimas décadas, estimando la OMS que existen **502 millones de obesos** en el mundo  
(IMC  $\geq$  30 )

<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/es/index.html>

# Tratamiento de la Obesidad

**Dieta hipocalórica:** El balance calórico negativo en adultos se logra con dietas entre 800 a 1500 calorías día.

**Actividad Física:** Es fundamental para el balance calórico negativo, produce cambios metabólicos favorables y es clave para la mantención posterior del peso.

**Trabajos grupales:** Destinados a la educación nutricional y fomentar cambios de hábitos.

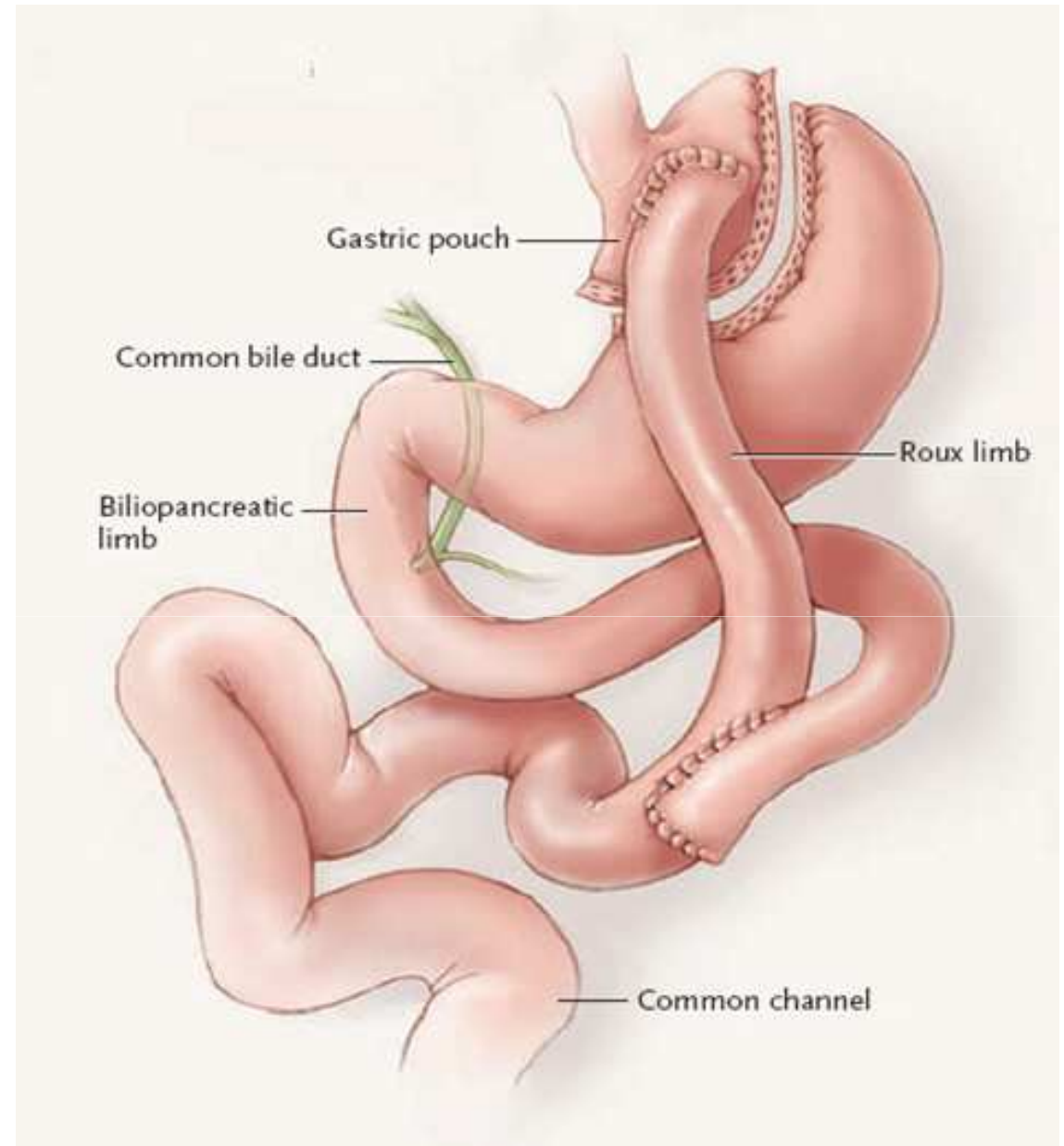
**Tratamiento farmacológico:** Se reserva para pacientes con trastornos del apetito o con gran dificultad a adherir a la dieta.

**Tratamiento quirúrgico:** Se indica a pacientes con IMC > 40 que no han tenido éxito con otros tratamientos y pacientes con IMC entre 35 y 40 que poseen otra patología que se beneficiaría con la baja de peso

## Bypass gástrico Roux-en-Y

El Bypass Gástrico es un procedimiento quirúrgico restrictivo y de mala absorción que disminuye el estómago y desvía el alimento a una parte del intestino delgado.

Desviando parte del intestino resulta en un menor número de calorías absorbidas. Esto lleva a la pérdida de

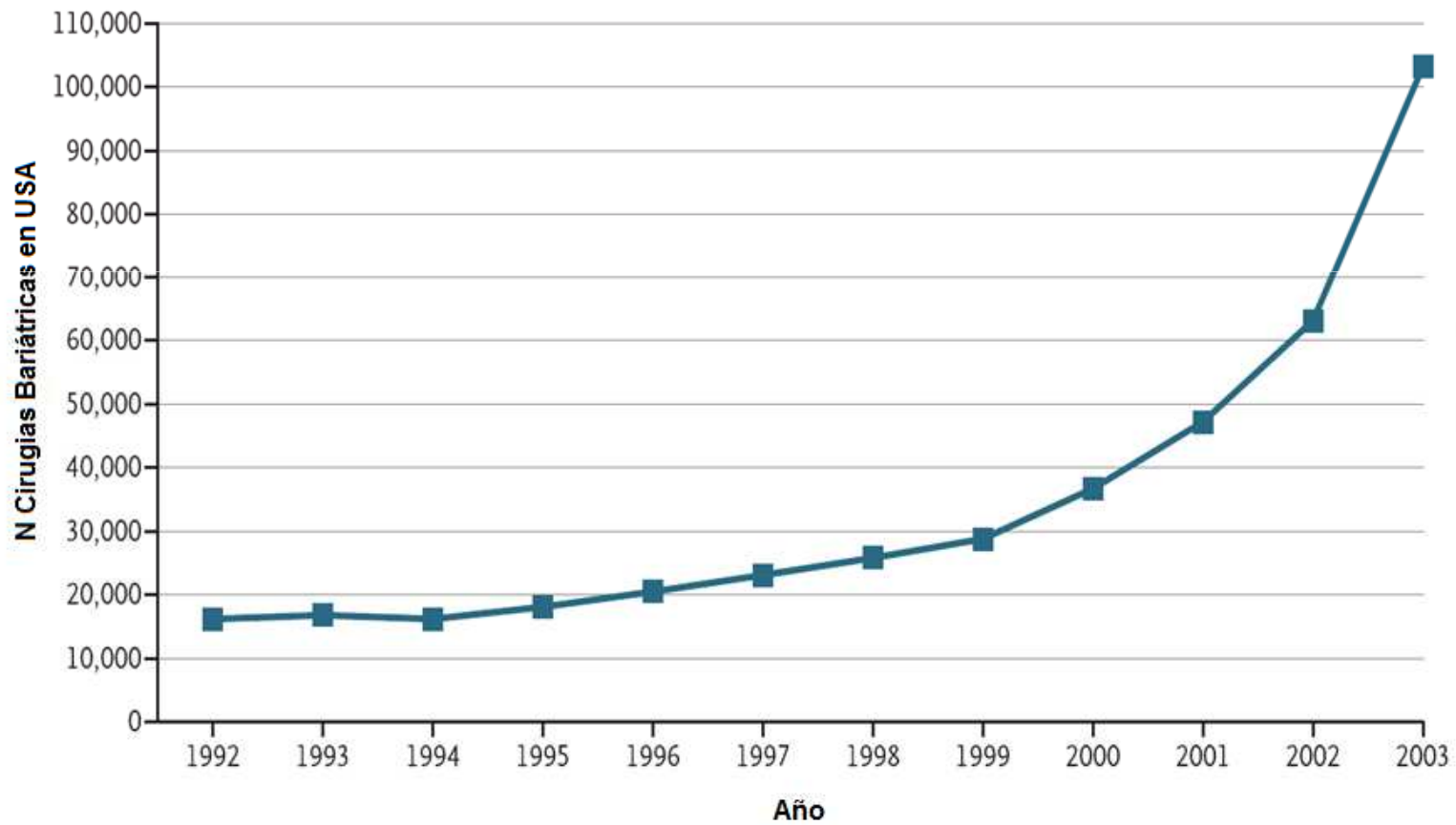




# Surgery for Severe Obesity

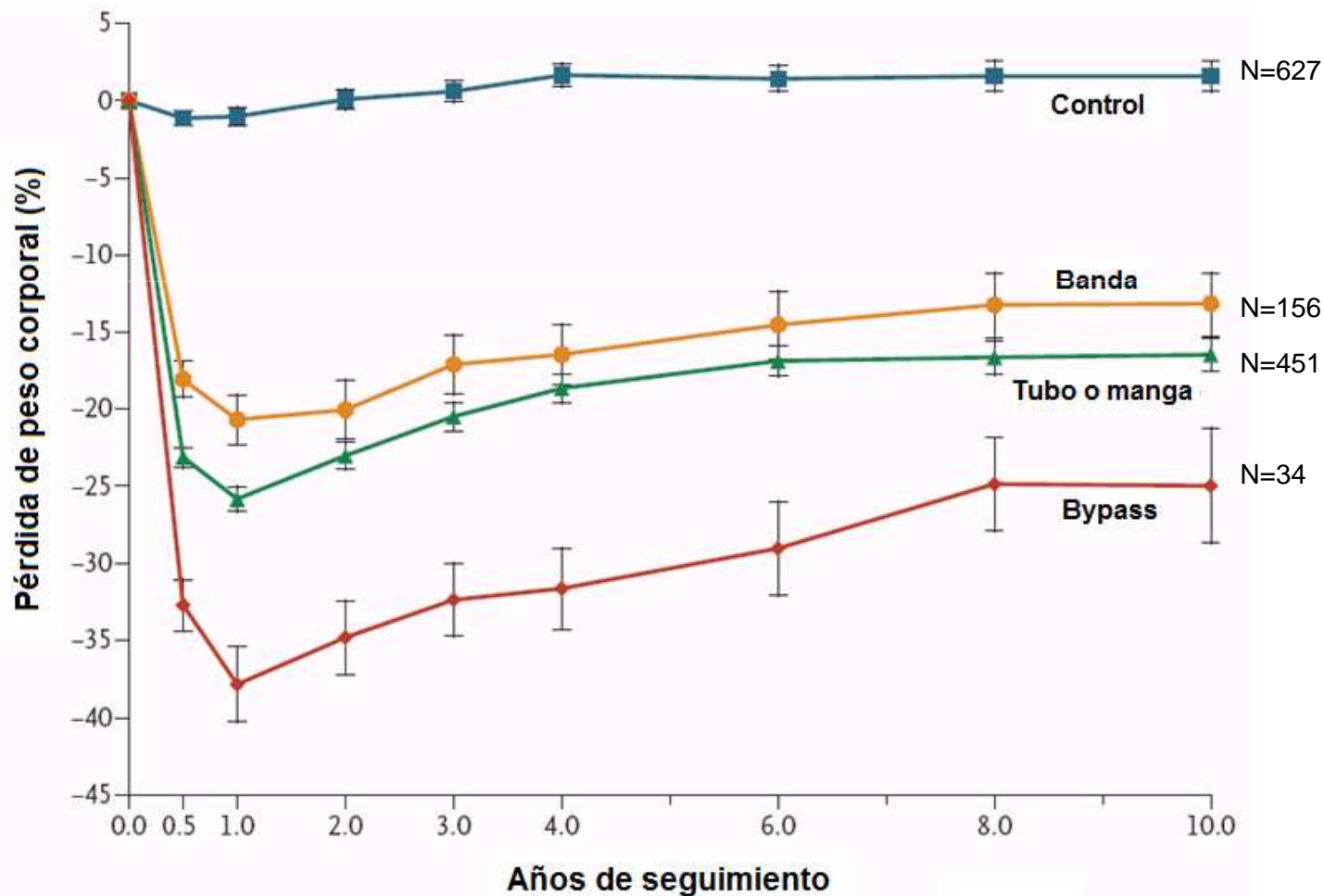
Robert Steinbrook, M.D.

N Engl J Med 2004; 350:1075-1079 | [March 11, 2004](#)



# Lifestyle, Diabetes, and Cardiovascular Risk Factors 10 Years after Bariatric Surgery

Lars Sjöström, M.D., Ph.D., Anna-Karin Lindroos, Ph.D., Markku Peltonen, Ph.D., Jarl Torgerson, M.D., Ph.D., Claude Bouchard, Ph.D., Björn Carlsson, M.D., Ph.D., Sven Dahlgren, M.D., Ph.D., Bo Larsson, M.D., Ph.D., Kristina Narbro, Ph.D., Carl David Sjöström, M.D., Ph.D., Marianne Sullivan, Ph.D., and Hans Wedel, Ph.D., for the Swedish Obese Subjects Study Scientific Group\*



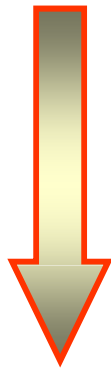
# **Efecto de la cirugía bariátrica sobre el estado de nutrición de calcio**

- Calcio es el principal catión de la estructura cristalina del hueso y los dientes
- El ión calcio es de importancia fundamental para todos los sistemas biológicos.



- Este mineral está íntimamente involucrado en la neurotransmisión, la contracción muscular, la mitosis, la división celular, la fertilización y la coagulación sanguínea.
- El calcio, generalmente forma un complejo con la calmodulina que participa en numerosas reacciones enzimáticas.

# Calcio corporal total (1.200 g en adultos, ~2% del peso)



**99%**  
**en esqueleto**

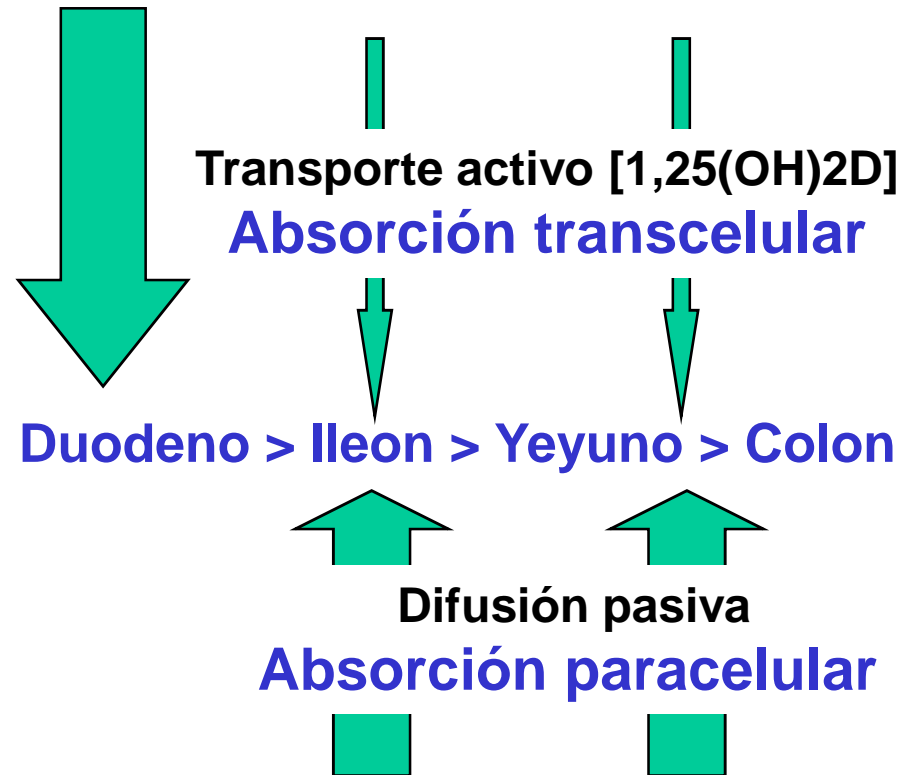
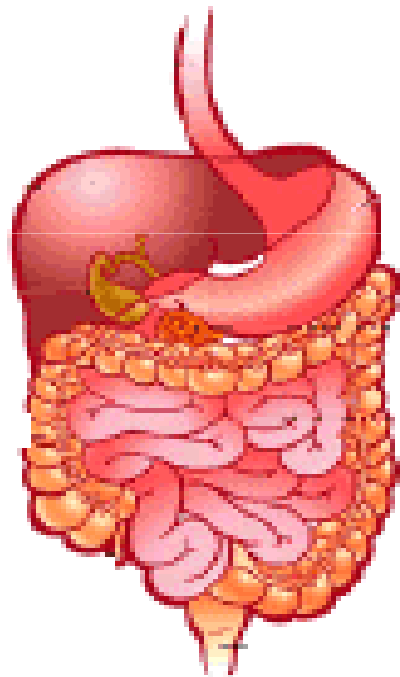
Sales de fosfato  
de calcio en forma  
de hidroxiapatita  
25% peso seco  
40% de cenizas



**0.9%**  
**en dientes y  
tejidos blandos**  
**0.1%**  
**en líquido  
extracelular**

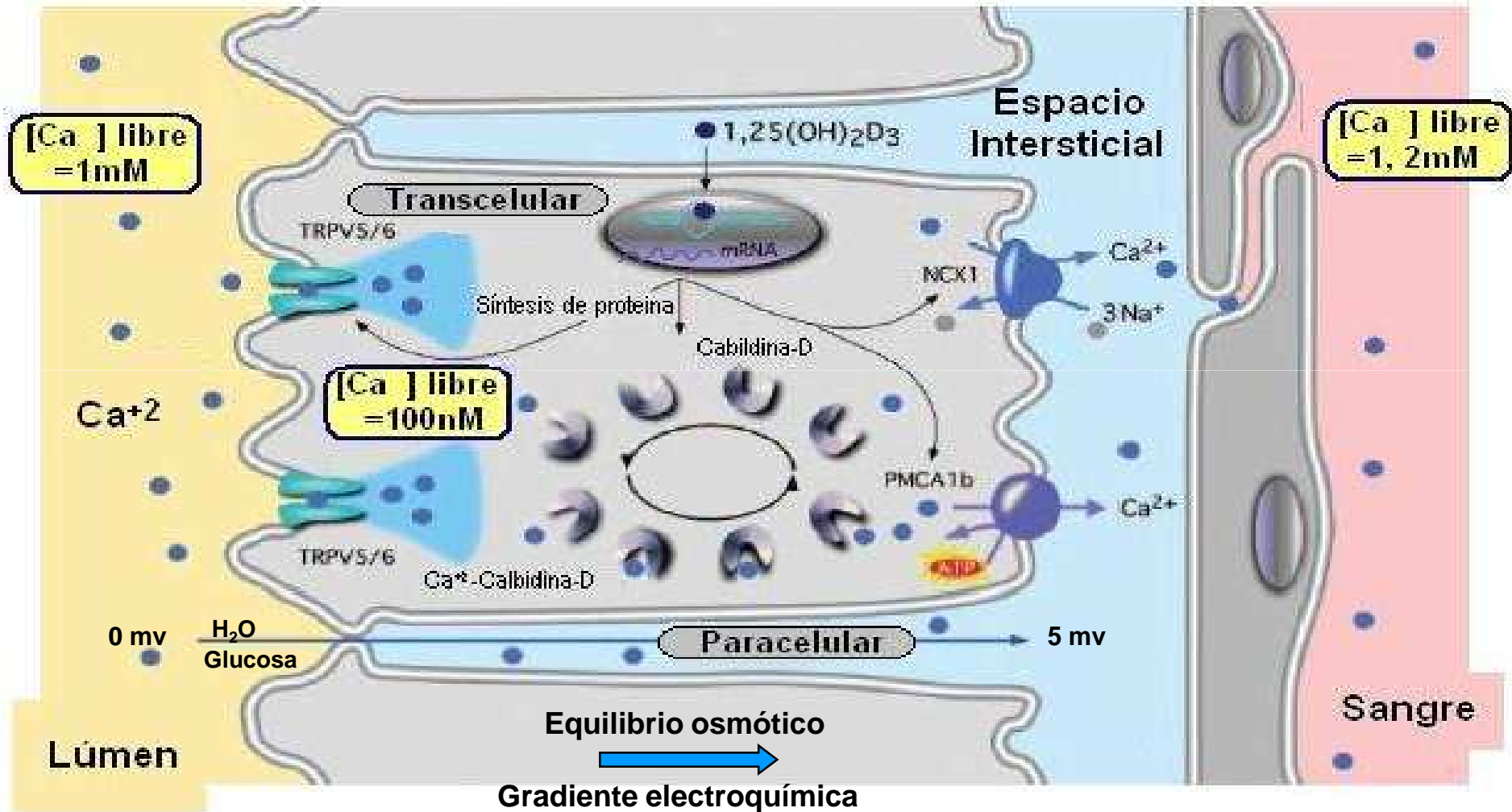
# Sitios de absorción intestinal de calcio

Si contenido de Ca en quimo es bajo



Si contenido de Ca en quimo es alto,  
con ingesta de calcio alta

# Absorción transcelular de calcio en el intestino



- Inducción de calbindina D9K, fosfatasa alcalina y Ca-Mg-ATPasa

# True Fractional Calcium Absorption is Decreased After Roux-En-Y Gastric Bypass Surgery

Claudia S. Riedt,\* Robert E. Brolin,† Robert M. Sherrell,‡ M. Paul Field,‡ and Sue A. Shapses\*

OBESITY Vol. 14 No. 11 November 2006

Pacientes con IMC entre 39 y 74 Kg/m<sup>2</sup>, 6 meses de seguimiento

**Table 2.** Nutrient intake before and after RYGB surgery (*n* = 21)\*

	Baseline	Final	<i>p</i> value
Kcal/d	2260 ± 738	794 ± 240	<0.0001
Carbohydrate (g/d)	247.1 ± 103.6	92.3 ± 40.2	<0.0001
Protein (g/d)	95.8 ± 37.2	42.3 ± 12.4	<0.0001
Fat (g/d)	96.1 ± 38.9	29.0 ± 11.1	<0.0001
Total Ca (mg/d)†	1104 ± 516	935 ± 679	0.4451
Vitamin D (μg/d)†	7.3 ± 5.9	11.0 ± 9.6	0.1126
Vitamin K (μg/d)†	51.9 ± 61.3	37.2 ± 32.9	0.1084
Phosphorus (mg/d)†	1241 ± 583	547 ± 175	<0.0001
Magnesium (mg/d)†	214 ± 111.2	218 ± 214	0.2665
Sodium (mg/d)	3785 ± 1418	1380 ± 628	<0.0001

RYGB, Roux-en-Y gastric bypass; Ca, calcium.

\* Data (mean ± standard deviation); ANOVA (for % changes from baseline to final measurements).

† Nutrient amounts for Ca, vitamin D, vitamin K, phosphorus, and magnesium coming from supplement: baseline and final intake, respectively, for Ca: 209 ± 327 mg/d and 542 ± 699 mg/d; Vitamin D: 5.4 ± 5.9 μg/d and 9.7 ± 9.8 μg/d; Vitamin K: 4.9 ± 9.6 μg/d and 10.0 ± 14.0 μg/d; phosphorus: 38.2 ± 64.9 mg/d and 59.2 ± 115.5 mg/d; magnesium: 32.2 ± 56.9 mg/d and 107.8 ± 219.5 mg/d. Vitamin D: 1 μg = 40 IU.

# True Fractional Calcium Absorption is Decreased After Roux-En-Y Gastric Bypass Surgery

Claudia S. Riedt,\* Robert E. Brolin,† Robert M. Sherrell,‡ M. Paul Field,‡ and Sue A. Shapses\*

OBEsITY Vol. 14 No. 11 November 2006

Pacientes con IMC entre 39 y 74 Kg/m<sup>2</sup>, 6 meses de seguimiento

**Table 3.** Calcium-regulating hormones and bone turnover markers before and after RYGB surgery (*n* = 21)\*

	Baseline	Final	Change ( $\Delta$ )	Change (%)	<i>p</i> value†
1,25(OH) <sub>2</sub> D (pg/mL)	42.1 ± 16.4	45.6 ± 20.5	3.4 ± 20.9	17.8 ± 57.4	0.1700
25OHD (ng/mL)	25.4 ± 9.5	28.6 ± 14.3	3.2 ± 12.1	23.6 ± 68.9	0.1320
PTH (pg/mL)	81.3 ± 31.4	77.2 ± 28.3	-4.1 ± 30.6	3.4 ± 45.0	0.7354
Cortisol (μg/dL)	9.2 ± 3.0	10.5 ± 6.7	1.3 ± 7.1	31.5 ± 106.8	0.1916
Estradiol (pg/mL)	53.9 ± 45.7	35.7 ± 33.4	-18.2 ± 52.5	-13.1 ± 73.2	0.4222
Estrone (pg/mL)	69.6 ± 57.3	48.1 ± 48.6	-21.5 ± 73.2	-16.5 ± 58.8	0.2139
Osteocalcin (ng/mL)	10.2 ± 2.8	14.3 ± 2.9	4.1 ± 2.5	45.2 ± 29.0	<0.0001
sNTx (nM BCE)	16.6 ± 5.5	25.6 ± 6.8	9.0 ± 5.3	62.1 ± 44.2	<0.0001
PYD (nM/d)	436.8 ± 210.1	849.1 ± 244.5	409.9 ± 210.2	163.9 ± 234.8	<0.0001
DPD (nM/d)	50.2 ± 37.1	118.8 ± 71.1	67.9 ± 59.7	203.8 ± 318.2	0.0099

RYGB, Roux-en-Y gastric bypass; 1,25(OH)<sub>2</sub>D, serum 1,25 dihydroxy-vitamin D; 25OHD, serum 25-hydroxy-vitamin D; PTH, parathyroid hormone; sNTx, serum N-telopeptide of type I collagen; PYD, pyridinoline; DPD, deoxypyridinoline.

\* Data (mean ± standard deviation).

† ANOVA [for changes (%) from baseline to final measurements].

# Método de medición de absorción de calcio

Weight loss and calcium intake influence calcium absorption in overweight postmenopausal women<sup>1-3</sup>

*Mariana Cifuentes, Claudia S Riedt, Robert E Brolin, M Paul Field, Robert M Sherrell, and Sue A Shapses  
Am J Clin Nutr 2004;80:123-30*

- Día 1. Dosis oral de  $^{43}\text{Ca}$  en un alimento estándar (170 mg)  
Dosis intravenosa de  $^{42}\text{Ca}$  (0,5 mg)
- Día 2. Colección de orina hasta 24 hrs después de la administración de isótopo estable
- En orina se mide las fracciones de  $^{43}\text{Ca}/^{44}\text{Ca}$  y  $^{42}\text{Ca}/^{44}\text{Ca}$  por espectrometría de masa



# True Fractional Calcium Absorption is Decreased After Roux-En-Y Gastric Bypass Surgery

Claudia S. Riedt,\* Robert E. Brolin,† Robert M. Sherrell,‡ M. Paul Field,‡ and Sue A. Shapses\*

OBESITY Vol. 14 No. 11 November 2006

Pacientes con IMC entre 39 y 74 Kg/m<sup>2</sup>, 6 meses de seguimiento

**Table 1.** Weight, BMI, calcium measurements, and creatinine before and after RYGB surgery (*n* = 21)\*

	Baseline	Final	Change ( $\delta$ )	Change (%)	<i>p</i> value†
Weight (kg)	139.8 ± 23.0	101.3 ± 19.9	-38.5 ± 8.0	-27.7 ± 5.4	<0.0001
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	52.7 ± 8.3	38.2 ± 7.3	-14.5 ± 2.9	-27.7 ± 5.4	<0.0001
TFCA (estimated from breakfast)	0.36 ± 0.08	0.24 ± 0.09	-0.12 ± 0.08	-34.0 ± 19.2	<0.0001
Ca absorbed (mg/d)‡	416.7 ± 271.3	227.2 ± 197.0	-189.5 ± 264.2	-38.7 ± 43.8	0.0006
Urine calcium (mg/d)	173.7 ± 87.8	89.5 ± 39.9	-84.2 ± 76.6	-39.3 ± 38.5	<0.0001
Urine creatinine (mg/d)	1542 ± 394	1076 ± 263	-463.2 ± 269.9	-28.2 ± 14.7	<0.0001

RYGB, Roux-en-Y gastric bypass; Ca, calcium; TFCA, true fractional Ca absorption.

\* Data (mean ± standard deviation).

† ANOVA [for changes (%) from baseline to final measurements].

‡ Estimated Ca absorbed (TFCA × total Ca intake in Table 2).

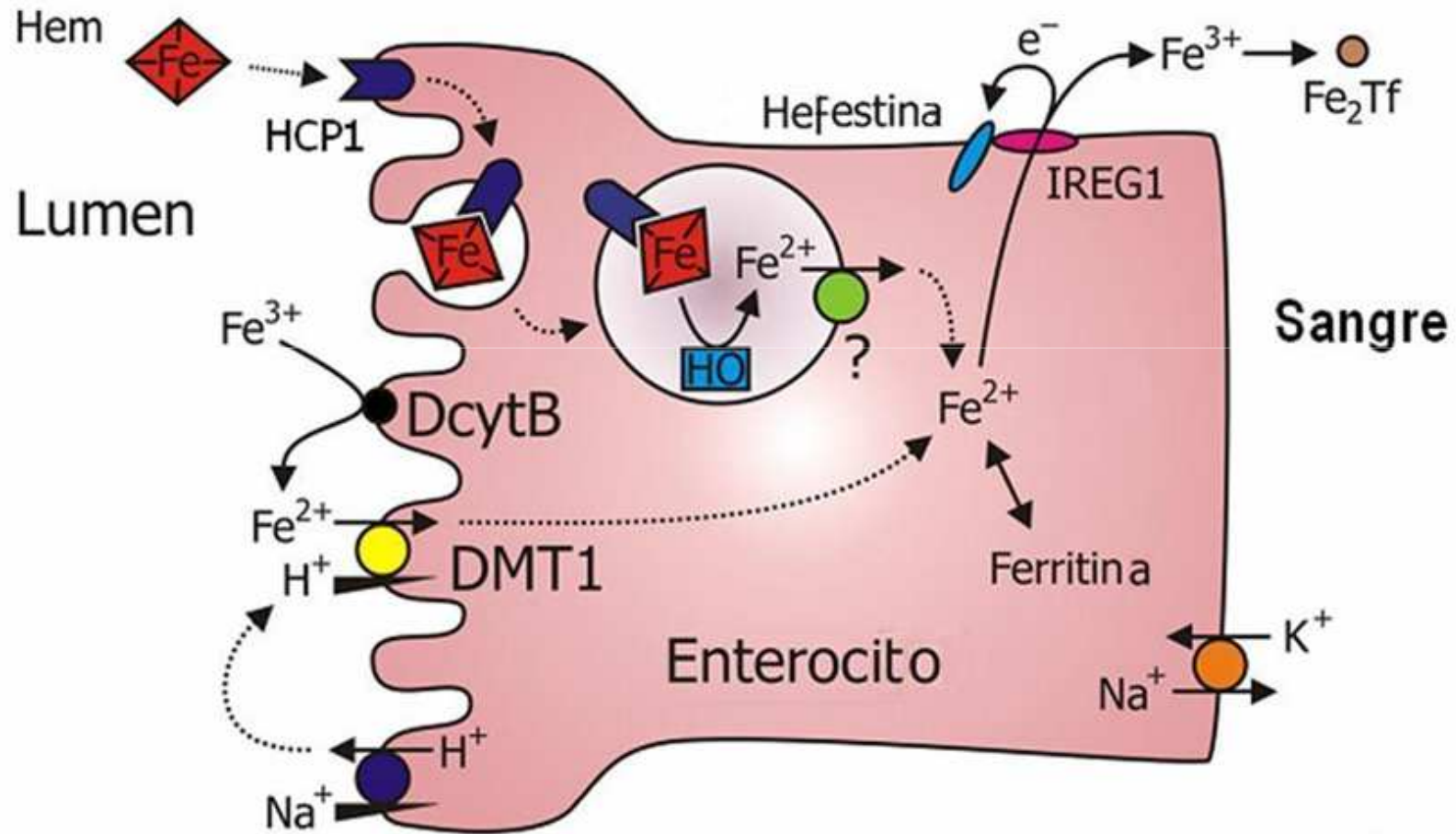
# **Efecto de la cirugía bariátrica sobre el estado de nutrición de hierro y zinc**

# Función del hierro

El hierro es un elemento esencial para la vida ya que participa en todos los procesos de oxido-reducción.

- Forma parte del ciclo de Krebs
- Participa en la respiración celular
- Transporta electrones en los citocromos
- Forma parte de enzimas que mantienen la integridad celular (Catalasas, peroxidasas y oxigenasas).
  
- A su vez el hierro puede promover la formación de compuestos tóxicos. Por tanto, su metabolismo está controlado por un potente sistema regulador.

# Vías de absorción del hierro a nivel intestinal



**Poco se sabe sobre los efectos metabólicos y nutricionales de largo plazo provocados por el baypass gástrico.**

**La literatura muestra que entre las mas frecuentes complicaciones nutricionales del bypass gástrico esta la anemia y deficiencias de vitamina D, calcio, ácido fólico y vitamina B12.**

**Sin embargo, las evidencias directas sobre las capacidades de absorción de hierro, zinc y calcio son muy escasas**



Nutrition 23 (2007) 277–280  
International ward rounds

---

---

NUTRITION

---

---

[www.elsevier.com/locate/nut](http://www.elsevier.com/locate/nut)

### Persistent anemia after Roux-en-Y gastric bypass

Claudio Mizón, M.D.<sup>a</sup>, Manuel Ruz, Ph.D.<sup>a,\*</sup>, Attila Csendes, M.D.<sup>b</sup>,  
Fernando Carrasco, M.D.<sup>a</sup>, Annabella Rebolledo, M.Sc.<sup>a</sup>, Juana Codoceo, M.T.<sup>a</sup>,  
Jorge Inostroza, M.T.<sup>a</sup>, Karin Papapietro, M.D.<sup>b</sup>, Fernando Pizarro, M.T.<sup>c</sup>, and  
Manuel Olivares, M.D.<sup>c</sup>

# Objetivo

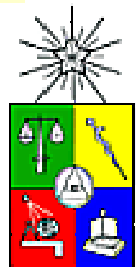
Evaluar la absorción de hierro y zinc y estado nutricional en pacientes con obesidad mórbida antes y después de 6, 12 y 18 meses de bypass gástrico



**Manuel Ruz, Fernando Carrasco, Pamela Rojas, Attila Csendes, Karin Papapietro, Jorge Inostroza, Annabella Rebolledo, Karen Basfi-fer, Fernando Pizarro, Manuel Olivares, Nancy Krebs, Jamie Westcott, Michael Hambidge.**



Departamento de Nutrición, Facultad de Medicina e Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos de la Universidad de Chile  
Escuela de Medicina Universidad de Colorado, Denver, CO



# Métodos

## Sujetos

Mujeres pre menopáusicas

Edades entre 18 a 50 años

IMC > 35 kg/m<sup>2</sup> más patologías asociadas o IMC > 40 kg/m<sup>2</sup>

## Cirugía

Bypass gástrico en Roux-en-Y

## Manejo Nutricional

Durante el primer mes post cirugía los sujetos recibieron una dieta semilíquida (3.9 mg Fe, 2.9 mg Zn en 500 g/d)

A partir del segundo mes recibieron alimentos sólidos más vitaminas y minerales

# Características de los sujetos

Edad	36,7 ± 9,8
Peso (Kg)	115 ± 15
Talla	1,59 ± 0,07
IMC (Kg/m <sup>2</sup> )	45,2 ± 4,7

## Número de casos

Mes 0  
67

Mes 06  
58

Mes 12  
56

Mes 18  
51

## Suplementos de vitaminas y minerales utilizados

Micronutriente	Suplemento estándar	Suplemento mejorado
Zinc	7.5 mg	15 mg
Hierro	-	18 mg
Cobre	1 mg	900 µg
Selenio	15 µg	55 µg
Manganeso	1.5 mg	-
Beta caroteno	3 mg	3 mg
Vitamina C	250 mg	100 mg
Vitamina E	200 mg	200 mg
Acido fólico	-	400 µg
Vitamina A	-	200 µg
Calcio-Vitamina D	640 mg-250 UI	1000 mg-800 UI

## Mediciones realizadas durante el seguimiento (0, 6, 12 y 18 meses)

- Ingesta de energía y nutrientes a través de entrevistas dietarias
- Antropometría (IMC)
- Estado de nutrición de hierro: Hemoglobina (Hb); Zn-protoporfirina (FEP); ferritina sérica (FS);
- Estado de nutrición de zinc: Zn plasmático, actividad de la fosfatasa alcalina (PIAP), tamaño del pool de Zn intercambiable rápido
- Absorción de hierro
- Absorción de zinc

# Método de medición de absorción de hierro

An Improved Method for the Simultaneous  
Determination of Iron-55 And Iron-59 In  
Blood by Liquid Scintillation Counting

J. D. EAKINS and D. A. BROWN

*International Journal of Applied Radiation and Isotopes*, 1966, Vol. 17, pp. 391-397.

- Día 1. Dosis oral de  $^{55}\text{Fe}$  en un alimento estándar (3 mg de Fe total)
- Día 2. Dosis oral de  $^{59}\text{Fe}$  como ascorbato ferroso (3mg de Fe en relación molar Fe:AA de 1:2)
- Día 14. Determinación de radiactividad circulante en contador de centelleo líquido

## Iron absorption and iron status are reduced after Roux-en-Y gastric bypass

Manuel Ruz, Fernando Carrasco, Pamela Rojas, Juana Codoceo, Jorge Inostroza, Annabella Rebolledo, Karen Basfi-fer, Attila Csendes, Karin Papapietro, Fernando Pizarro, Manuel Olivares, Lei Sian, Jamie L Westcott, K Michael Hambidge, and Nancy F Krebs

*Am J Clin Nutr* 2009;90:527–32.

Anthropometric characteristics and dietary intakes of obese women before and after Roux-en-Y gastric bypass<sup>1</sup>

	Month 0 (n = 67)	Month 6 (n = 58)	Month 12 (n = 56)	Month 18 (n = 51)	P <sup>2</sup>
Weight (kg)	115.1 ± 15.6 <sup>a</sup>	82.9 ± 11.7 <sup>b</sup>	75.5 ± 10.8 <sup>c</sup>	74.5 ± 11.5 <sup>c</sup>	<0.0001
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	45.2 ± 4.7 <sup>a</sup>	32.7 ± 4.0 <sup>b</sup>	29.8 ± 4.1 <sup>c</sup>	29.1 ± 4.2 <sup>c</sup>	<0.0001
Fat mass (%)	47.7 ± 4.6 <sup>a</sup>	40.4 ± 6.8 <sup>b</sup>	35.3 ± 7.4 <sup>c</sup>	34.1 ± 8.4 <sup>c</sup>	<0.0001
Fat mass (kg)	54.5 ± 10.5 <sup>a</sup>	33.9 ± 9.6 <sup>b</sup>	27.3 ± 8.8 <sup>c</sup>	26.0 ± 9.5 <sup>c</sup>	<0.0001
Energy intake (kcal/d)	1675 ± 639 <sup>a</sup>	888 ± 272 <sup>b</sup>	1031 ± 242 <sup>c</sup>	1178 ± 390 <sup>c</sup>	<0.0001
Protein intake (g/d)	69.1 ± 21.4 <sup>a</sup>	43.9 ± 16.2 <sup>b</sup>	51.6 ± 15.7 <sup>b,c</sup>	54.5 ± 18.9 <sup>c</sup>	<0.0001
Iron intake (mg/d) <sup>3</sup>	9.4 ± 4.8 <sup>a</sup>	5.8 ± 2.6 <sup>b</sup>	7.0 ± 2.5 <sup>b,c</sup>	8.3 ± 3.7 <sup>a,c</sup>	<0.0001

<sup>1</sup> All values are means ± SDs. Values in a row with different superscript letters are significantly different,  $P < 0.05$  (Bonferroni's correction for multiple comparisons).

<sup>2</sup> Repeated-measures ANOVA.

<sup>3</sup> Iron intake exclusively from the diet.



## Iron absorption and iron status are reduced after Roux-en-Y gastric bypass

Manuel Ruz, Fernando Carrasco, Pamela Rojas, Juana Codoceo, Jorge Inostroza, Annabella Rebolledo, Karen Basfi-fer, Attila Csendes, Karin Papapietro, Fernando Pizarro, Manuel Olivares, Lei Sian, Jamie L Westcott, K Michael Hambidge, and Nancy F Krebs

*Am J Clin Nutr* 2009;90:527–32.

Iron-status indexes in obese women before and after Roux-en-Y gastric bypass<sup>1</sup>

	Month 0 (n = 67)	Month 6 (n = 58)	Month 12 (n = 56)	Month 18 (n = 51)	P <sup>2</sup>
Hemoglobin (g/dL)	13.7 ± 0.9 <sup>a</sup>	13.0 ± 1.1 <sup>b</sup>	12.4 ± 1.0 <sup>c</sup>	12.0 ± 0.9 <sup>d</sup>	<0.0001
Mean cell volume (fL)	86.2 ± 4.9	86.0 ± 4.8	86.1 ± 4.1	85.4 ± 5.4	NS
Zinc protoporphyrin (μg/dL RBCs)	61.1 ± 19.6 <sup>a</sup>	65.1 ± 24.5 <sup>a,b</sup>	68.3 ± 20.4 <sup>a,b</sup>	70.6 ± 23.4 <sup>b</sup>	<0.010
Transferrin saturation (%)	23.1 ± 7.8	25.4 ± 10.0	23.9 ± 10.6	24.0 ± 13.0	NS
Serum ferritin (μg/L) <sup>3</sup>	37.5 <sup>a</sup> (18.8–74.9)	28.7 <sup>a</sup> (13.9–59.1)	19.4 <sup>b</sup> (7.7–48.5)	13.4 <sup>c</sup> (4.7–37.9)	<0.0001

<sup>1</sup> All values are means ± SDs, except where otherwise indicated. RBCs, red blood cells. Values in a row with different superscript letters are significantly different,  $P < 0.05$  (Bonferroni's correction for multiple comparisons).

<sup>2</sup> Repeated-measures ANOVA.

<sup>3</sup> Values are geometric mean ± 1 SD; range in parentheses.





## Iron absorption and iron status are reduced after Roux-en-Y gastric bypass

Manuel Ruz, Fernando Carrasco, Pamela Rojas, Juana Codoceo, Jorge Inostroza, Annabella Rebolledo, Karen Basfi-fer, Attila Csendes, Karin Papapietro, Fernando Pizarro, Manuel Olivares, Lei Sian, Jamie L Westcott, K Michael Hambidge, and Nancy F Krebs

*Am J Clin Nutr* 2009;90:527–32.

Subjects with abnormal iron-status indexes before and after Roux-en-Y gastric bypass<sup>1</sup>

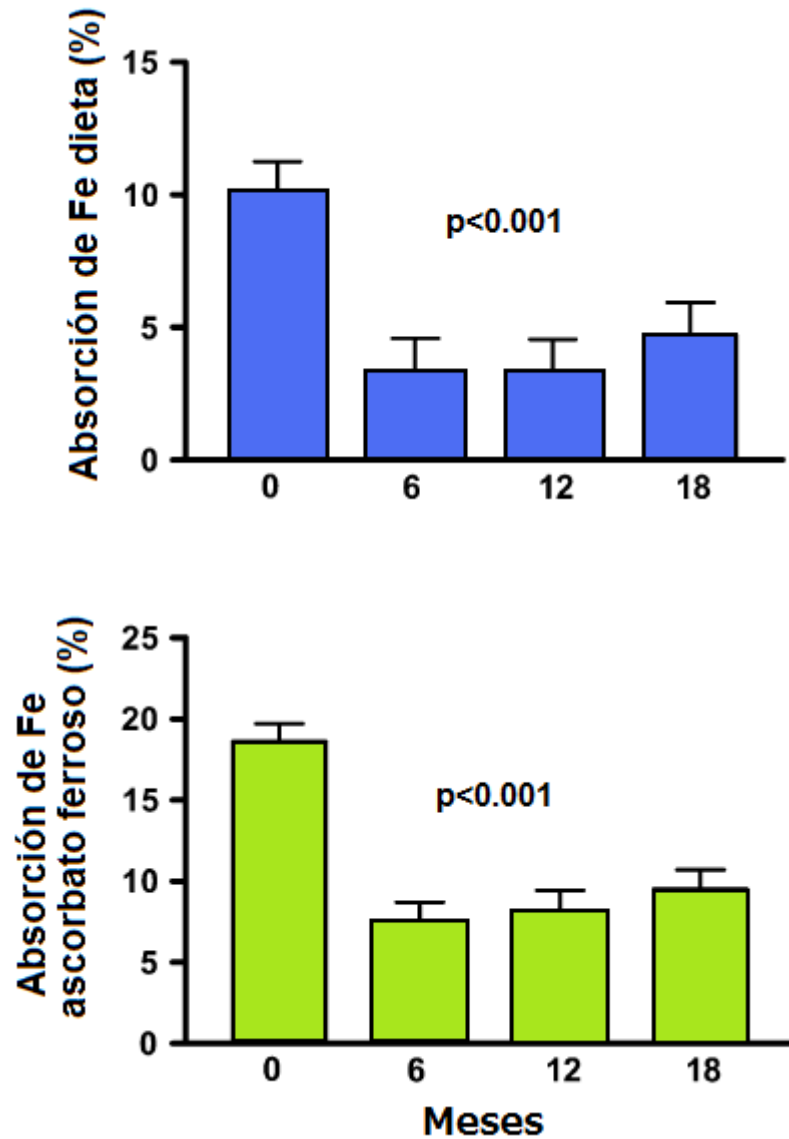
	Month 0 (n = 67)	Month 6 (n = 58)	Month 12 (n = 56)	Month 18 (n = 51)
Hemoglobin <12.0 g/dL [n (%)]	1 (1.5)	6 (9.0)	13 <sup>2</sup> (19.4)	26 <sup>2</sup> (38.8)
Mean cell volume <80 fL [n (%)]	3 (4.5)	2 (3.0)	3 (4.5)	8 (11.9)
Zinc protoporphyrin >70 µg/dL RBCs [n (%)]	18 (26.9)	21 (31.3)	20 (29.9)	23 (34.3)
Transferrin saturation <15% [n (%)]	6 (9.0)	7 (10.4)	12 (17.9)	16 <sup>2</sup> (23.9)
Serum ferritin <12 µg/L [n (%)]	5 (7.5)	6 (9.0)	23 <sup>2</sup> (34.3)	25 <sup>2</sup> (37.3)
Iron-deficiency anemia [n (%)] <sup>3</sup>	1 (1.5)	2 (3.0)	5 (8.9)	16 <sup>2</sup> (23.9)

<sup>1</sup> RBCs, red blood cells.

<sup>2</sup> Significantly different from month 0,  $P < 0.05$  (McNemar's test).

<sup>3</sup> Defined as hemoglobin <12.0 g/dL plus  $\geq 2$  indexes with abnormal values.

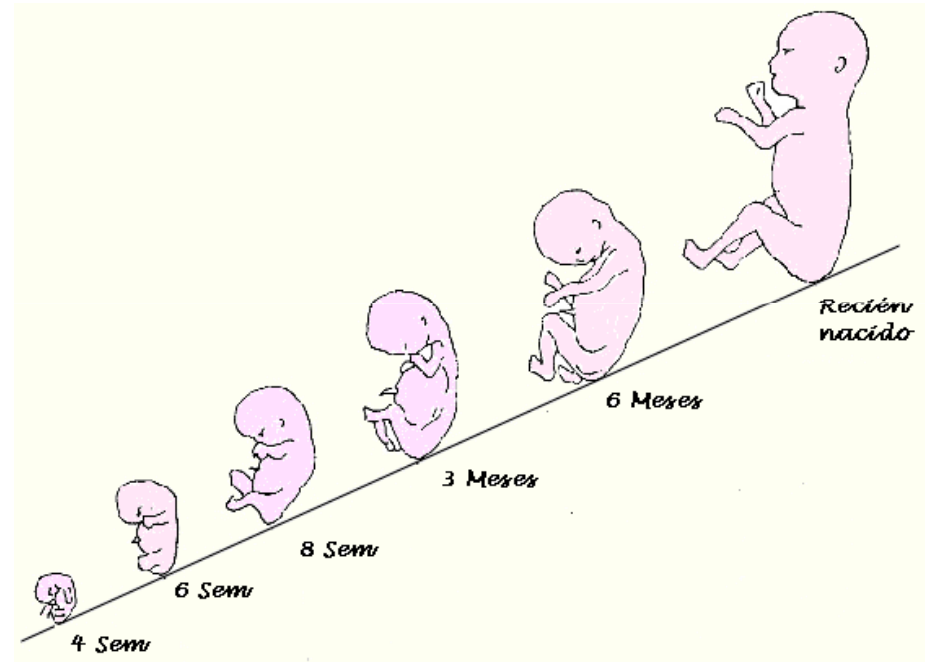
## Efecto de cirugía bariátrica sobre absorción de hierro



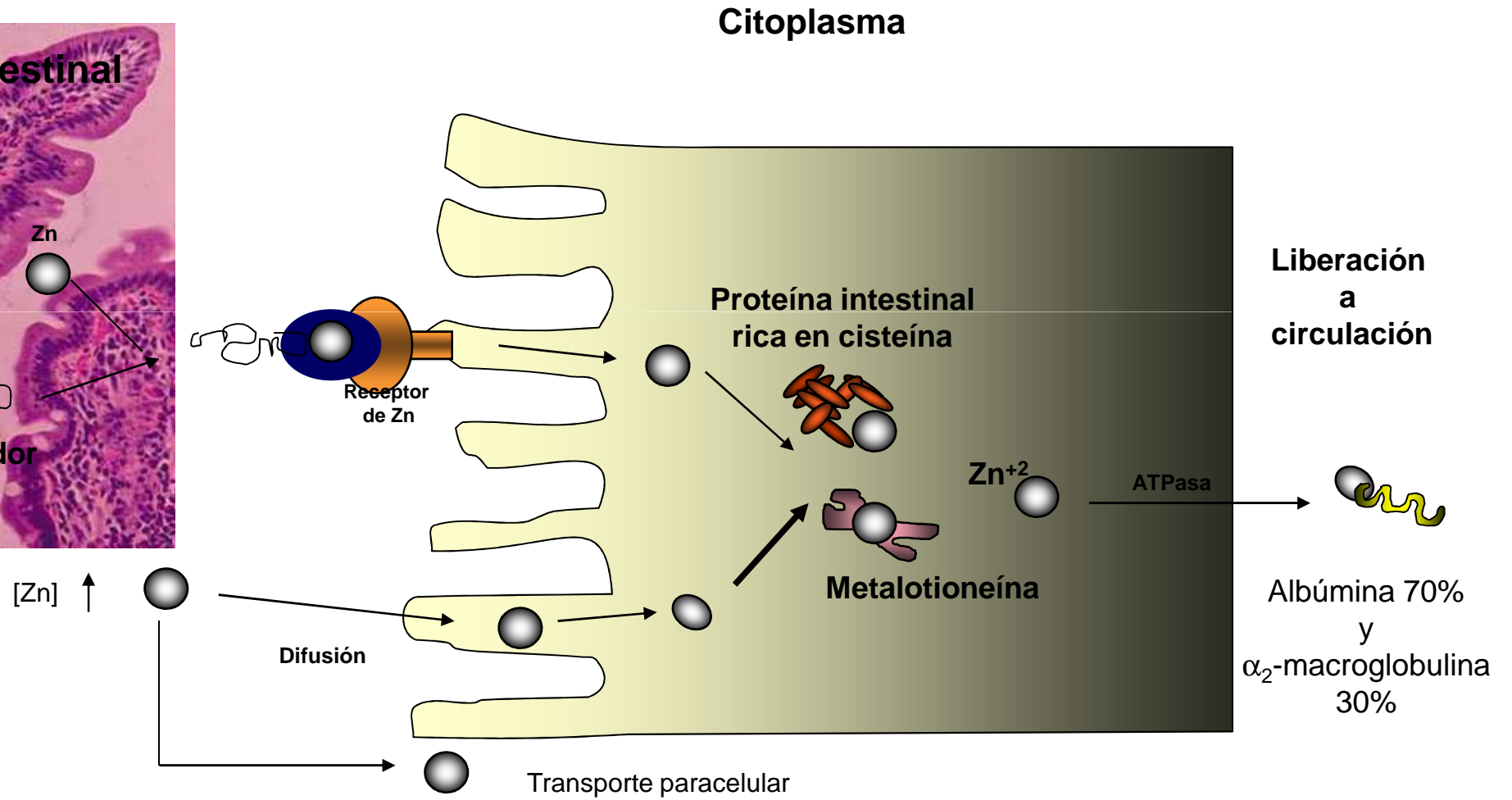
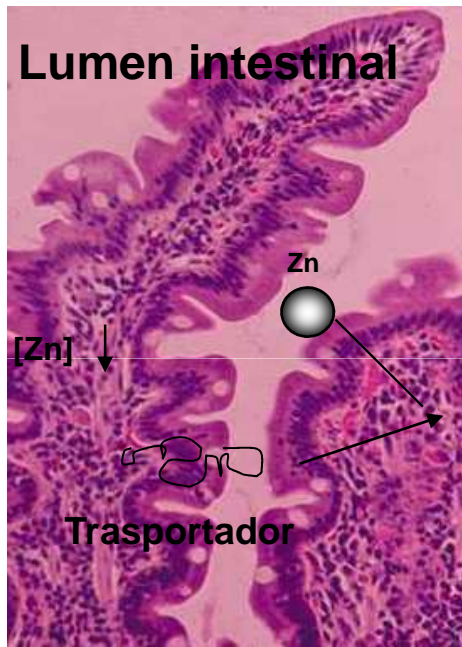
**FIGURE 1.** Geometric mean ( $\pm 1$  SE) iron absorption from a standard test meal (A) and from a standard dose of ferrous ascorbate (B) before ( $n = 36$ ) and 6 ( $n = 27$ ), 12 ( $n = 25$ ), and 18 ( $n = 22$ ) mo after Roux-en Y gastric bypass. The data were analyzed by repeated-measures ANOVA ( $P < 0.0001$ ). After Bonferroni correction for multiple comparisons, the value at 0 mo was significantly different from the values at 6, 12, and 18 mo (A and B). No significant differences were observed between 6, 12, and 18 mo (A and B).

# Función del zinc en el hombre

- Estabilización de macromoléculas
- Regulación de la transcripción de DNA
- División celular
- Respuesta inmune
- Sistemas antioxidantes
- Co-factor enzimático
- Espermatogénesis y esteroidogenesis
- Metabolismo de vitamina A
- Depósito y liberación de insulina
- Metabolismo energético
- Síntesis de proteínas



# Absorción del zinc a nivel intestinal





# Método de medición de absorción de zinc

The analysis of stable isotopes in urine to determine the fractional absorption of zinc

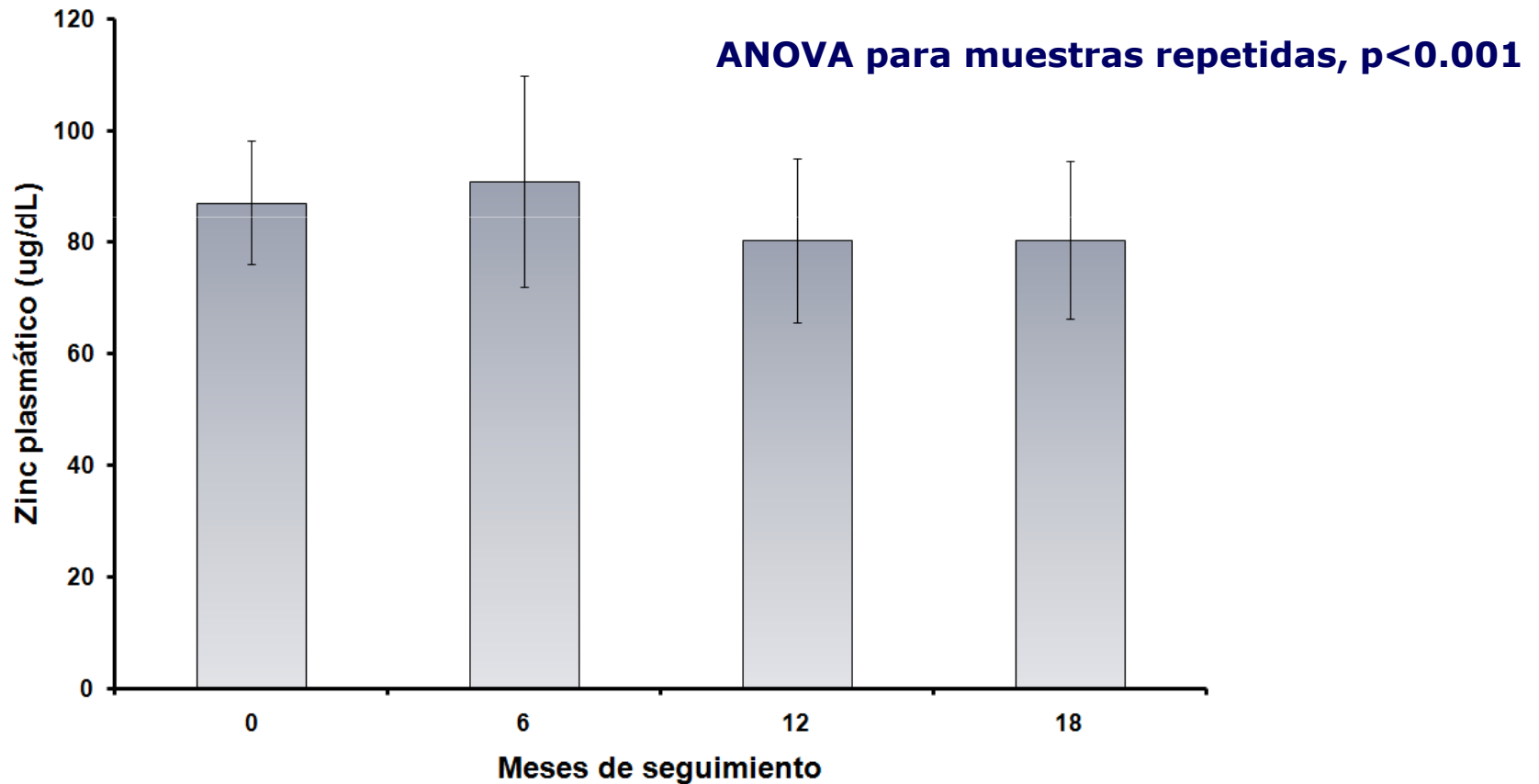
*James K Friel, Vernon L Naake, Jr, Leland V Miller, Paul V Fennessey, and K Michael Hambidge  
Am J Clin Nutr 1992;55:473-7.*

- Día 1. Dosis intravenosa de  $^{70}\text{Zn}$  (0,5 mg)  
Dosis oral de  $^{68}\text{Zn}$  en agua (1,5-2,0 mg)
- Día 2. Dosis oral de  $^{67}\text{Zn}$  en un alimento estándar (0,5 mg)
- Colección de orina desde el día 4 al 9 después de la administración de isótopo estable
- Enriquecimiento de la orina en % de  $^{67}\text{Zn}$ ,  $^{68}\text{Zn}$  y  $^{70}\text{Zn}$  por ICP-MS

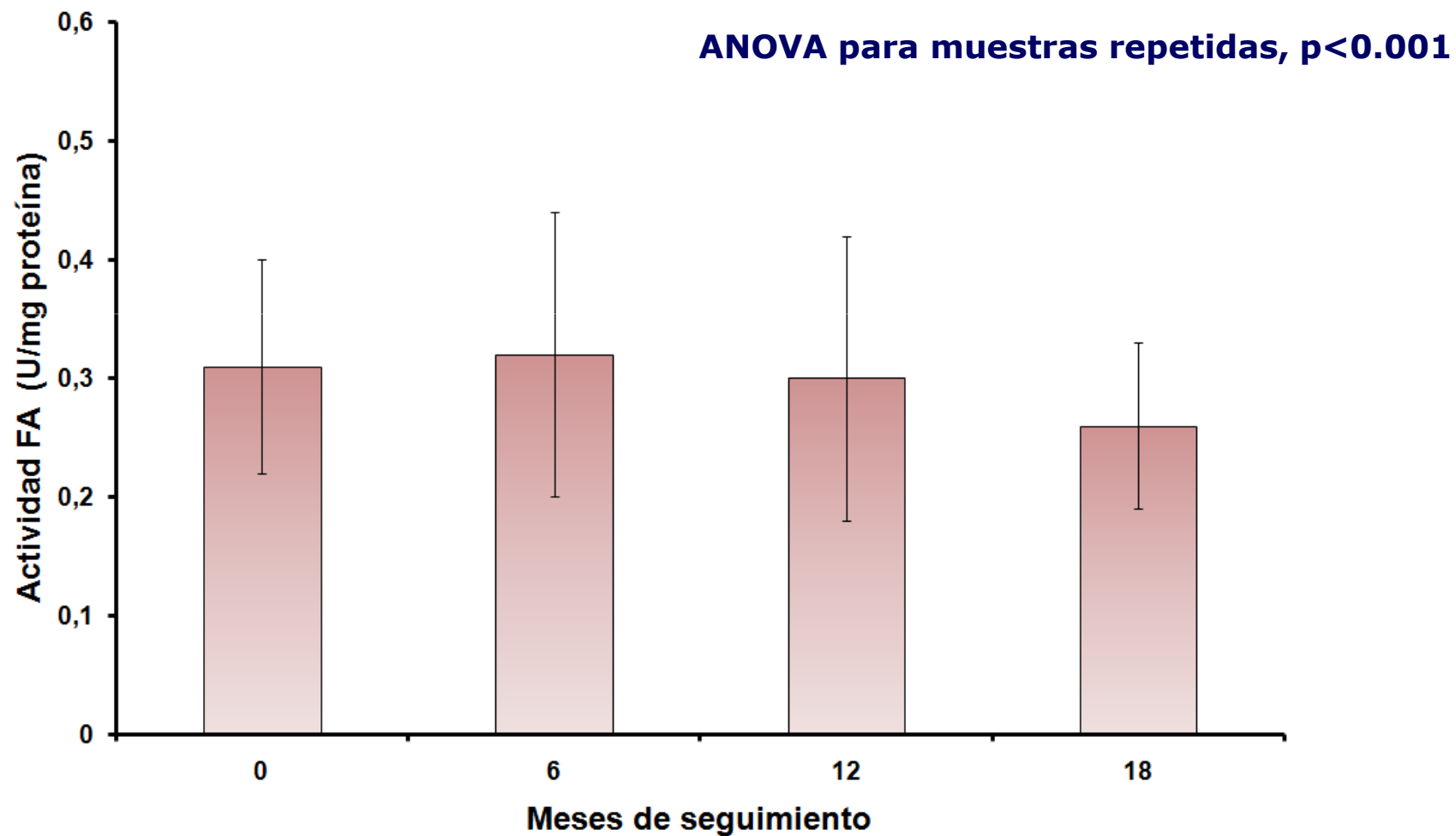
# Zinc absorption and zinc status are reduced after Roux-en-Y gastric bypass

*Manuel Ruz, Fernando Carrasco, Pamela Rojas, Juana Codoceo, Jorge Inostroza, Annabella Rebolledo, Karen Basfi-fer, Attila Csendes, Karin Papapietro, Fernando Pizarro, Manuel Olivares, Lei Sian, Jamie L Westcott, Leland V Miller, K Michael Hambidge, Nancy F Krebs. Am J Clin Nutr (aceptado para publicar)*

## Niveles de zinc plasmático

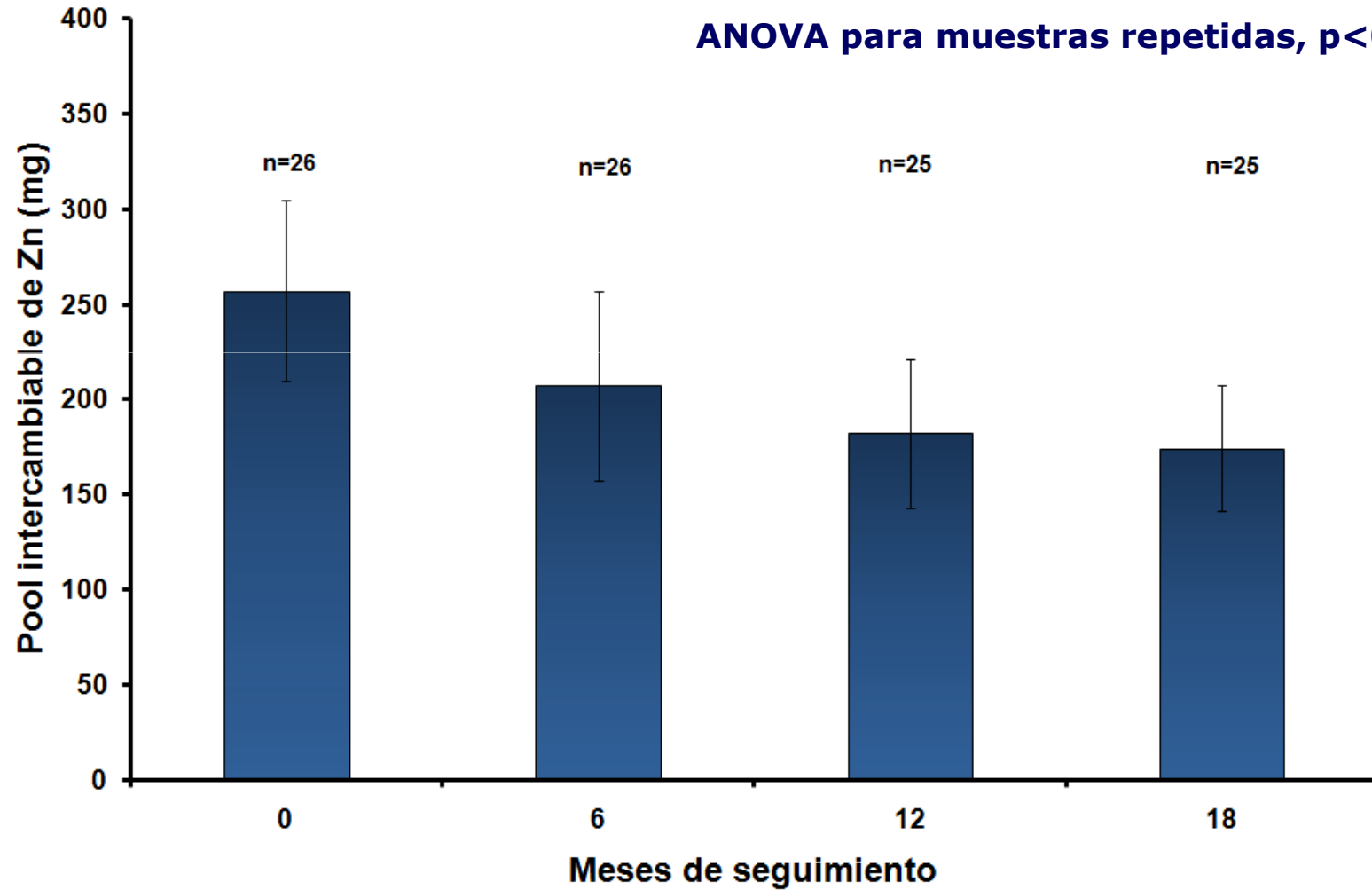


# Actividad de la fosfatasa alcalina (FA) en la membrana del eritrocito



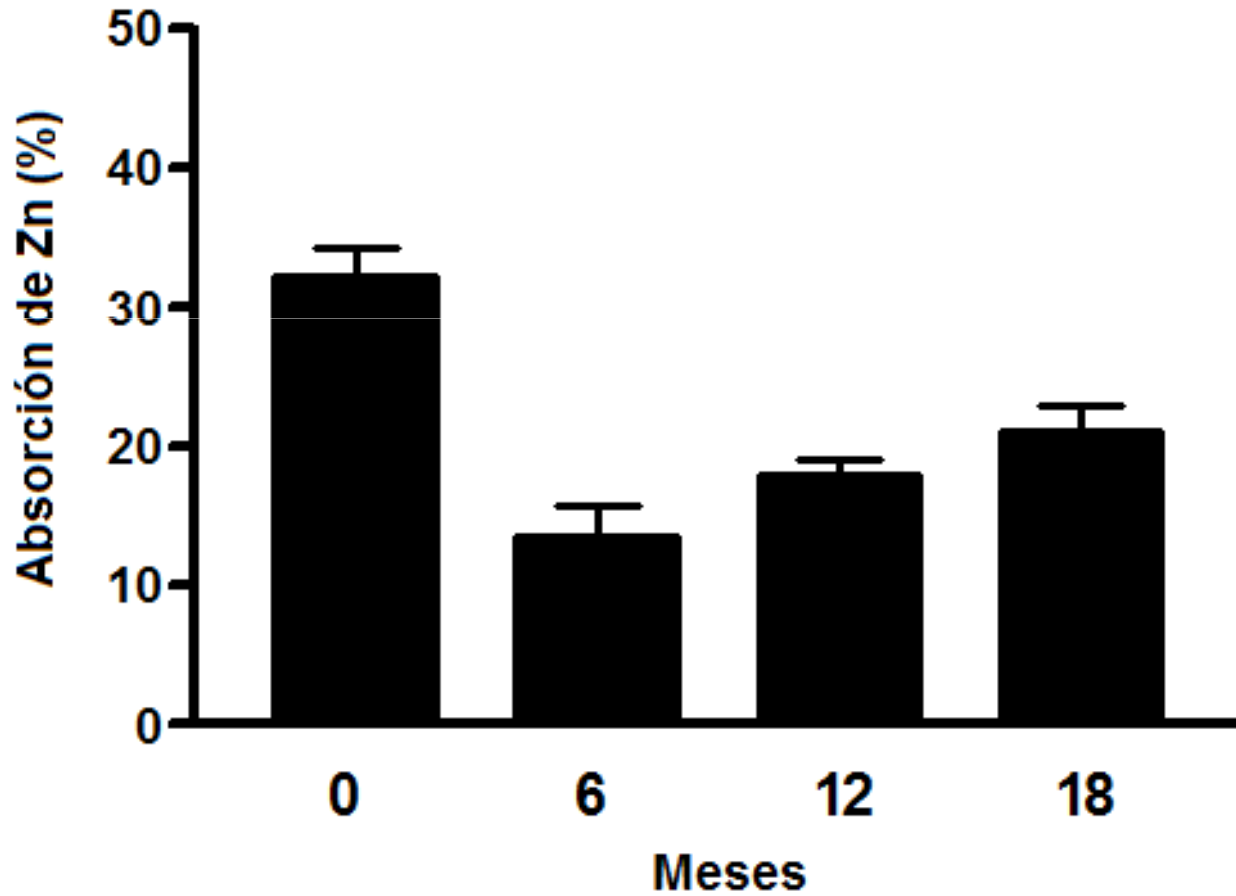
# Tamaño del pool de zinc intercambiable (mg)

ANOVA para muestras repetidas,  $p < 0.001$



# Efecto de cirugía bariátrica sobre absorción de zinc

ANOVA para muestras repetidas,  $p < 0.001$



## Conclusiones

La cirugía bariátrica por bypass gástrico provoca una disminución significativa de la absorción de calcio, hierro y zinc.

Esta condición tiene como consecuencia un aumento del riesgo de hacer deficiencias de estos minerales

Se recomienda monitorear periódicamente los biomarcadores de estos micronutrientes para evitar la anemia, la osteoporosis y aumento de riesgo de infecciones



Disney • PIXAR  
**WALL•E**



© Disney



Gracias

