



UNIVERSITAT DE  
BARCELONA



UNIVERSITAT  
ROVIRA I VIRGILI

# **Comparativa de suplementos proteicos y sus efectos en la obesidad sarcopénica tras cirugía bariátrica**

Trabajo final de máster de Nutrición y Metabolismo

Especialidad en Investigación

Autora: Graciela Gastelum Varela, MD

Tutora: Andreea Ciudin Mihai, MD, PhD

Unidad de Abordaje Integral de Obesidad. Hospital

Universitari Vall d'Hebron

Curso 2022-2023

## **Abstract**

**Introducción.** Aunque las intervenciones en el estilo de vida son la base del manejo de la obesidad, hasta la fecha, la cirugía bariátrica (CB) es el tratamiento terapéutico más efectivo para la reducción de peso y la disminución de comorbilidades en pacientes con obesidad severa. Sin embargo, existe ambigüedad respecto al manejo postoperatorio del paciente que se somete a CB en cuanto a la ingesta proteica adecuada y, se habla poco de la dosis y tipo de proteína para garantizar una óptima recuperación. **Material y Métodos:** Estudio prospectivo, de intervención, incluyendo a 60 pacientes, quienes fueron divididos en 3 grupos equiparados por edad, género e IMC previo a la CB. Un grupo recibió suplementación proteica a base de proteínas complejas, otro grupo con  $\beta$ -hidroxi  $\beta$ -metilbutirato (HMB) y otro grupo con proteína a base de péptidos. Todos los pacientes fueron evaluados pre CB y al mes post CB incluyendo: historia clínica, evaluación física y antropométrica, bioimpedancia y análisis bioquímicos. Se seleccionaron sólo pacientes sometidos a *bypass* gástrico en Y de Roux (BGYR). En las primeras 24 horas post intervención, se otorgaron suplementos nutricionales previamente mencionados por valor de 80-90 g de proteína al día o 1,5-2 g/kg de peso ideal al día. **Resultados:** 63% fueron mujeres, la edad promedio fue de  $43,13 \pm 9,4$  años y el IMC de  $43,57 \pm 4,1$  kg/m<sup>2</sup>. Los pacientes que consumieron la proteína peptídica tuvieron una mayor pérdida de peso, aunque el porcentaje de pérdida de masa magra con relación al peso total perdido fue significativamente menor. **Conclusión:** Comparando el grupo que ingirió, durante un mes de duración, proteínas complejas y el grupo que ingirió la fórmula enriquecida con HMB, la suplementación con proteína peptídica evitó la pérdida de casi el 50% de la masa magra con relación a la pérdida total de peso.

## Introducción

La obesidad es una enfermedad crónica, multifactorial y recurrente (1,2). Su prevalencia continúa aumentando a nivel mundial, colocándose como uno de los factores de riesgo más implicados en las principales causas de mortalidad de distintos países (3).

Una de las características de la obesidad es estar en esta constante paradoja entre lo patológico y lo fisiológico. a) Lo patológico, siendo ese proceso inflamatorio secundario a una adiposidad excesiva que desencadena una respuesta inmunitaria y su consiguiente inflamación crónica de bajo grado, que hace que los pacientes con obesidad se hagan susceptibles a desarrollar múltiples enfermedades y, resultando, en general, en una reducción en la calidad de vida (4). Y b) lo fisiológico, siendo esa constante lucha que tiene el cuerpo humano de tratar de conservar su peso y de preservar energía, como parte de la homeostasia (1). Dicho esto, para lograr una remisión del proceso patológico y disminuir las comorbilidades en los pacientes con obesidad, es necesario reducir el exceso del tejido adiposo anormal que conduce a la enfermedad a través de una pérdida de peso sostenida, logrando un balance energético negativo ( $\approx$  300-500 kcal diarias) (5,6).

Como se describe en la **Tabla 1**, a la fecha, los tres principales tratamientos para la obesidad que existen son: a) cambios en el estilo de vida por medio de intervención nutricional y ejercicio físico, b) terapia farmacológica y c) tratamiento quirúrgico (5). A pesar de que contamos con una amplia gama de terapias, existe una gran heterogeneidad en cuanto a la respuesta y eficacia de cada una (1). Así que, pese a que cada línea de tratamiento tiene un porcentaje de pérdida de peso promedio esperado, debemos recalcar que, en el tratamiento de la obesidad, no hay una solución única para todos. Las características específicas de las diferentes líneas de tratamiento actuales para la obesidad en la población adulta se describen detalladamente en la **Tabla 1**.

Uno de los principales retos en el tratamiento de la obesidad es la reducción o eliminación de sus comorbilidades y esto se consigue no solo con la pérdida de peso aislada, sino logrando una pérdida de peso mantenida, evitando la reganancia ponderal (2,7).

Aunque las intervenciones en el estilo de vida (nutricional y de ejercicio físico), son la base del manejo de la obesidad, hasta la fecha, la cirugía bariátrica (CB) es reconocida como el tratamiento terapéutico más efectivo para la reducción de peso y la disminución de comorbilidades en pacientes con obesidad severa. La gastrectomía vertical (GV) y el *bypass* gástrico en Y-de-Roux (BGYR) son los procedimientos más realizados y conocidos (2,8). Sin embargo, la CB, es a su vez el tipo de procedimiento más invasivo y, como todo procedimiento invasivo, cuenta con complicaciones propias (7). En la CB, la pérdida de peso en los primeros meses es rápida y puede estar asociada a una pérdida significativa y no intencionada de masa magra y tejido muscular, provocando la conocida obesidad sarcopénica (OBS). La OBS es de especial interés ya que está relacionada con resultados no favorables después de la CB (9). La pérdida de masa magra y tejido muscular se puede deber a cambios particulares en la anatomía y función del tracto gastrointestinal de los pacientes, así como a reducciones en el volumen de las comidas y/o menor tolerancia al alimento en sí (10).

Se define como obesidad sarcopénica a la condición clínica y funcional distinguida por la coexistencia de obesidad, caracterizada por exceso de masa grasa, y sarcopenia. La sarcopenia, que se define como una disminución en la masa del músculo esquelético y su función, ha sido identificada y descrita como un síndrome geriátrico con etiología multifactorial cuya prevalencia aumenta con la edad. No obstante, puede surgir en individuos con obesidad a cualquier edad (11). En pacientes post CB, la pérdida de masa magra puede ocurrir desde el primer mes del estado postoperatorio hasta después de 24 meses, independientemente de la técnica quirúrgica utilizada (GV o BGYR) (12).

**Tabla 1.** Opciones de tratamiento actuales para las personas con obesidad (2,7,13,14)

	<b>Cambios en el estilo de vida</b>	<b>Tratamiento médico</b>	<b>Tratamiento quirúrgico</b>
Tipo de intervención	No invasivo	Semi-invasivo	Invasivo
Características	Involucra cambios en el estilo de vida y comportamiento, hábitos alimenticios, ingesta energética, actividad física, aspectos psicológicos (trastornos de conducta alimentaria, estrés, depresión, dismorfia corporal, etc.) y calidad de vida.	El propósito de la farmacoterapia es aumentar la adherencia de los pacientes a los cambios en el estilo de vida, y superar las adaptaciones biológicas que pasan con la pérdida de peso.	Existen 2 mecanismos principales: restricción o malabsorción de la comida ingerida. Hay 3-4 tipos de procedimientos diferentes. Para evitar la reganancia ponderal, se necesita incorporar modificaciones en el estilo de vida y/o farmacoterapia.
Ventajas	A diferencia de los otros tratamientos, su buen manejo permite una pérdida de peso basada en hábitos que, a largo plazo, tiene un mejor pronóstico respecto a la reganancia ponderal.	Reducen el hambre, promueven la saciedad, reducen la sensación de recompensa al comer ciertos alimentos, o una combinación de las tres. Existen nuevos medicamentos en desarrollo.	Pérdida de peso rápida y significativa. La pérdida de peso tan significativa también tiene beneficios reduciendo las comorbilidades propias de la obesidad, como hipertensión, dislipidemia y SAOS.
Desventajas	Suele haber pobre adherencia por parte de los pacientes, especialmente porque la nutrición es el factor principal y está asociado fuertemente a las interacciones sociales de los pacientes.	Opciones de medicamento limitadas, carga económica significativa, falta de evidencia a largo plazo, taquifilaxia de ciertos medicamentos. Efectos adversos que llevan a los pacientes a suspender el medicamento.	Complicaciones (10-30% de los casos) **. Reintervención quirúrgica de revisión. Cirugía plástica posterior por exceso de piel. Los déficits nutricionales son un problema clínico a largo plazo.
Pérdida de peso promedio esperada	7 – 10%	5 – 22%*	23 – 30%

SAOS: Síndrome de apnea obstructiva del sueño.

\*La mayoría de los medicamentos otorgan una pérdida de peso de 5-9%. Más información en el apartado de Discusión. \*\*Existe preocupación particular, en la gastrectomía por manga laparoscópica, el debut o empeoramiento de reflujo gastroesofágico ya existente, incluyendo la aparición de esófago de Barret.

Instituciones como la EFSA y la Academia Nacional de Medicina de los EE. UU., de acuerdo con los estudios de balance nitrogenado, toman como referencia una ingesta recomendada diaria de proteína de 0,8 g/kg de peso para todos los grupos de edad, incluyendo adultos mayores (15,16). Sin embargo, también existe evidencia indicando que el aumento de la ingesta a 1,1 g de proteína/kg de peso o más tiene beneficios adicionales para la salud en relación con el mantenimiento de masa muscular y reduciendo la tasa del desarrollo de sarcopenia (15). Por otra parte, el consumo de proteína de 2 g/kg de peso a largo plazo es seguro en adultos sanos. No obstante, la ingesta de altas dosis de proteína (>2 g/kg de peso al día) de manera crónica puede resultar en alteraciones digestivas, renales y vasculares y debería de evitarse, enfatizando que la evidencia proviene de adultos sanos (16). Respecto a la ingesta recomendada diaria de proteína en pacientes post CB, como se describe en la **Tabla 2**, existen diversas recomendaciones basadas en publicaciones científicas para prevenir la pérdida de masa magra posterior a la cirugía. Sin embargo, actualmente no existe un consenso sobre la ingesta recomendada de proteína para dicha población.

**Tabla 2.** Recomendaciones proteicas post CB (9,17–20)

	¿Cuánta proteína?	¿Cuánto tiempo?
Bettini et al	60 g/día o 1,5 g/kg del peso ideal <sup>b</sup>	Los primeros meses después de la cirugía
Oppert et al <sup>a</sup>	No menos de 60 g + 48 g/día de suplemento con proteína de suero <sup>c</sup>	6 meses
Wiese et al	60 g/día o > 1,5 g/kg del peso 'normal'	No especificado
Smelt et al <sup>a</sup>	No menos de 60 g o 1,0 g/kg del peso ideal	6 meses
Guía de Cirugía Bariátrica de la Academia de Nutrición y Dietética	Fluidos con 25 - 30 g de proteína por porción <sup>d</sup>	0 - 3 meses post CB
	Mínimo 60 g/día o hasta 1,5g/kg del peso ideal	3 meses -1 año post CB

CB Cirugía bariátrica.

<sup>a</sup> Incluían en el cuidado post operatorio estándar fomentar ejercicio físico. <sup>b</sup> Recomiendan el uso de suplementos proteicos (30 g/dl) para facilitar la ingesta adecuada. <sup>c</sup> Este grupo comparó dos intervenciones, ambas tenían la suplementación proteica pero solo una tenía añadido un entrenamiento de fuerza supervisado. <sup>d</sup> El rango de ingesta de líquidos varía de paciente a paciente, desde 1 porción de 236 ml hasta 3 o 4 al día.

En cuanto a los tipos de suplementos proteicos, existen los siguientes: a) proteínas complejas, b) basadas en caseinato, c) basadas en proteína de suero,

d) fórmulas a base de péptidos, e) aminoácidos esenciales y f) precursores de leucina como  $\beta$ -hidroximetil  $\beta$ -butirato (HMB), entre otros (21).

Como se muestra en la **Tabla 2**, existe cierta ambigüedad respecto al manejo postoperatorio del paciente que se somete a cirugía bariátrica en cuanto a la ingesta proteica adecuada y, a pesar de que existe evidencia que la fuerza de agarre está influenciada significativamente por la ingesta de proteína, y que parece que esta ingesta juega un rol esencial en mantener la fuerza muscular, se habla poco de la dosis y el tipo de proteína necesario para una garantizar óptima recuperación (18).

Es por esto que, el objetivo principal de este estudio es evaluar el impacto de los diferentes tipos de suplementación proteica en la masa magra de los pacientes con obesidad sometidos a CB, teniendo como objetivo secundario evaluar el impacto que tuvieron los distintos suplementos proteicos en la masa magra de los pacientes tanto al mes como al año post cirugía bariátrica. La hipótesis que nos planteamos es que los pacientes que se hayan adherido al producto peptídico y que hayan seguido las recomendaciones post operatorias tienen una menor pérdida de masa muscular, en comparación con los pacientes con los otros suplementos proteicos.

## **Material y métodos**

Estudio prospectivo, de intervención, incluyendo a 60 pacientes, divididos en 3 grupos equiparados por edad, género e IMC previo a la CB. El estudio fue aprobado por el comité de ética PR(AG)690/2020, y se llevó a cabo acorde a la declaración de Helsinki. Todos los pacientes firmaron el consentimiento informado antes de comenzar con el estudio. Para evitar una mayor heterogeneidad, se seleccionaron sólo pacientes sometidos a BGYR.

*Criterios de inclusión.* a) Edad entre 18 y 60 años, b) cumplir con los criterios de cirugía bariátrica de acuerdo con el protocolo (IMC > 40 kg/m<sup>2</sup> independientemente de las comorbilidades, o IMC > 35 kg/m<sup>2</sup> con al menos una comorbilidad relacionada con obesidad (ej. diabetes tipo 2, hipertensión arterial, etc.), c) haber completado el protocolo preoperatorio para CB en el centro, y d) firma del consentimiento informado.

*Criterios de exclusión.* a) Pacientes que no pueden realizar el seguimiento post CB en el centro, b) imposibilidad de hacer análisis de bioimpedancia (ej. amputación de extremidades superiores o inferiores, disposición del paciente, incapaz de ayunar por más de 8 horas), c) presencia de otras patologías que le afecten la masa muscular (ej. inmovilización, miopatías, endocrinopatías como enfermedad de Cushing), d) enfermedad concomitante severa (cardiovascular, cerebrovascular, pulmonar, renal o neoplásica), e) uso de medicamentos que puedan afectar la masa muscular (corticosteroides), f) toxicomanías, g) patología psiquiátrica no controlada y h) diabetes tipo 1 o 2.

*Mediciones al inicio del estudio, al mes y al año post CB.* a) Historia clínica completa, b) evaluación física y antropométrica, c) análisis de bioimpedancia (BIA) y d) análisis bioquímicos que incluyan parámetros sensibles al metabolismo de la proteína, como la transtiretina (TTR) (22).

- IMC. Fue calculado usando la fórmula:
  - o  $\text{Peso (kg)} / \text{altura}^2 \text{ (m}^2\text{)}$
- Pérdida de peso total (TWL, por sus siglas en inglés %). Se calculó usando la fórmula:
  - o  $(\text{Peso inicial (kg)} - \text{peso final (kg)}) / (\text{peso inicial (kg)} \times 100)$
- Masa magra a pérdida de peso total (*FFM to TWL*, por sus siglas en inglés). Fue calculado usando la fórmula:
  - o  $(\text{Masa libre de grasa inicial (kg)} - \text{Masa libre de grasa final (kg)}) / (\text{peso inicial (kg)} - \text{peso final (kg)}) \times 100$

*Suplementos proteicos.* En las 24 horas post intervención se otorgaron los tres diferentes suplementos nutricionales a los grupos de pacientes, por valor de 80-90 g de proteína al día o 1,5-2 g/kg de peso ideal al día. Si se contaba con una buena tolerancia, los siguientes 15 días progresaba a un consumo de alimentos triturados. A partir del mes post cirugía, además de la comida fácilmente masticable y digerible, se suplementó con productos proteicos para cumplir los requerimientos.

Las diferentes características de los productos nutricionales que se utilizaron en el primer estudio se describen en la **Tabla 3**.

*Adherencia: dieta.* El seguimiento de la suplementación se evaluó usando un cuestionario específico diseñado para este estudio. Y, para una mejor adherencia, parte de una recuperación óptima depende de prescribir ejercicio físico de acuerdo con las recomendaciones actuales (23).

**Tabla 3.** Características nutricionales de los productos proteicos

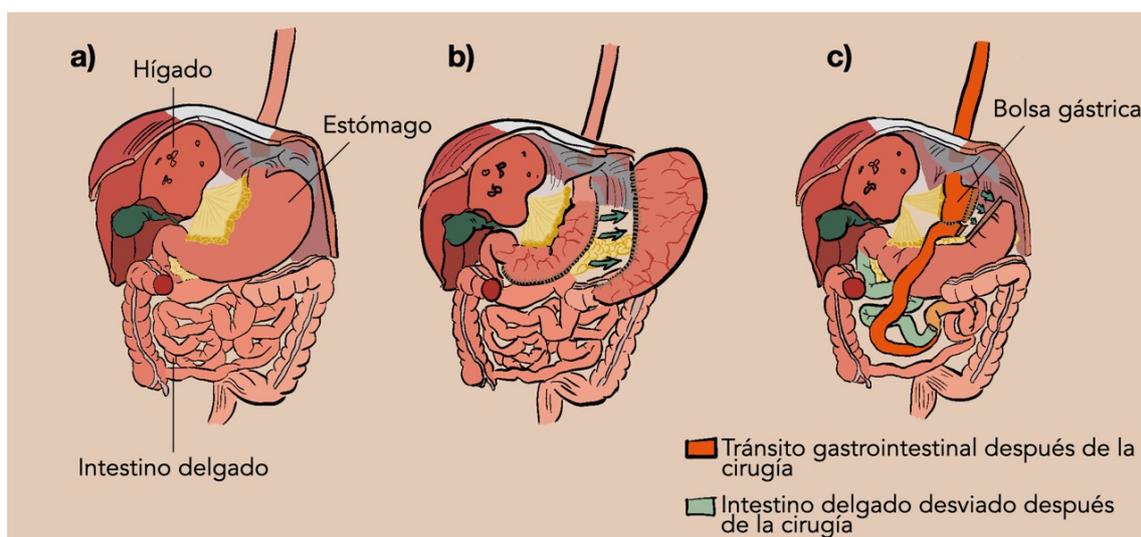
Nutrientes	Producto control (50 g con 200 ml de agua)	Producto con HMB (200 ml)	Producto a base de péptidos (200 ml)
Energía (kcal)	210	330	300
Proteína (g)	15	20	13,5
Carbohidratos (g)	27,4	37	36,8
Grasa (g)	4,5	11	11
HMB (g)	-	1,5	-
Carnitina (mg)	15	40	30
Colina (mg)	-	154	136
Taurina (mg)	15	-	30
Arginina (g)	15	-	-
Fibra (g)	-	-	-
Sodio (mg)	200	338	338
Potasio (mg)	620	594	400
Cloro (mg)	320	139	300
Calcio (mg)	333	499	200
Fósforo (mg)	168	260	200
Magnesio (mg)	52,5	55	60
Hierro (mg)	4,2	4,6	4
Manganeso (mg)	0,67	0,99	1
Cobre (mcg)	450	539	480
Zinc (mg)	3,2	3,9	3,6
Yodo (mcg)	70	48	30
Selenio (mcg)	18,5	20	19
Cromo (mcg)	27,5	19	16
Molibdeno (mcg)	28	33	36
Flúor (mg)	0,3	-	-
Vitamina A (mcg)	305	264	300
Vitamina D (mcg)	1,8	13	2
Vitamina E (mg)	5	5,5	3,8
Vitamina C (mg)	27	35	36
Vitamina K (mcg)	25	33	14
Ácido fólico (mcg)	105	77	60
Vitamina B1 (mg)	0,5	0,57	0,42
Vitamina B2 (mg)	0,6	0,70	0,60
Vitamina B6 (mg)	0,6	0,66	0,60
Vitamina B12 (mcg)	0,5	1,4	1
Niacina (mg)	5,5	6,6	6
Ácido pantoténico (mg)	2,3	2,4	2
Biotina (mcg)	15,8	1,3	11
Lactosa (g)	5	-	-
Fructosa (g)	4,1	-	-

La distribución de colores se discute en la parte de **Discusión**. HMB:  $\beta$ -hidroxi  $\beta$ -metilbutirato; kcal: kilocalorías; g: gramos; mg: miligramos; mcg: microgramos; ml: mililitros.

*Técnica quirúrgica.* La cirugía que se realizó a los pacientes fue un *bypass* gástrico en Y-de-Roux (BGYR), llevado a cabo por tres cirujanos del centro donde se llevó a cabo todo el manejo del estudio con las siguientes

características: a) bucle alimentario de 150 a 180 cm, b) bucle biliopancreático 120 cm, c) bolsa gástrica 30 cm<sup>3</sup>.

En la **Figura 1** se pueden valorar las diferencias anatómicas entre la gastrectomía vertical y el BGYR, en comparación con la anatomía humana normal y, en la **Tabla 4**, se pueden distinguir las características específicas de cada procedimiento.



**Figura 1. Diferencias anatómicas entre la gastrectomía vertical y el bypass Y-de-Roux.**  
a) Anatomía normal. b) Gastrectomía vertical. c) Bypass gástrico en Y-de-Roux.  
Imagen adaptada de International Federation for the Surgery of Obesity and Metabolic Disorders(2), hecha por Graciela Gastelum Varela, MD

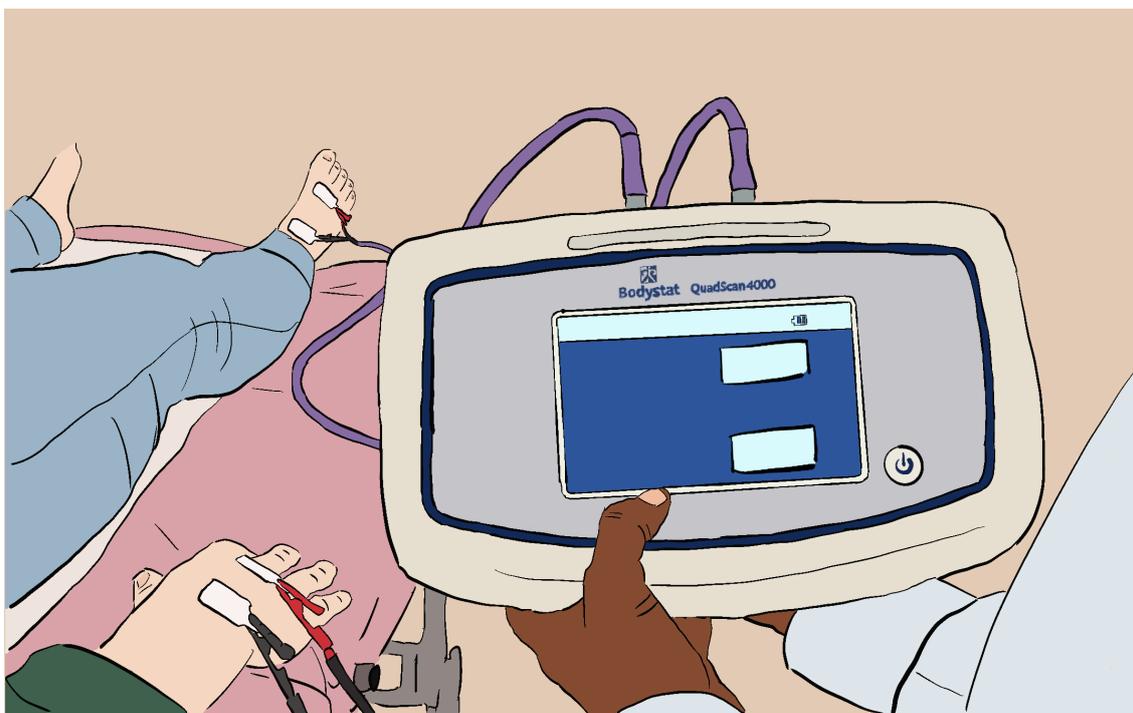
**Tabla 4.** Propiedades específicas de los tipos de cirugía bariátrica más realizados (2,7,14,24)

Características	Tipo de cirugía bariátrica	
	Gastrectomía vertical	BGYR
Tipo de técnica	Restrictiva	Restrictiva y malabsortiva
¿En qué consiste?	Consiste en la extirpación quirúrgica del 80% del estómago a lo largo de la curvatura mayor, incluyendo fondo, cuerpo y antro, con preservación del píloro, dejando un reservorio gástrico angosto llamado manga, que tiene una capacidad de aproximadamente 100 ml.	Combina la reducción del tamaño del estómago con la desviación del estómago distal y el intestino delgado proximal, lo que da como resultado una conexión intestinal que se asemeja a la forma de la letra Y. El reservorio gástrico, separado del estómago restante, se anastomosa al extremo distal del intestino delgado seccionado, permitiendo que pase la comida.
¿Inconvenientes?	Poca información a los 5 años de evolución. ERGE en el 20-30% de los casos <sup>a</sup>	Altera la absorción de macro y micronutrientes
¿Reversible?	Irreversible	Parcialmente reversible
¿Pérdida de peso?	25-30%	30-35%

BGYR: Bypass gástrico Y-de-Roux; ERGE: Enfermedad de reflujo gastroesofágico

<sup>a</sup> Ya sea ERGE de-novo o el empeoramiento de ERGE de base, incluyendo la aparición de esófago de Barrett.

*Masa muscular:* La masa muscular corporal fue analizada por análisis de bioimpedancia electrónica (BIA), y el dispositivo usado fue el Bodystat QuadScan4000®. Para las mediciones, se colocan los electrodos en el lado derecho del cuerpo, en metacarpo y metatarso tanto de la extremidad superior como inferior, como se muestra en la **Figura 2**. Al ser un aparato portátil, estas mediciones pueden llevarse a cabo en consulta externa o en hospitalización (25).



**Figura 2. Descripción gráfica la colocación de los electrodos al realizar el análisis de bioimpedancia, usando el Bodystat QuadScan4000®.**  
Imagen hecha por Graciela Gastelum Varela, MD

A los participantes de este estudio se les dieron las siguientes instrucciones para llevar a cabo el análisis de BIA: a) evitar actividad física durante las 8 horas previas; b) ayuno de 6 a 8 horas antes de las mediciones, incluyendo agua; c) retirar todos los objetos metálicos que puedan interferir con la medición; y, d) si el paciente tiene alguna prótesis o implante, realizar el estudio en el lado opuesto (26).

Las variables recolectadas del BIA fueron: masa grasa (kg), masa magra (kg), índice de masa magra ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ), masa celular corporal (kg), resistencia ( $\Omega$ ), reactancia ( $\Omega$ ), impedancia ( $\Omega$ ) y ángulo de fase ( $^\circ$ ). El ángulo de fase es considerado como un indicador de integridad celular y esto permite interpretar la capacidad de la célula para transmitir estímulos eléctricos producidos por el dispositivo.

*Análisis estadístico.* Por motivos de cronología en cuanto al seguimiento de los pacientes y las citas agendadas, la parte de análisis estadístico y resultados está basada en los resultados obtenidos al mes post CB. Posteriormente en la sección de discusión se abordarán las predicciones del seguimiento a los 12 meses post CB.

Se utilizó la versión 25 del software IBM SPSS. Las variables continuas están expresadas como media  $\pm$  desviación estándar (DE) para variables con distribución normal, y mediana  $\pm$  rango intercuartílico (RIC) para variables continuas sin distribución normal. Las variables categóricas se expresan como porcentajes. Las pruebas estadísticas de ANOVA y t-test de Student se usaron para las diferencias entre grupos de variables. Las correlaciones de Spearman y los análisis de regresión logística se usaron para evaluar la relación entre las distintas variables. Se consideró una diferencia estadísticamente significativa con un *p*-valor de  $< 0.05$ .

## Resultados

Se reclutaron un total de 80 pacientes. Todos llevaron a cabo la evaluación preoperatoria para CB en la institución, así como la cirugía (BGYR) en sí. Solo los pacientes que cumplieron con los productos nutricionales  $\geq 75\%$  fueron entonces evaluados un mes después. Un total de 20 pacientes fueron excluidos del estudio por esta razón. Las características basales de los participantes se muestran en la **Tabla 5**.

n	60
Género (mujeres %)	38 (63%)
Edad (años) media $\pm$ DE	43,13 $\pm$ 9,4
IMC pre CB (kg/m <sup>2</sup> ) media $\pm$ DE	43,57 $\pm$ 4,11

CB: Cirugía bariátrica; DE: desviación estándar; IMC: Índice de masa corporal.

Respecto al impacto que tuvieron los diferentes productos nutricionales en la masa magra y los parámetros de composición corporal, al mes post CB, se muestran los detalles en la **Tabla 6**.

**Tabla 6.** Evolución de la composición corporal pre CB y un mes tras CB de acuerdo con los productos nutricionales

Parámetros	Proteína control		Proteína HMB		Proteína peptídica	
	Basal	1 mes post CB	Basal	1 mes post CB	Basal	1 mes post CB
Masa grasa (FM) (kg)	50,8 ± 7,3	43,7 ± 7,5	51,0 ± 10,3	44,1 ± 10,5	58,3 ± 6,8	45,1 ± 7,5
Masa magra (FFM) (kg)	69,8 ± 10,1	64,9 ± 9,3 <sup>b</sup>	58,2 ± 12,7	54,3 ± 11,7 <sup>b</sup>	62,8 ± 11,54	59,3 ± 10,3
Masa celular corporal (BCM) (kg)	45,0 ± 5,4	40,3 ± 45,0 <sup>b</sup>	39,0 ± 7,6	35,2 ± 6,6 <sup>b</sup>	41,8 ± 7,0	37,2 ± 5,74
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	42,5 ± 3,6	38,3 ± 3,2	43,5 ± 4,4	39,2 ± 4,3	44,8 ± 4,5	38,6 ± 3,4
FFMI (kg/m <sup>2</sup> )	24,4 ± 1,8	22,8 ± 1,7 <sup>a</sup>	22,9 ± 2,4	21,4 ± 2,3	23,1 ± 3,2	21,8 ± 2,7 <sup>a</sup>
Resistencia (R) (50 kHz) (Ω)	403 ± 37	457 ± 51	409 ± 46	455 ± 52	424 ± 71	452 ± 71
Reactancia (Xc) (50 kHz) (Ω)	49,5 ± 8,7	52,3 ± 7,9 <sup>a</sup>	44,8 ± 7,2	48,9 ± 13,1	48,0 ± 6,1	46,9 ± 5,5 <sup>a</sup>
Impedancia (Z) (50 kHz) (Ω)	406 ± 38	460 ± 52	411 ± 46	457 ± 53	427 ± 71	455 ± 71
Ángulo de Fase (PA) (°)	7,03 ± 0,99	6,54 ± 0,75 <sup>a,b</sup>	6,29 ± 0,96	6,10 ± 1,25 <sup>b</sup>	6,55 ± 0,96	6,01 ± 0,99 <sup>a</sup>
CK (UI/l)	127 ± 35	92 ± 55 <sup>a</sup>	128 ± 71	89 ± 64	132 ± 97	77 ± 60 <sup>a</sup>
Proteína (g/dl)	7,10 ± 0,46	6,66 ± 2,39	7,25 ± 0,33	7,15 ± 0,51	7,10 ± 0,49	7,04 ± 0,57
Albúmina (g/dl)	4,21 ± 0,03	4,02 ± 1,47	4,18 ± 0,30	4,35 ± 0,39	4,22 ± 0,29	4,25 ± 0,31
Transtiretina (mg/dl)	24,5 ± 3,90	16,4 ± 11,4 <sup>a,b</sup>	25,4 ± 5,5	21,9 ± 5,2 <sup>b</sup>	24,3 ± 2,3	18,6 ± 3,8 <sup>a</sup>

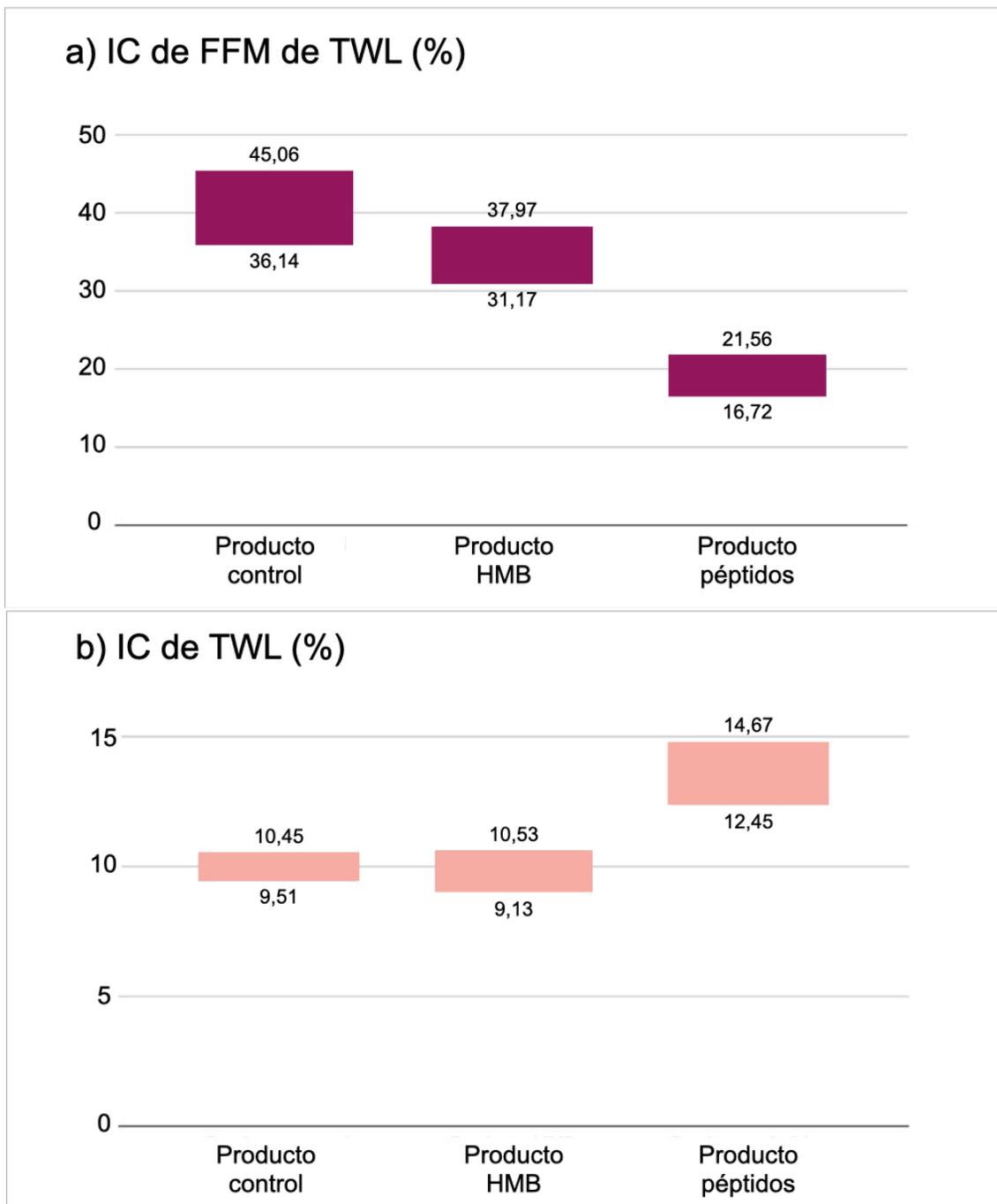
CB: Cirugía bariátrica; CK: creatina quinasa, por sus siglas en inglés. FFMI: índice de masa magra, por sus siglas en inglés; HMB: β-hidroxi β-metilbutirato; IMC: Índice de masa corporal. <sup>a</sup> Se muestran diferencias significativas entre el grupo control y la proteína peptídica con un valor de  $p < 0.05$ . <sup>b</sup> Se muestran las diferencias significativas entre el grupo control y la proteína con HMB con un valor de  $p < 0.05$ .

La pérdida de masa magra dentro del total de la pérdida de peso fue significativamente más baja en los pacientes que consumieron el producto peptídico en comparación con los otros dos grupos, como se describe a numéricamente continuación en la **Tabla 7**, y gráficamente en la **Figura 3**.

**Tabla 7.** Comparación final entre los diferentes productos proteicos

Parámetros	Proteína control	Proteína HMB	Proteína peptídica
FFM de TWL (%)	40,6 ± 17,3 <sup>a</sup>	34,6 ± 13,2 <sup>b</sup>	19,1 ± 9,4 <sup>a, b</sup>
TWL (%)	9,98 ± 1,82 <sup>a</sup>	9,83 ± 2,71 <sup>b</sup>	13,56 ± 4,30 <sup>a, b</sup>
Pérdida de FFM (kg)	4,87 ± 2,39	3,93 ± 2,32	2,53 ± 2,81

FFM: Masa libre de grasa, por sus siglas en inglés; HMB: β-hidroxi β-metilbutirato; TWL: Pérdida de peso total, por sus siglas en inglés. <sup>a</sup> Se muestran las diferencias significativas entre el grupo control y la proteína peptídica con un valor de  $p < 0,05$ . <sup>b</sup> Se muestran las diferencias significativas entre el grupo control y la proteína con HMB con un valor de  $p < 0,05$ .



**Figura 3. Representación gráfica de los resultados de la Tabla 7**  
**a) IC de FFM de TWL.** Representa la comparación entre grupos de la pérdida de peso total a expensas de masa magra en porcentaje. **b) IC de TWL.** Comparación de pérdida de peso total en porcentaje. Se tomó un IC del 95%  
 IC: Intervalo de confianza; FFM: Masa libre de grasa, por sus siglas en inglés; TWL: Pérdida de peso total, por sus siglas en inglés

La valoración de las características organolépticas de los tres productos utilizados para este estudio se muestra en la **Tabla 8**. En general, se observó buena aceptación de los suplementos. Sin embargo, el producto con mejor calificación en todos los componentes fue el producto control.

<b>Tabla 8.</b> Evaluación organoléptica de los suplementos proteicos utilizados en el estudio			
Características organolépticas	Aceptación (%)		
	Proteína control 30% (24)	Proteína HMB 35% (28)	Proteína peptídica 35% (28)
Sabor	91,7% (22)	64,3% (18)	71,4% (20)
Olor	91,7% (22)	78,6% (22)	71,4% (20)
Color	91,7% (22)	85,7% (24)	85,7% (24)
Tolerancia	91,7% (20)	71,4% (20)	71,4% (20)

HMB:  $\beta$ -hidroxi  $\beta$ -metilbutirato.

Del total de pacientes, el 27% reportaron efectos secundarios. Los más comunes fueron náusea (10%) y vómito (8%). A su vez, el 32% comentó que quisieran una mayor variedad de sabores, 13% refirieron que el sabor era demasiado dulce y el 12% encontraron la textura muy espesa.

### **Discusión**

A pesar de la gran efectividad que tiene la cirugía bariátrica en reducir el peso corporal de los pacientes con obesidad severa y sus comorbilidades, las deficiencias nutricionales, la malnutrición calórico-proteica y la pérdida de masa muscular son de gran preocupación, ya que emergen por cambios inducidos por la cirugía en la configuración del tracto digestivo y la biodisponibilidad y absorción de nutrientes posterior a la CB. Esto puede resultar en complicaciones como sarcopenia, pérdida de masa magra, limitaciones en la actividad física, entre otras (10,27). Aunado a esto, una ingesta inadecuada de proteína y el regreso a los patrones dietéticos pre CB con dietas ricas en carbohidratos y ricas en grasa, puede reducir la pérdida de peso e incluso resultar en reganancia ponderal (27). De acuerdo con las guías ERAS (Recuperación Mejorada Después de la Cirugía, por sus siglas en inglés), las recomendaciones de nutrición postoperatoria sugieren una ventana amplia de ingesta proteica adecuada (60-90 g/día) sin especificar el tipo o formato de la proteína (28). A su vez, las guías nutricionales de la ESPEN (Sociedad Europea de Nutrición Clínica) recomiendan 60 g/día de proteína (el límite inferior de las guías ERAS) post CB igualmente, sin especificar el tipo de proteína que debería de utilizarse (29).

¿Qué podemos remarcar de los resultados previamente descritos?

*Porcentaje de pérdida de peso total.* Como se muestra la **Tabla 7**, se puede resumir que, los pacientes que consumieron la proteína peptídica tuvieron una mayor pérdida de peso, tanto en comparación con los que consumieron la proteína HMB, como los que consumieron la proteína control. Hay una diferencia estadísticamente significativa en el porcentaje de la pérdida de peso (TWL %) de los pacientes que consumieron la proteína peptídica, en comparación con los pacientes que consumieron los otros productos proteicos.

*Porcentaje de la pérdida de peso total a expensas de masa magra.* Además de lo previamente mencionado, en la **Tabla 7** también se muestra que, el grupo que consumió la proteína peptídica no solo es el grupo que mostró un mayor porcentaje de pérdida de peso total, sino que, en comparación con los grupos que consumieron HMB y proteína control, es el grupo de pacientes que tuvieron una menor pérdida de masa magra con relación al peso total perdido.

Todo ello se describe de manera gráfica en la **Figura 3**.

Este no es el primer estudio en recalcar la importancia de cumplir con una ingesta proteica adecuada en pacientes post CB, lo cual enfatiza que esto es algo de sumo interés y que la obesidad sarcopénica es una complicación recurrente de la CB:

- I. Smelt et al., documentaron en su investigación que, la fuerza de agarre post CB está influenciada significativamente por la **ingesta de proteína** y que la ingesta de esta juega un rol importante en el mantenimiento de una fuerza muscular adecuada (18).
- II. Oppert et al., demostraron que los pacientes post BGYR que consumían 60 g/día de **proteína con un adicional** de 48 g/día de proteína de suero y seguían un programa de entrenamiento físico, tenían una mejor fuerza muscular tras 6 meses de la cirugía, en comparación con el grupo que no hacía ejercicio, enfatizando la importancia del ejercicio físico en estos pacientes y proponiendo la posibilidad de establecer una mayor ingesta proteica (17).
- III. Wiese et al., evidenciaron que **una ingesta proteica** superior de 60 g/día o de 1,5 g/kg de peso *normal* en pacientes post GYDR no se asoció con parámetros de resultados clínicos, pero sí hubo una correlación inversa

entre la ingesta de proteínas por kilogramo de peso corporal actual, y otros marcadores de obesidad (grasa visceral, IMC, índice de masa grasa y perímetro de cintura) (20).

- IV. Nuijten et al., concluyeron en su estudio que, una menor pérdida de masa magra se correlaciona con mayores niveles de actividad física (de moderada a vigorosa) pero no con la **ingesta de proteína**. Sin embargo, ellos mismos sugieren que estos resultados son seguramente consecuencia de la baja ingesta de proteína de los participantes y recalcan que solo una minoría de sus pacientes lograban una ingesta de proteínas mayor de 60 g/día (30).
- V. Raatz et al., demostraron que, durante los 7 años de evaluación, la **ingesta de proteína** de los participantes de su estudio se redujo, en comparación con la ingesta pre CB, por 41%, 25%, 38% y 31% en 1, 3, 5 y 7 años, respectivamente. A su vez, observaron que la mayor pérdida de peso se obtuvo al año post CB y se mantuvo por dos años. Posteriormente, los pacientes lentamente volvieron a subir de peso durante los 7 años del estudio (31).

Aunque este no es el primer estudio en enfatizar la ingesta de proteínas en pacientes post CB, a día de la escritura de este texto, sí es el primer estudio prospectivo en comparar distintos tipos de suplementos proteicos y sus efectos en la pérdida peso a expensas de masa magra en pacientes que se han sometido a CB.

#### ¿Por qué es importante hablar de la obesidad sarcopénica y el IMC?

Las medidas antropométricas son herramientas simples, asequibles y no invasivas para diagnosticar la obesidad y evaluar el riesgo de morbilidad y mortalidad de las enfermedades asociadas. El índice más ampliamente utilizado para medir la obesidad es el índice de masa corporal (IMC), el cual se define por el peso en kilogramos dividido por el cuadrado de la altura en metros. De acuerdo con la OMS, la obesidad se define como un  $IMC \geq 30 \text{ kg/m}^2$ . No obstante, la capacidad predictora del IMC está limitada, ya que no distingue entre músculo y acumulación de grasa, o la propia distribución del tejido adiposo, careciendo de las propiedades adecuadas para identificar aquellas personas con un alto

porcentaje de grasa corporal o una distribución de grasa corporal desproporcionada (ej. obesidad abdominal) (32,33).

Ahora bien, de acuerdo con los criterios de la OMS, el IMC se ha adoptado para definir una persona con sobrepeso (IMC 25-29.9 kg/m<sup>2</sup>) u obesidad (IMC > 30 kg/m<sup>2</sup>) y sus riesgos asociados. La mortalidad y morbilidad aumentan conforme lo hace el IMC por lo que, los pacientes con obesidad severa tienen el mayor riesgo de muerte y el mayor riesgo de padecer enfermedades relacionadas a la obesidad. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, no solo se sabe ahora que el IMC no es la mejor manera de diagnosticar a las personas con obesidad, sino que las personas clasificadas con sobrepeso o incluso normopeso (IMC 18,5-24,9 kg/m<sup>2</sup>) pero con una reducción en masa magra o exceso de grasa visceral (obesidad sarcopénica), también presentan un mayor riesgo a la salud, similar a los pacientes con obesidad (4,32).

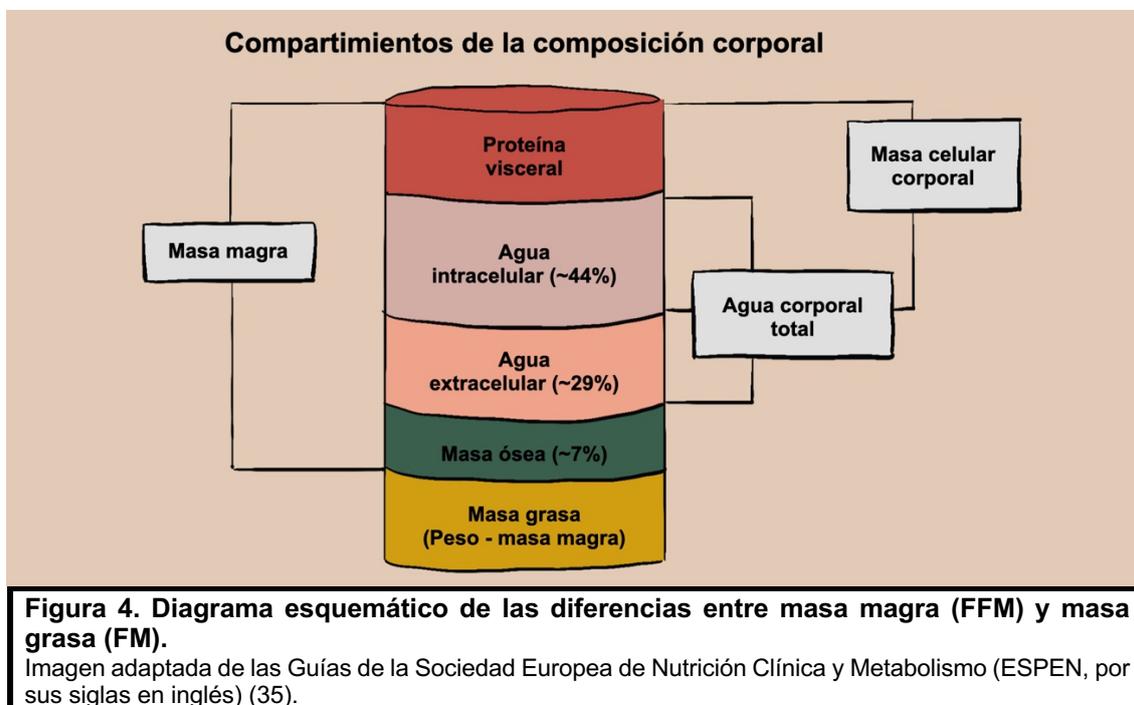
En otras palabras, el número de personas con obesidad sarcopénica está infravalorado, afecta a más personas de las que imaginamos y tiene consecuencias a largo plazo. Al mismo tiempo, este es otro motivo por el cual el IMC carece de precisión para monitorear adecuadamente la evolución después de la cirugía bariátrica, y se deberían de utilizar métodos adicionales para evaluar la composición corporal (26).

Este análisis cuenta con algunas limitaciones: Bioimpedancia electrónica (BIA) y seguimiento de pacientes.

*Bioimpedancia electrónica (BIA).* Así como la BIA es una prueba sencilla, barata y fácilmente transportable, también existen diferentes circunstancias por las cuales los pacientes pueden tener niveles distintos de ángulo de fase (PhA) u otros marcadores: a) Edad: el ángulo de fase disminuye con la edad por una disminución de masa de músculo esquelético, lo cual se refleja como una reducción en la reactancia (Xc), y una disminución en agua, lo que conlleva a un aumento en la resistencia (R). b) Sexo: Se ha evidenciado que las mujeres que suelen tener menos masa de músculo esquelético tienen un PhA más bajo. c) IMC: El PhA incrementa proporcionalmente con el IMC por un mayor número de células adiposas. Sin embargo, en pacientes con IMC > 34 kg/m<sup>2</sup> se puede sobreestimar la masa magra, e infraestimar la masa grasa (12,25). Como hay limitaciones inevitables al realizar una BIA (sencillamente porque cada persona

la hará de manera distinta), y por los diversos factores que pueden influir en los resultados que se mencionaron anteriormente, es muy importante una validación externa del PhA con otras técnicas rutinarias de la práctica clínica, como un ultrasonido o fuerza de agarre o *handgrip* (25,34).

Como se puede apreciar en la **Figura 4**, una de las principales mediciones del BIA es la masa magra (FFM, por sus siglas en inglés) y es elemental hacer énfasis que la traducción literal de *fat free mass* (FFM) es “masa libre de grasa”. O sea que, la masa magra (o masa libre de grasa) no es masa muscular *per se*, es todo aquello que no sea grasa y esto abarca agua intracelular y extracelular, masa ósea y proteína visceral (35). Usar métodos complementarios es recomendable para mejor precisión (34).



*Seguimiento de pacientes.* Otra limitación que siempre se tendrá en la investigación clínica es el periodo de seguimiento. Podemos perder el interés de los pacientes, o si suben de peso preferirán no regresar. Especialmente lo notaremos cuando se hagan las mediciones para estimar la masa magra al año de la CB.

Este estudio también cuenta con diversas fortalezas. Se comparó el impacto de la ingesta de las proteínas complejas, HMB y peptídica al mes post CB y solo se recolectaron los datos de los pacientes que tuvieron una adherencia  $\geq 75\%$  de

los productos proteicos. Se decidió evaluar la evolución de la masa magra al mes post CB específicamente, porque se ha observado que este es el punto donde hay mayor pérdida de masa magra y, que una intervención nutricional adecuada puede ayudar a prevenirla (12). En diversos estudios científicos se realizan intervenciones para evaluar la masa muscular de pacientes post CB usando proteína de suero, y éste ha sido el primer estudio que utiliza otros productos y los compara entre ellos (27,36,37).

Las áreas de oportunidad en este estudio que podrían considerarse son las siguientes: Características organolépticas de los productos y aceptación por los pacientes, futuras líneas de investigación y tratamiento farmacológico.

*Características organolépticas y aceptación.* En la **Tabla 8** se puede observar que el suplemento proteico con la mejor valoración respecto a los componentes organolépticos fue el producto control. Tomando en cuenta que el mejor producto proteico para la evitar la pérdida de masa magra de los pacientes ha sido el producto peptídico, la futura elaboración de productos proteicos a base de péptidos con mejores características organolépticas podría ser un nuevo objetivo para la industria alimentaria, para incrementar su aceptación y tolerancia, especialmente por los cambios tan drásticos en el sentido del gusto por los que pasan las personas post CB.

La revisión sistemática de Alhanouf et al., aportó evidencia que confirma los cambios postoperatorios en la sensibilidad a los cuatro sentidos del gusto después de los procedimientos bariátricos. En pacientes post BGYR se mostró un patrón variable en la percepción del gusto, estos cambios incluyeron un aumento de corto plazo en la detección del sabor dulce, así como una disminución en la preferencia de este, adicionalmente a una mayor sensibilidad al sabor salado y ácido. Ambos procedimientos quirúrgicos, tanto la GV como la BGYR promueven modificaciones en el tracto gastrointestinal que resultan en disbiosis, provocando diferencias en la composición de la microbiota fecal y salival, así como en los metabolitos derivados de la flora como el ácido butírico. Cómo estos cambios afectan el sentido del gusto aún no está establecido (27). Adicionalmente, en la **Tabla 3** se pueden observar las distintas características nutricionales de los productos proteicos. Lo que se marca de color amarillo claro corresponde a los niveles nutricionales más bajos y lo que se marca de amarillo

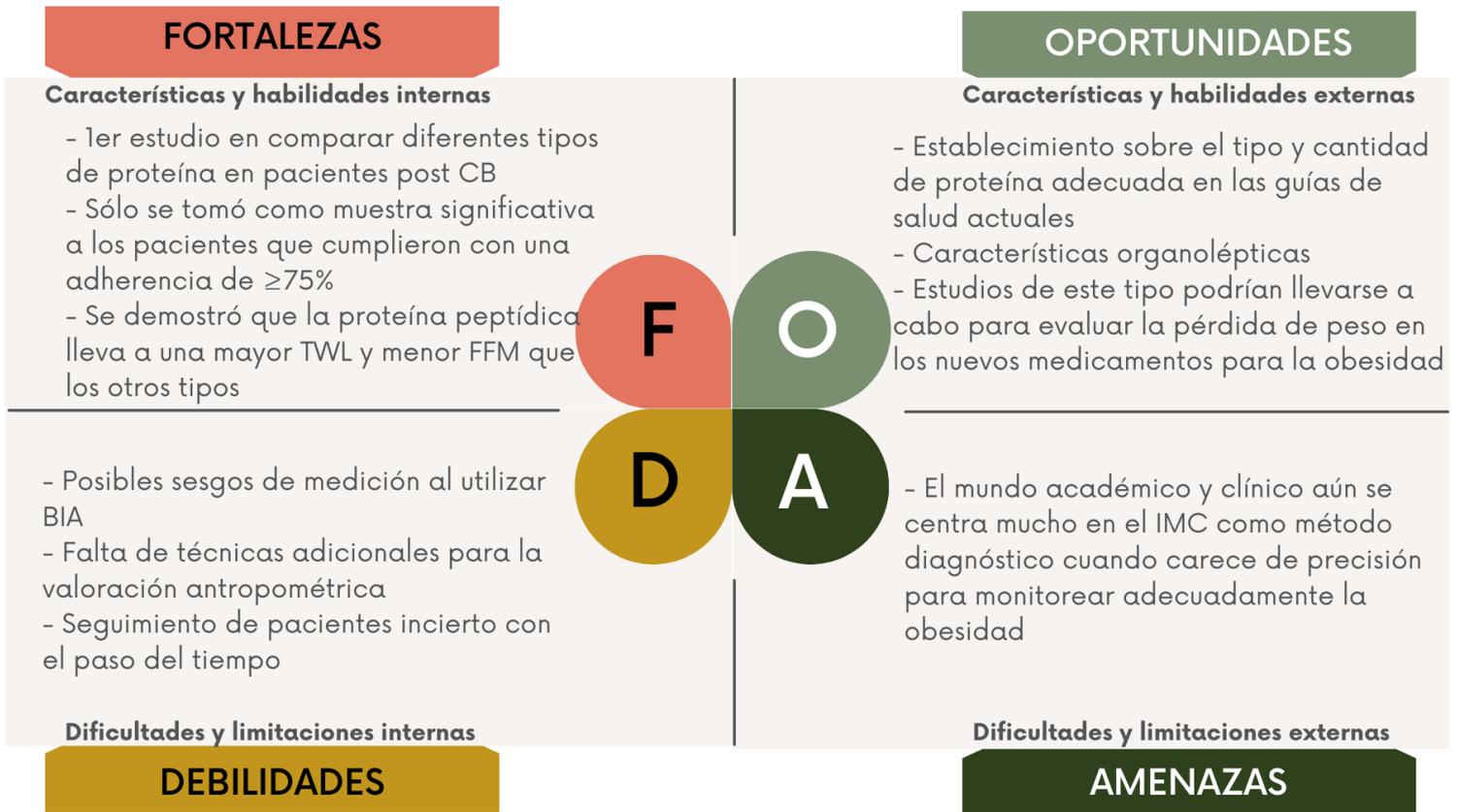
oscuro, los niveles más altos. Justamente el grupo control, que fue el grupo con mejor valoración organoléptica, es el grupo que niveles más bajos en cuanto a características nutricionales.

*Tratamiento farmacológico.* Recientemente se han añadido nuevos fármacos a la lista del tratamiento médico para la obesidad que logran unos porcentajes de pérdida de peso promedio muy parecidos a los que logra la cirugía bariátrica, como se puede observar en la **Tabla 1**. Hablando de semaglutide, en el ensayo clínico STEP 3 donde los pacientes recibieron una dieta hipocalórica (1200-1800 kcal) y actividad física además del medicamento, se registró una reducción de peso del 16%, mientras que la pérdida de peso del grupo que recibió el placebo fue del 5,7% (6,14,38). En cuanto a tirzepatide, está evidenciado científicamente que, dosis semanales de 5 mg, 10 mg y 15 mg pueden llevar a una pérdida de peso total del 15, 19 y 21% respectivamente, en comparación con un 3% de pérdida de peso del grupo placebo, a lo largo de 72 semanas. Tirzepatide se encuentra actualmente en estudios de fase 3 (38,39).

#### ¿Qué tiene que ver esto con la pérdida de masa magra post CB?

Si se logra tener una pérdida de peso (aparentemente sostenida) parecida a lo que se logra con CB habrá cada vez más demanda de estos medicamentos por lo que es importante investigar si la pérdida de peso tan significativa es a expensas de masa grasa, de masa magra, o de alguna otra, para así garantizar una reducción de comorbilidades óptima para nuestros pacientes. En el ensayo clínico STEP1 (semaglutide), a 140 participantes se les realizó absorciometría con rayos x de doble energía (DEXA). En este sub-estudio, hubo una pérdida de masa grasa media de -8,60 kg y -5,26 kg de pérdida de masa magra, en comparación con el grupo placebo que perdió -1,37 kg de masa grasa y -1,83 de masa magra, siendo necesarios más estudios como estos (6).

A continuación, en la **Figura 5**, se observa un resumen de la discusión empleando un análisis FODA.



**Figura 5. Resumen de la discusión mediante análisis FODA.**

BIA: Bioimpedancia electrónica; CB: Cirugía bariátrica; FFM: Masa magra, por sus siglas en inglés; IMC: Índice de masa corporal; TWL: Pérdida de peso total, por sus siglas en inglés.

Durante la pérdida de peso a través de intervenciones dietéticas en pacientes con obesidad, las estrategias clave para preservar la masa magra corporal incluyen una combinación de entrenamiento de resistencia y una ingesta suficiente de proteína de alta calidad (17). Una dieta rica en proteína promueve la saciedad temprana y controla el apetito al estimular la secreción de GLP-1 y el péptido YY, facilita una reducción en la ingesta energética total, incrementa la termogénesis inducida por los alimentos y, asociada al ejercicio, preserva la masa muscular (5,27). Si esto es elemental para los pacientes con obesidad, debería de ser de aún mayor prioridad en pacientes que se hayan sometido a cirugía bariátrica.

El objetivo de la pérdida de peso es la mejora de la salud. Los especialistas en obesidad (médicos, cirujanos, nutricionistas, enfermeros, etc.) buscan reducir el exceso del tejido adiposo anormal que conduce a la enfermedad. Al mismo tiempo, se busca una reducción de peso con la preservación muscular y ósea (6). ¿Es posible? Con un abordaje multidisciplinar a largo plazo, parece ser que nos acercamos más cada día.

### **Conclusión**

A la fecha de la escritura de este texto, solamente nuestro grupo ha comparado diferentes tipos de suplementos proteicos y su efecto en la preservación de la masa muscular de los pacientes operados de cirugía bariátrica. Se ha mostrado que, comparando el grupo que ingirió durante un mes de duración, proteínas complejas y el grupo que ingirió la fórmula enriquecida con  $\beta$ -hidroxi  $\beta$ -metilbutirato (HMB), la suplementación con proteína a base de péptidos evitó casi el 50% de la pérdida de masa magra con relación a la pérdida total de peso. Nuestros resultados abren un nuevo campo de abordaje de los pacientes sometidos a CB y tienen el potencial de cambiar las guías de práctica clínica.

## Referencias

1. Acosta A, Camilleri M, Abu Dayyeh B, Calderon G, Gonzalez D, McRae A, et al. Selection of antiobesity medications based on phenotypes enhances weight loss: A pragmatic trial in an obesity clinic. *Obesity*. 2021; **29**(4): 662–71. doi: 10.1002/oby.23120.
2. Perdomo CM, Cohen R V., Sumithran P, Clément K, Frühbeck G. Contemporary medical, device, and surgical therapies for obesity in adults. *The Lancet*. 2023; **401** (10382), 1116-30. doi: 10.1016/S0140-6736(22)02403-5.
3. Gupta R, Kumar P, Fahmi N, Garg B, Dutta S, Sachar S, et al. Endocrine disruption and obesity: A current review on environmental obesogens. *Current Research in Green and Sustainable Chemistry*. 2020; 3: 100009. doi: 10.1016/j.crgsc.2020.06.002.
4. Deledda A, Pintus S, Loviselli A, Foschi M, Fantola G, Velluzzi F. Nutritional management in bariatric surgery patients. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021; **18**(22): 12049. Doi: 10.3390/ijerph182212049.
5. Negi A, Asokkumar R, Ravi R, Lopez-Nava G, Bautista-Castaño I. Nutritional management and role of multidisciplinary follow-up after endoscopic bariatric treatment for obesity. *Nutrients*. 2022; **14**(16): 3450. doi: 10.3390/nu14163450.
6. Ryan DH. Next generation antiobesity medications: Setmelanotide, semaglutide, tirzepatide and bimagrumab: What do they mean for clinical practice? *Journal of Obesity and Metabolic Syndrome*. 2021; **30**(3): 196-208. doi: 10.7570/jomes21033.
7. Durrer Schutz D, Busetto L, Dicker D, Farpour-Lambert N, Pryke R, Toplak H, et al. European Practical and Patient-Centred Guidelines for Adult Obesity Management in Primary Care. *Obesity Facts*. 2019; **12**(1): 40-60. doi: 10.1159/000496183.
8. O’Kane M, Parretti HM, Pinkney J, Welbourn R, Hughes CA, Mok J, et al. British Obesity and Metabolic Surgery Society Guidelines on perioperative and postoperative biochemical monitoring and micronutrient replacement for patients undergoing bariatric surgery—2020 update. *Obesity Reviews*. 2020; **21**(11): e13087. doi: 10.1111/obr.13087.
9. Bettini S, Belligoli A, Fabris R, Busetto L. Diet approach before and after bariatric surgery. *Reviews in Endocrine and Metabolic Disorders*. 2020; **21**(4):449. doi: 10.1007/s11154-020-09583-4.
10. Ziadlou M, Hosseini-Esfahani F, Mozaffari Khosravi H, Hosseinpanah F, Barzin M, Khalaj A, et al. Dietary macro- and micro-nutrients intake adequacy at 6th and 12th month post-bariatric surgery. *BMC Surgery*. 2020; **232**(2020) doi: 10.1186/s12893-020-008800-y.
11. Donini LM, Busetto L, Bischoff SC, Cederholm T, Ballesteros-Pomar MD, Batsis JA, et al. Definition and Diagnostic Criteria for Sarcopenic Obesity:

- ESPEN and EASO Consensus Statement. *Obesity Facts*. 2022; **15**(3): 321–35. doi: 10.1159/000521241.
12. Ciudin A, Simó-Servat A, Palmas F, Barahona MJ. Sarcopenic obesity: a new challenge in the clinical practice. *Endocrinología, Diabetes y Nutrición*. 2020; **67**(10): 672-681. doi: 10.1016/j.endinu.2020.03.004.
  13. Wiechert M, Holzapfel C. Nutrition concepts for the treatment of obesity in adults. *Nutrients*. 2022; **14**(169). doi: 10.3390/nu14010169.
  14. Cornier, M. A Review of Current Guidelines for the Treatment of Obesity. *American Journal of Managed Care*. 2022; **28**(suppl 15): S288-S296. doi: 10.37765/ajmc.2022.89292.
  15. Schacht SR, Lind MV, Bechshøft RL, Højfeldt G, Reitelseder S, Jensen T, et al. Investigating risk of suboptimal macro and micronutrient intake and their determinants in older Danish adults with specific focus on protein intake-a cross-sectional study. *Nutrients*. 2019; **11**(795). doi: 10.3390/nu11040795
  16. Wu G. Dietary protein intake and human health. *Food and Function*. 2016; **7**(7): 1251–65. doi: 10.1039/c5fo01530h.
  17. Oppert JM, Bellicha A, Roda C, Bouillot JL, Torcivia A, Clement K, et al. Resistance training and protein supplementation increase strength after bariatric surgery: A randomized controlled trial. *Obesity*. 2018; (26): 1709-1720. doi: 10.1002/oby.22317.
  18. Smelt HJM, Pouwels S, Celik A, Gupta A, Smulders JF. Assessment of physical fitness after bariatric surgery and its association with protein intake and type of cholecalciferol supplementation. *Medicina*. 2019; **281** (6). doi: 10.3390/medicina55060281.
  19. Isom KA, Majumdar MC, American Dietetic Association. Weight Management Dietetic Practice Group. Academy of Nutrition and Dietetics Pocket Guide to Bariatric Surgery. 3rd ed. Chicago, IL: *Eat Right. Academy of Nutrition and Dietetics*; 2022. 5–60 p.
  20. Wiese ML, Wilke F, Gärtner S, Valentini L, Keßler W, Aghdasssi AA, et al. Associations of age, sex, and socioeconomic status with adherence to guideline recommendations on protein intake and micronutrient supplementation in patients with sleeve gastrectomy or Roux-en-Y gastric bypass. *PLoS One*. 2023; **18**(3). doi: 10.1371/journal.pone.0282683.
  21. Cereda E, Pisati R, Rondanelli M, Caccialanza R. Whey protein, leucine- and vitamin-D-enriched oral nutritional supplementation for the treatment of sarcopenia. *Nutrients*. 2022; **14**(1524). doi: 10.3390/nu14071524.
  22. Ingenbleek Y. Revisiting PINI scoring in light of recent biological advances. *Nutrients*. 2023; **15** (1846). doi: 10.3390/nu15081846.
  23. Trouwborst I, Verreijen A, Memelink R, Massanet P, Boirie Y, Weijs P, et al. Exercise and nutrition strategies to counteract sarcopenic obesity. *Nutrients*. 2018; **10** (605). doi: 10.3390/nu10050605.

24. Ciobârcă D, Cătoi AF, Copăescu C, Miere D, Crișan G. Bariatric surgery in obesity: Effects on gut microbiota and micronutrient status. *Nutrients*. 2020; **12** (235). doi: 10.3390/nu12010235.
25. Bellido D, García-García C, Talluri A, Lukaski HC, García-Almeida JM. Future lines of research on phase angle: Strengths and limitations. *Reviews in Endocrine and Metabolic Disorders*. 2023; **24**: 563-583. doi: 10.1007/s11154-023-09803-7.
26. Martínez MC, Meli EF, Candia FP, Filippi F, Vilallonga R, Cordero E, et al. The Impact of Bariatric Surgery on the Muscle Mass in Patients with Obesity: 2-Year Follow-up. *Obesity Surgery*. 2022; **32**: 625-633. doi: 10.1007/s11695-021-05815-x.
27. Alvarez TS, Von Atzingen MCBC, Sarni ROS. Sensory analysis of formulations containing whey protein to individuals undergoing bariatric and metabolic surgery. *BMC Surgery*. 2023; **23**:123. doi: 10.1186/s12893-023-02004-8.
28. Stenberg E, dos Reis Falcão LF, O’Kane M, Liem R, Pournaras DJ, Salminen P, et al. Guidelines for Perioperative Care in Bariatric Surgery: Enhanced Recovery After Surgery (ERAS) society recommendations: A 2021 Update. *World Journal of Surgery*. 2022; **26**: 729–51. doi: 10.1007/s00268-021-06394-9.
29. Weimann A, Braga M, Carli F, Higashiguchi T, Hübner M, Klek S, et al. ESPEN guideline: Clinical nutrition in surgery. *Clinical Nutrition*. 2017; **26**: 623-650. doi: 10.1016/j.clnu.2017.02.013.
30. Nuijten MAH, Eijsvogels TMH, Sanders B, Vriese LM, Montpellier VM, Hazebroek EJ, et al. Changes in fat-free Mass, protein intake and habitual physical activity following Roux-en-Y gastric bypass surgery: A prospective study. *Obesity Surgery*. 2023; **33**: 2148-2157. doi: 10.1007/s11695-023-06650-y.
31. Raatz SK, Johnson LAK, Caliquary A, King WC, Kalarchian MA, Devlin MJ, et al. Reported nutrient intake over 7 years after Roux-en-Y gastric bypass in the Longitudinal Assessment of Bariatric Surgery-3 (LABS-3) psychosocial study. *Surgery for Obesity and Related Diseases*. 2020; **16** (8): 1022-1029. doi: 10.1016/j.soard.2020.04.007.
32. Gažarová M, Galšneiderová M, Mečiarová L. Obesity diagnosis and mortality risk based on A Body Shape Index (ABSI) and other indices and anthropometric parameters in university students. *Annals of the National Institute of Hygiene*. 2019; **70**(3): 267–75. doi: 10.32994/rpzh.2019.0077
33. Mohammadian Khonsari N, Khashayar P, Shahrestanaki E, Kelishadi R, Mohammadpoor Nami S, Heidari-Beni M, et al. Normal weight obesity and cardiometabolic risk factors: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Endocrinology*. 2022. doi: 10.3389/fendo.2022.857930.
34. Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD, Deurenberg P, Elia M, Gómez JM, et al. Bioelectrical impedance analysis - Part II: Utilization in clinical practice. *Clinical Nutrition*. 2004; **23**(6): 1430–53. doi: 10.1016/j.clnu.2004.09.012.

35. Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD, Deurenberg P, Elia M, Gómez JM, et al. Bioelectrical impedance analysis - Part I: Review of principles and methods. *Clinical Nutrition*. 2004; **23**(5): 1226–43. doi: 10.1016/j.clnu.2004.06.004.
36. Stocker R, Ceyhan M, Schönenberger KA, Stanga Z, Reber E. Nutrient and fluid requirements in post-bariatric patients performing physical activity: A systematic review. *Nutrition*. 2022. doi: 10.1016/j.nut.2021.111577.
37. Bellicha A, Ciangura C, Roda C, Torcivia A, Aron-Wisnewsky J, Poitou C, et al. Effect of exercise training after bariatric surgery: A 5-year follow-up study of a randomized controlled trial. *PLoS One*. 2022; **17** (7): e0271561. doi: 10.1371/journal.pone.0271561.
38. Chakhtoura M, Haber R, Ghezzawi M, Rhayem C, Tcheroyan R, Mantzoros CS. Pharmacotherapy of obesity: an update on the available medications and drugs under investigation. *EClinicalMedicine*. 2023; **58** (101882). Doi: 10.1016/j.eclinm.2023.101882.
39. le Roux CW, Zhang S, Aronne LJ, Kushner RF, Chao AM, Machineni S, et al. Tirzepatide for the treatment of obesity: Rationale and design of the SURMOUNT clinical development program. *Obesity*. 2023; **31**(1): 96–110. doi: 10.1002/oby.23612.