

Maestría en

**NUTRICIÓN Y DIETÉTICA CON MENCIÓN EN
ENFERMEDADES METABÓLICAS, OBESIDAD Y
DIABETES.**

**Tesis previa a la obtención de título de Magister en
Nutrición y Dietética con mención en enfermedades
metabólicas, obesidad y diabetes**

AUTOR: Jaritza Jamileth Barreiro Mendoza

TUTOR: Dra. Julieta Beatriz Robles Rodríguez

Cambios metabólicos, fisiológicos y en la composición corporal posterior a la realización de la cirugía bariátrica en pacientes de América entre los años 2019-2024:
Scoping Review.

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Jaritza Jamileth Barreiro Mendoza declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedo mis derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, Reglamento y Leyes.

JARITZA JAMILETH BARREIRO MENDOZA

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo Dra. Julieta Robles Rodríguez, certifico que conozco a la autora del presente trabajo de titulación “Cambios metabólicos, fisiológicos y en la composición corporal posterior a la realización de la cirugía bariátrica en pacientes de América entre los años 2019-2024: Scoping Review.” Jaritza Jamileth Barreiro Mendoza, siendo la responsable exclusiva tanto de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.

Dra. Julieta Robles Rodríguez

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

DEDICATORIA

A Dios, fuente de sabiduría y fortaleza, quien ha iluminado cada paso de este camino con su amor incondicional y su guía infinita. Agradezco por cada desafío, que se convirtió en aprendizaje, y por cada logro, que fue posible gracias a Su bendición.

A mi hijos Samuel y Luciano, por ser mi mayor fuente de inspiración, por dar sentido a cada esfuerzo y motivarme a seguir adelante incluso en los momentos más difíciles. Este trabajo es para ustedes, con amor, dedicación y la esperanza de dejarles un legado de perseverancia y amor por el conocimiento.

A mi familia, pilar fundamental en mi vida, por su amor, paciencia y apoyo inquebrantable. A ustedes, que han estado conmigo en los momentos más difíciles y en los más felices, dedico este esfuerzo como muestra de mi gratitud eterna. Su confianza en mí ha sido la mayor motivación para alcanzar este sueño.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por ser mi guía constante, mi refugio en los momentos difíciles y la fuerza que me ha permitido avanzar con esperanza y determinación. Cada logro en este camino es testimonio de Su amor y misericordia infinita.

A la Universidad, por brindarme las herramientas, el conocimiento y el espacio para crecer como profesional. Gracias por ser un faro de aprendizaje y por contribuir de manera invaluable a mi formación.

A mis hijos, quienes han sido mi mayor fuente de motivación y la razón por la que nunca me rendí. Este logro también es de ustedes.

A mi familia, por su amor incondicional, por ser mi soporte y por creer en mí incluso en los momentos en que dudé de mí mismo. Su apoyo y sacrificio han sido fundamentales para alcanzar este logro.

A mi tutor, por su orientación y dedicación. Gracias por su paciencia, sus consejos acertados y por compartir su conocimiento con generosidad. Su acompañamiento ha sido clave para que este proyecto se concrete con éxito.

Gracias de corazón!

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA	2
APROBACIÓN DEL TUTOR	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTOS	5
ÍNDICE GENERAL	6
ÍNDICE DE TABLAS	9
ÍNDICE DE FIGURAS	10
LISTADO DE ABREVIATURAS	11
RESUMEN	12
ABSTRACT	13
1 INTRODUCCIÓN	14
2 JUSTIFICACIÓN	15
3 MARCO TEÓRICO	17
3.1 Antecedentes	17
3.2 La obesidad	18
3.3 Tratamiento de la obesidad	19
3.4 Diagnóstico y clasificación	20
3.5 Factores causales que modifican el gasto energético	21
3.6 Etiología de la obesidad	22
3.7 Fisiología de la obesidad	22
3.8 Manifestaciones clínicas de la obesidad	24
3.9 Composición corporal	25
3.10 Componentes de la composición corporal	25

3.11	Composición corporal y distribución de las grasas	27
3.12	Nutrición excesiva	27
3.13	Factores relacionados a la obesidad.....	29
3.14	Obesidad y relación con la morbimortalidad.....	31
3.15	Vitaminas.....	32
3.16	Minerales	32
3.17	El tejido adiposo	33
3.18	Adipogénesis.....	34
3.19	Regulación de la ingesta de alimentos.....	35
3.20	Sistema de regulación a largo plazo	35
3.21	Sistema de regulación a corto plazo	36
3.22	Tratamientos para la obesidad	37
3.23	FGFs	38
3.24	FGF21	39
3.25	Cirugía bariátrica	40
3.26	Tipos de cirugía bariátrica	41
3.27	Aspectos moleculares de la cirugía bariátrica.....	43
3.28	Microbiota intestinal.....	44
4	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	45
5	OBJETIVOS	46
5.1	Objetivo general.....	46
6	CONCLUSIONES	46
6.1	Objetivos específicos	48
7	HIPÓTESIS.....	49
8	METODOLOGÍA.....	50

8.1	Diagrama Prisma	52
9	RESULTADOS.....	53
10	DISCUSIÓN.....	70
11	RECOMENDACIONES	73
12	BIBLIOGRAFÍA.....	74
13	ANEXOS.....	79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación del peso corporal según la OMS.....	21
Tabla 2. Enfermedades y condiciones asociadas a la obesidad.....	31
Tabla 3. Estudios sobre Cambios en la Composición Corporal, Metabolismo y Factores Asociados en Pacientes Sometidos a Cirugía Bariátrica (2019-2024).	55
Tabla 4. Estudios sobre el Impacto de la Cirugía Bariátrica en la Microbiota Intestinal y Parámetros Metabólicos (2019-2024).	59
Tabla 5. Estudios relacionados sobre complicaciones nutricionales (Vitamina B12 y Calcio) postquirúrgicas en pacientes de América sometidos a cirugía bariátrica.	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución de grasa tipo androide (en forma de manzana) y genoide (en forma de pera).	28
Figura 2. Tipo de adipocitos.	34
Figura 3. Esquema de evolución del eje metabólico FGF.	39
Figura 4. Esquematización de los procedimientos bariátricos.	42

LISTADO DE ABREVIATURAS

Abreviatura	Significado
CB	Cirugía Bariátrica
CM	Cambios Metabólicos
CF	Cambios Fisiológicos
CC	Composición Corporal
BIE	Bioimpedancia Eléctrica
DXA	Absorciometría Dual de Rayos X
IMC	Índice de Masa Corporal
MG	Masa Grasa
MLG	Masa Libre de Grasa
MM	Masa Magra
GLU	Glucosa
HOMA-IR	Modelo Homeostático para la Evaluación de la Resistencia a la Insulina
LDL	Lipoproteína de Baja Densidad
HDL	Lipoproteína de Alta Densidad
TG	Triglicéridos

RESUMEN

Introducción: la obesidad es un problema de salud pública con alta prevalencia en América. La cirugía bariátrica es una alternativa eficaz para la reducción de peso y la mejora de comorbilidades como la diabetes tipo 2 e hipertensión. Sin embargo, sus efectos sobre la composición corporal, la microbiota intestinal y las complicaciones nutricionales requieren mayor análisis. **Objetivos:** analizar los cambios en la composición corporal en pacientes sometidos a cirugía bariátrica, evaluar modificaciones en la microbiota intestinal posterior a la cirugía, identificar complicaciones nutricionales, como deficiencias de vitamina B12 y calcio, y su manejo. **Metodología:** se realizó una revisión sistemática de estudios publicados entre 2019 y 2024 en bases de datos científicas. Se incluyeron investigaciones que abordaran cambios metabólicos, fisiológicos y nutricionales en pacientes sometidos a cirugía bariátrica en América. **Resultados:** se evidenció una reducción significativa de la masa grasa y estabilidad de la masa magra en los primeros meses postcirugía. La microbiota intestinal mostró un aumento en la diversidad bacteriana y una reducción en la proporción de Firmicutes, lo que se asocia a mejoras metabólicas. Se identificó una alta prevalencia de deficiencias de vitamina B12 y calcio, requiriendo suplementación y monitoreo médico regular. **Conclusiones:** la cirugía bariátrica genera beneficios metabólicos, aunque con variaciones individuales. Los cambios en la microbiota pueden influir en la respuesta postquirúrgica. Las complicaciones nutricionales requieren seguimiento y suplementación. Se recomienda investigar estrategias para mejorar el manejo postoperatorio y la calidad de vida de los pacientes.

Palabras clave: Bariátrica, composición corporal, microbiota, nutrición, suplementación

ABSTRACT

Introduction: Obesity is a public health issue with a high prevalence in America. Bariatric surgery is an effective alternative for weight reduction and the improvement of comorbidities such as type 2 diabetes and hypertension. However, its effects on body composition, gut microbiota, and nutritional complications require further analysis.

Objectives: To analyze changes in body composition in patients undergoing bariatric surgery, evaluate modifications in gut microbiota after surgery, and identify nutritional complications, such as vitamin B12 and calcium deficiencies, and their management.

Methodology: A systematic review of studies published between 2019 and 2024 was conducted using scientific databases. Research addressing metabolic, physiological, and nutritional changes in patients undergoing bariatric surgery in America was included.

Results: A significant reduction in fat mass and relative stability of lean mass was observed in the first months after surgery. The gut microbiota showed an increase in bacterial diversity and a reduction in the proportion of Firmicutes, which is associated with metabolic improvements. A high prevalence of vitamin B12 and calcium deficiencies was identified, requiring supplementation and regular medical monitoring.

Conclusions: Bariatric surgery provides metabolic benefits, although with individual variations. Changes in gut microbiota may influence post-surgical response. Nutritional complications require follow-up and supplementation. Further research is recommended to improve postoperative management strategies and enhance patients' quality of life.

Keywords: Bariatric, body composition, microbiota, nutrition, supplementation

1 INTRODUCCIÓN

La obesidad es una de las principales preocupaciones de salud pública a nivel mundial, afectando a más de 650 millones de personas en 2016, según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2018). En Latinoamérica, la prevalencia de obesidad ha aumentado significativamente, con tasas que oscilan entre el 20% y el 30% de la población adulta. En Ecuador, la situación es alarmante, con un aumento del 42,8% en la prevalencia de obesidad en adultos entre 2012 y 2018 (INEC, 2019).

La cirugía bariátrica se ha consolidado como una intervención eficaz para tratar la obesidad severa y sus comorbilidades. Esta intervención no solo reduce el peso corporal, sino que también mejora significativamente la calidad de vida y la salud metabólica de los pacientes (Cordoba, 2017). Sin embargo, los efectos de esta cirugía sobre la composición corporal y la fisiología en los primeros seis meses postquirúrgicos aún requieren una evaluación exhaustiva para comprender plenamente sus beneficios y riesgos.

Diversos estudios han documentado las ventajas de la cirugía bariátrica en la reducción del índice de masa corporal (IMC), la mejora del perfil lipídico y el control de la glucemia en pacientes con diabetes tipo 2 (Fried et al., 2014). No obstante, también se han observado desventajas como deficiencias nutricionales, complicaciones quirúrgicas y problemas psicológicos postoperatorios (Fried et al., 2014).

Se han realizado estudios que reflejan la efectividad de la cirugía bariátrica en la población local. Según un estudio realizado en 2020, el 80% de los pacientes sometidos a cirugía bariátrica experimentaron una reducción significativa de su IMC en los primeros seis meses postquirúrgicos (Cazorla et al., 2022). Sin embargo, un 15% de los pacientes presentó complicaciones menores relacionadas con la absorción de micronutrientes y la adaptación dietética.

2 JUSTIFICACIÓN

La obesidad es una epidemia global que afecta significativamente a la salud pública, especialmente en América, donde las tasas de obesidad han aumentado de manera alarmante en las últimas décadas. La cirugía bariátrica se ha consolidado como una intervención efectiva para el tratamiento de la obesidad mórbida, promoviendo cambios sustanciales en la composición corporal y mejorando parámetros metabólicos y fisiológicos (Tapia et al., 2024). Sin embargo, es fundamental comprender en profundidad los efectos postoperatorios de estas intervenciones para optimizar los resultados y la calidad de vida de los pacientes. Este estudio, que abarca investigaciones realizadas entre 2019 y 2024, proporcionará una visión actualizada y detallada de los cambios metabólicos, fisiológicos y en la composición corporal posteriores a la cirugía bariátrica en pacientes de América, ofreciendo información valiosa para el ámbito académico, científico y clínico (Tapia et al., 2024).

A pesar de la eficacia de la cirugía bariátrica en la reducción de peso y la mejora de comorbilidades asociadas a la obesidad, existe una variabilidad considerable en los resultados postoperatorios entre los pacientes. La falta de una comprensión detallada de los cambios metabólicos y fisiológicos específicos que ocurren después de la cirugía dificulta la personalización de los tratamientos y el manejo óptimo de los pacientes (Mateo et al., 2019). Este estudio aborda la necesidad de sintetizar y analizar la evidencia reciente para identificar patrones y factores determinantes en la evolución postquirúrgica, facilitando así la implementación de estrategias más efectivas en el manejo postoperatorio (Mateo et al., 2019).

Aunque existen estudios previos sobre los efectos de la cirugía bariátrica, este trabajo se distingue por su enfoque en la población americana y por abarcar investigaciones publicadas entre 2019 y 2024, un periodo reciente que permite incorporar los avances más actuales en técnicas quirúrgicas y manejo postoperatorio (Frigolet, Dong, et al., 2020). Además, la metodología de revisión exploratoria (scoping review) permite mapear de manera exhaustiva la literatura existente, identificando vacíos de conocimiento y áreas que requieren mayor investigación, lo que aporta una perspectiva novedosa y amplia sobre el tema (Frigolet, Dong, et al., 2020).

Los resultados de este estudio beneficiarán a diversos grupos:

Profesionales de la salud: Proporcionará información actualizada que facilitará la toma de decisiones clínicas y la personalización de los tratamientos postoperatorios.

Pacientes: Mejorará la comprensión de los posibles cambios y desafíos posteriores a la cirugía, permitiendo una preparación y adaptación más efectiva.

Investigadores: Identificará áreas de investigación futura, promoviendo estudios que aborden las lagunas de conocimiento detectadas.

Sistema de salud: Contribuirá al desarrollo de políticas y protocolos basados en evidencia, optimizando los recursos y mejorando los resultados en salud pública (Frigolet, Dong, et al., 2020).

La realización de esta revisión exploratoria es factible, ya que se basa en la recopilación y análisis de literatura científica disponible públicamente. El periodo de tiempo delimitado (2019-2024) y el enfoque geográfico en América permiten acotar la búsqueda y el análisis de datos (Medina, 2020). Además, el acceso a bases de datos académicas y la disponibilidad de herramientas tecnológicas facilitan la gestión eficiente de la información (Medina, 2020).

Este estudio se alinea con las líneas de investigación en salud pública, nutrición clínica y cirugía, enfocándose en intervenciones para el manejo de la obesidad y sus efectos en la salud humana (Lima et al., 2024). Contribuye al entendimiento de los resultados de la cirugía bariátrica, un área de interés clave en la investigación clínica y epidemiológica, y complementa los esfuerzos académicos por desarrollar estrategias efectivas para combatir la obesidad y mejorar la calidad de vida de los pacientes (Lima et al., 2024).

3 MARCO TEÓRICO

3.1 Antecedentes

Según el estudio de Palacio et al. (2019), la cirugía bariátrica ha demostrado ser un tratamiento eficaz para la obesidad severa, induciendo cambios significativos en la composición corporal, metabólica y fisiológica de los pacientes. Este estudio, realizado en América Latina, analizó a individuos sometidos a bypass gástrico y gastrectomía en manga, encontrando una pérdida considerable tanto de masa grasa como muscular. Los resultados indicaron que el bypass gástrico ocasiona una mayor reducción de masa muscular en comparación con la gastrectomía en manga, lo que resalta la necesidad de intervenciones nutricionales que incrementen la ingesta proteica para preservar la masa muscular y mejorar los resultados clínicos a largo plazo. La investigación se llevó a cabo mediante un diseño longitudinal, siguiendo a los pacientes durante un año postoperatorio, y evidenció la importancia de enfoques multidisciplinarios para optimizar los beneficios de estos procedimientos quirúrgicos.

Según un estudio reciente de Blanco y Nicolau (2024), la administración de liraglutida a una dosis de 3 mg durante ocho meses en pacientes con obesidad de grado 3 y 4 resultó en una reducción significativa del peso corporal, el índice de masa corporal (IMC) y la circunferencia abdominal. Además, se observó una mejora notable en la composición corporal, con disminuciones en el porcentaje y la masa de grasa, mientras que la pérdida de masa muscular fue mínima y no estadísticamente significativa. Los parámetros metabólicos también mostraron mejoras, incluyendo una reducción de la presión arterial y una mejoría en las variables bioquímicas estudiadas. Asimismo, se registró un incremento significativo en los niveles de 25-OH-vitamina D al finalizar la intervención. Estos hallazgos sugieren que la liraglutida puede ser una terapia adyuvante eficaz y segura en pacientes con obesidad severa, contribuyendo a mejoras en la composición corporal y en factores de riesgo cardiovascular.

Según el estudio realizado por Bahamon (2024), la cirugía bariátrica genera cambios profundos en la microbiota intestinal de los pacientes, lo que influye directamente en las mejoras metabólicas observadas tras la intervención. Este estudio, centrado en pacientes de América Latina, destaca que procedimientos como el bypass gástrico en Y de Roux (RYGB) producen una mayor diversidad bacteriana y alteraciones en la abundancia de ciertos filos, como un incremento de Proteobacteria y Verrucomicrobia, acompañado de una reducción en Firmicutes. Además, la presencia de

Akkermansia muciniphila se asocia con beneficios metabólicos significativos, subrayando la importancia del microbiota como un factor clave en los efectos positivos postquirúrgicos. Los resultados sugieren que las modificaciones en el microbiota intestinal desempeñan un papel crucial en la mejora del perfil metabólico de los pacientes sometidos a cirugía bariátrica.

Un estudio reciente de Rivera et al. (2024), analizó los cambios metabólicos y de composición corporal en adultos mexicanos sometidos a cirugía bariátrica, específicamente gastrectomía en manga laparoscópica (LSG) y bypass gástrico en Y de Roux laparoscópico (LRYGB). Los resultados mostraron una disminución significativa en marcadores metabólicos y de composición corporal postcirugía, excepto en el colesterol HDL, que tendió a incrementarse sin significancia estadística. Además, se observó que las mujeres sometidas a LRYGB experimentaron una mayor reducción de masa libre de grasa. El LRYGB también se asoció con una mayor disminución en la prevalencia de hígado graso, reflujo gastroesofágico, resistencia a la insulina e hipercolesterolemia, mientras que la LSG mostró una mayor reducción en hipertensión, osteoartritis, hipotiroidismo e hipertrigliceridemia. Estos hallazgos sugieren que la cirugía bariátrica induce cambios metabólicos y en la composición corporal que pueden mejorar las comorbilidades asociadas a la obesidad, con variaciones según el tipo de procedimiento realizado.

3.2 La obesidad

La obesidad es una condición crónica y compleja que representa una de las principales causas de muerte en los países desarrollados (Lechea et al., 2019). En las naciones en vías de desarrollo, esta enfermedad está emergiendo como un problema de salud pública crítico, siendo considerada una de las grandes epidemias contemporáneas. Su impacto global ha convertido a la obesidad en un desafío significativo para los sistemas de salud en el siglo XXI (Lechea et al., 2019).

Este trastorno se caracteriza por una acumulación excesiva de grasa corporal que afecta negativamente la salud. En términos prácticos, la obesidad surge como resultado de un desequilibrio prolongado entre la ingesta calórica y el gasto energético, lo que genera un exceso acumulativo de energía en el organismo. Este estado de balance energético positivo prolongado desencadena el almacenamiento de grasa y contribuye a su persistencia como un problema crónico (Lechea et al., 2019).

La obesidad sostenida está estrechamente relacionada con un aumento en la incidencia de enfermedades crónicas como hipertensión arterial, diabetes tipo 2, diversos tipos de cáncer y patologías respiratorias (Chooi et al., 2019). Además, a medida que el grado de obesidad se intensifica, se incrementan tanto la morbilidad como la mortalidad asociada a estas condiciones, lo que resalta la urgencia de implementar estrategias efectivas de prevención y tratamiento (Chooi et al., 2019).

3.3 Tratamiento de la obesidad

En el mismo periodo en que la obesidad ha incrementado su prevalencia a nivel mundial, también se ha observado un aumento en los intentos por lograr la pérdida de peso. Las principales organizaciones de salud han recomendado, como primera línea de intervención, cambios integrales en el estilo de vida, especialmente en individuos con índices de masa corporal (IMC) entre 25 y 27 (Ibacache, 2023). Estas estrategias incluyen ajustes en la dieta, incremento en la actividad física y modificaciones conductuales. En casos de obesidad más severa, donde el IMC alcanza valores iguales o superiores a 30 o está acompañado de comorbilidades, se sugieren tratamientos farmacológicos como complemento de las intervenciones conductuales. Para pacientes con un IMC igual o superior a 40, o a partir de 35 si presentan comorbilidades, la cirugía bariátrica es considerada una opción viable para complementar los cambios en el estilo de vida (Ibacache, 2023).

Recientemente, la cirugía bariátrica ha comenzado a evaluarse también en individuos con un IMC de entre 30 y 35, particularmente en aquellos con diabetes tipo 2 que no logran un control adecuado mediante tratamientos médicos convencionales (Ibacache, 2023). Esta intervención quirúrgica ha mostrado ser eficaz no solo en la reducción del peso corporal, sino también en la mejora y remisión de comorbilidades relacionadas con la obesidad, como la hipertensión, la dislipidemia y la esteatosis hepática no alcohólica.

El enfoque integral en el tratamiento de la obesidad combina estrategias simultáneas que incluyen la educación en hábitos de vida saludables, la implementación de dietas hipocalóricas y el fomento de la actividad física regular. Las dietas mediterráneas han demostrado beneficios adicionales al promover la reducción de peso, mejorar el control glicémico y reducir el riesgo de enfermedades cardiovasculares. Además, se ha incrementado el interés en dietas basadas en plantas, que no solo

benefician la salud humana, sino también contribuyen al cuidado ambiental (Ibacache, 2023).

La actividad física desempeña un rol crucial en este abordaje, recomendándose un mínimo de 200 a 300 minutos semanales de actividad moderada para promover la pérdida de peso y el mantenimiento del peso perdido (Ibacache, 2023). Aunque los beneficios directos de la actividad física sobre la pérdida de peso suelen ser modestos, su impacto en la salud general es significativo, incluyendo mejoras en la resistencia a la insulina y en la función cardiovascular.

La cirugía bariátrica, considerada segura y costo-efectiva, ha evolucionado hacia técnicas como la gastrectomía vertical y el bypass gástrico en Y de Roux, las cuales ofrecen beneficios sostenidos en términos de pérdida de peso y control de comorbilidades. Sin embargo, estas técnicas presentan retos asociados, como déficits nutricionales que requieren un seguimiento y manejo adecuado (Ibacache, 2023). La evidencia respalda la efectividad de la cirugía bariátrica no solo en la pérdida de peso a largo plazo, sino también en la mejora de la calidad de vida y la expectativa de vida de los pacientes, aunque aún persisten interrogantes sobre su impacto en componentes específicos de la condición física, como la fuerza muscular y la capacidad cardiorrespiratoria (Ibacache, 2023).

3.4 Diagnóstico y clasificación

El índice de masa corporal (IMC) es el método más utilizado actualmente para estimar la cantidad de grasa corporal y determinar si el peso de una persona se encuentra dentro de los rangos normales. Este criterio, propuesto por la Organización Mundial de la Salud (OMS), clasifica las diferentes categorías de peso corporal en función de un cálculo sencillo: el peso en kilogramos dividido entre el cuadrado de la altura en metros (Organización Mundial de Salud, 2020).

Aunque el IMC es una herramienta ampliamente empleada, su uso tiene limitaciones. Está diseñado específicamente para adultos, por lo que no es aconsejable aplicarlo en niños ni en individuos con una proporción de masa muscular significativamente superior a la media, como los deportistas. Según este criterio, se considera que una persona es obesa cuando presenta un IMC igual o superior a 30 kg/m². En casos donde el IMC supera los 40 kg/m², se clasifica como obesidad mórbida, una

categoría que implica mayores riesgos para la salud (Organización Mundial de Salud, 2020).

Tabla 1.

Clasificación del peso corporal según la OMS.

Clasificación	IMC (kg/m²)
Normo peso	18,5-24,9
Sobrepeso	25-29,9
Obesidad grado I o moderada	30-34,9
Obesidad grado II o severa	35-39,9
Obesidad grado III o mórbida	≥ 40

Nota: La OMS clasifica el peso corporal según el IMC, considerando normopeso entre 18,5–24,9, sobrepeso entre 25–29,9, y obesidad en tres grados a partir de IMC ≥30. Esta clasificación permite evaluar riesgos para la salud asociados al exceso de peso.

Fuente: Organización Mundial de la Salud (OMS, 2020).

3.5 Factores causales que modifican el gasto energético

Factores que influyen en la recuperación del peso tras la pérdida:

Aunque se asocia principalmente a una ingesta excesiva de alimentos, la obesidad también está condicionada por diversos factores que dificultan el mantenimiento del peso perdido:

Factores genéticos y nutrigenómicos: Reguladores del peso a corto y largo plazo, influyen en la saciedad y la conducta alimentaria.

Factores físicos: Incluyen discapacidades, hipofunción digestiva, problemas sensoriales, déficit mental y dificultades en salivación, masticación y deglución.

Factores fisiológicos: Disminución del gasto energético basal, alteraciones en el metabolismo de carbohidratos y cambios en la composición corporal, además de interacciones entre fármacos y nutrientes.

Factores psicosociales: La pobreza, hábitos alimentarios inadecuados, condiciones de vida desfavorables, ansiedad, soledad y depresión son prevalentes.

Factores conductuales: Hábitos como el tabaquismo y el alcoholismo impactan negativamente la salud y el estado nutricional.

Factores alimenticios: Dietas con alimentos densos en energía, ricos en grasas saturadas, sodio y azúcares, contribuyen a la ganancia de peso.

Edad: El envejecimiento genera cambios hormonales y un estilo de vida más sedentario, incrementando la grasa corporal (Rivadeneira & Saguay, 2021).

Sexo: Las mujeres están más predispuestas debido a factores como embarazo, menopausia y el síndrome de ovario poliquístico.

Raza: Afrodescendientes e hispanos presentan mayor predisposición genética a la obesidad.

Sedentarismo: La falta de actividad física impide el gasto calórico necesario, favoreciendo el almacenamiento de grasa.

Medicamentos: Algunos, como antidepresivos, antipsicóticos, antidiabéticos, anticonvulsivos, esteroides y betabloqueantes, promueven el aumento de peso.

Estrés, sueño y ritmo circadiano: La alteración del sueño afecta la regulación hormonal del hambre y el apetito, favoreciendo la ganancia de peso (Rivadeneira & Saguay, 2021).

3.6 Etiología de la obesidad

El término obesidad tiene su origen en el latín obesus, que a su vez deriva de obedo, una palabra que significa "gordo" o "repleto". Esta condición puede entenderse como el resultado de un desequilibrio energético prolongado, en el que la ingesta calórica supera de manera constante las necesidades metabólicas del organismo, provocando un exceso en el almacenamiento de grasa corporal (Rivadeneira & Saguay, 2021).

La obesidad tiene una naturaleza multifactorial, influenciada por una combinación de factores que incrementan el riesgo de desarrollarla. Entre estos se incluyen predisposiciones genéticas y elementos sociales, conductuales, culturales, fisiológicos, psicológicos, metabólicos y celulares. Todos estos factores están interrelacionados y se ven profundamente influenciados por los hábitos y comportamientos individuales (Rivadeneira & Saguay, 2021).

3.7 Fisiología de la obesidad

El aumento excesivo de grasa corporal ocurre cuando la energía consumida a través de alimentos y bebidas supera consistentemente el gasto energético, lo que

responde a un principio termodinámico influido por factores moduladores y mecanismos de retroalimentación. Existe un rango establecido de $\pm 10\%$ en el que el peso corporal tiende a mantenerse, y ajustes en el balance energético o en los hábitos alimenticios pueden permitir regresar al peso inicial.

No obstante, este fenómeno también explica las altas tasas de recaída en el peso tras tratamientos nutricionales para la obesidad. En aproximadamente el 5% de los casos, la obesidad es secundaria a condiciones médicas subyacentes, por lo que resulta esencial identificar patologías asociadas, como el síndrome de Cushing, hiperinsulinismo orgánico, hipotiroidismo, panhipopituitarismo o hipogonadismo, que pueden contribuir al problema (Rivadeneira & Saguay, 2021).

Otros factores por considerar incluyen síndromes genéticos complejos, alteraciones en el hipotálamo y el consumo de ciertos medicamentos. Aunque estos no son causas directas de obesidad, pueden influir mediante mecanismos etiopatogénicos, como alteraciones en el ritmo circadiano, que afectan la regulación del peso corporal y complican su tratamiento (Rivadeneira & Saguay, 2021).

Defecto metabólico: Estudios han señalado que las personas con obesidad tienden a presentar una mayor eficiencia metabólica, lo que se traduce en un menor gasto energético. Investigaciones en niños con sobrepeso han demostrado que su gasto energético es inferior al de niños con peso normal, mientras que, en adultos con predisposición a la obesidad, este bajo gasto energético aumenta el riesgo de desarrollar la condición (Rivadeneira & Saguay, 2021). Procesos metabólicos como el ciclo glucolítico-gluconeogénico, la actividad de la Na K AT pasa y la función de la grasa parda muestran una menor actividad en pacientes con obesidad, donde mecanismos compensatorios ayudan a mantener un peso por encima del usual. Sin embargo, otros estudios han encontrado similitudes en el gasto energético basal entre individuos normo peso y aquellos post-obesos, sugiriendo que la falta de adaptación a los cambios en la ingesta calórica y la inactividad física son los factores principales detrás del desarrollo de la obesidad (Rivadeneira & Saguay, 2021).

Ingesta anormal: En personas con obesidad, la regulación de la ingesta está influenciada mayoritariamente por señales externas. Estos pacientes suelen consumir alimentos en exceso y tienen una percepción distorsionada de su dieta, creyendo que es hipocalórica, mientras que también tienden a sobreestimar su nivel de actividad física.

Este patrón de consumo y percepción errónea está más relacionado con una obesidad primaria que con problemas de termogénesis o alteraciones metabólicas específicas (Rivadeneira & Saguay, 2021).

Ejercicio: Aunque la inactividad física no es una causa directa de obesidad, sí contribuye a su perpetuación. La falta de ejercicio reduce el gasto energético y limita las oportunidades de contrarrestar el exceso de calorías consumidas, lo que refuerza la acumulación de grasa corporal (Rivadeneira & Saguay, 2021).

Factores genéticos: Los factores genéticos desempeñan un papel importante en el desarrollo de la obesidad, aunque están influenciados por factores ambientales a través de mecanismos epigenéticos. Estudios en niños adoptados han mostrado una correlación más fuerte entre su peso corporal y el de sus padres biológicos, destacando la herencia genética como un elemento clave en la predisposición a la obesidad (Rivadeneira & Saguay, 2021).

3.8 Manifestaciones clínicas de la obesidad

Las personas con obesidad presentan diversas manifestaciones clínicas que incluyen signos visibles y síntomas que tienden a agravarse con el aumento del peso corporal (Rivadeneira & Saguay, 2021).

Signos:

- Engrosamiento y oscurecimiento de la piel, conocido como acantosis nigricans.
- Presencia de estrías en la piel.
- Edemas y desarrollo de venas varicosas en las extremidades inferiores.
- Índice de masa corporal (IMC) mayor a 30 kg/m².

Síntomas:

A medida que el peso aumenta, los síntomas se intensifican y pueden incluir:

- Dolor en la espalda y articulaciones (artralgias).
- Dificultad para respirar (disnea) y fatiga constante.
- Problemas para dormir, incluyendo apnea del sueño.
- Movilidad reducida e inmovilidad en casos severos.

- Sudoración excesiva e intolerancia al calor.
- Propensión a infecciones en los pliegues de la piel.
- Problemas emocionales, como la depresión (Rivadeneira & Saguay, 2021).

Peso:

El peso es un indicador que refleja la masa corporal total de una persona, medido en kilogramos (kg). Este dato se obtiene utilizando instrumentos como una báscula o balanza y permite conocer el estado actual del peso corporal (Rivadeneira & Saguay, 2021).

Talla:

La talla es el principal indicador del crecimiento físico de una persona, expresado en metros (m). Se mide con herramientas como un estadiómetro o una barra de altura, proporcionando información esencial sobre el desarrollo físico (Rivadeneira & Saguay, 2021).

Circunferencia de la cintura:

Esta medida se utiliza como un indicador del nivel de grasa acumulada en la región abdominal. Se toma en la parte media entre el borde inferior de las costillas y la cresta iliaca. Según la OMS, se considera obesidad abdominal cuando la circunferencia de cintura supera los 88 cm en mujeres y los 102 cm en hombres (Rivadeneira & Saguay, 2021).

3.9 Composición corporal

La composición corporal constituye un elemento clave para evaluar el estado nutricional de una persona, ya que permite determinar las reservas energéticas y estructurales del cuerpo (Tristan, 2021). A través de este análisis, es posible identificar desequilibrios nutricionales, como el exceso de grasa asociado a la obesidad, o deficiencias nutricionales que se manifiestan en la reducción tanto de la grasa corporal como de la masa muscular, lo que refleja un cuadro de desnutrición (Tristan, 2021).

3.10 Componentes de la composición corporal

El cuerpo humano está compuesto por diversas sustancias esenciales como agua, grasa, músculo y hueso, cada una con funciones y características específicas que contribuyen al equilibrio del organismo.

A. Agua: Es el principal componente del cuerpo, representando entre el 50% y el 65% del peso total (Tristan, 2021).

B. Masa libre de grasa (MLG): Incluye tejidos no grasos que son metabólicamente activos, como huesos, músculos, agua extracelular y tejido nervioso. Constituye un conjunto heterogéneo de estructuras vitales:

- **Masa muscular:** Representa el 40% del peso total del cuerpo y constituye la mitad de la MLG, siendo un marcador importante del estado nutricional (Tristan, 2021).
- **Masa ósea:** Conformar el 14% del peso total y el 18% de la MLG, proporcionando soporte estructural al organismo (Tristan, 2021).

C. Tejido adiposo o grasa de almacenamiento: Corresponde al 20% del peso corporal y está formado por adipocitos, cuya función principal es servir como reserva energética y participar en el metabolismo hormonal. Se clasifica según su ubicación y tipo:

- **Tejido adiposo blanco (TAB):** Almacena energía en forma de grasa y actúa como un órgano endocrino, regulando funciones autocrinas, paracrinas y endocrinas (Tristan, 2021).
- **Tejido adiposo marrón (TAM):** Especializado en la oxidación de lípidos para la generación de calor, contribuyendo a la termorregulación (Tristan, 2021).

Dentro de este tejido, se distinguen dos tipos de grasa según su localización:

1. **Grasa subcutánea:** Se encuentra bajo la piel, entre la dermis y las capas musculares, con depósitos específicos en zonas como el abdomen, glúteos y muslos. Su fracción superficial, medida con lipocaliper, permite evaluar la grasa subcutánea, mientras que la fracción profunda actúa como aislante térmico y es más prevalente en casos de obesidad (Tristan, 2021).
2. **Grasa visceral:** Situada dentro de cavidades como el tórax, abdomen y pelvis, esta grasa se asocia con enfermedades metabólicas como resistencia a la insulina, diabetes mellitus, hiperlipidemia y aterosclerosis. Debido a su ubicación interna, se evalúa mejor mediante técnicas de imagen en lugar de métodos antropométricos como los pliegues cutáneos (Tristan, 2021).

3.11 Composición corporal y distribución de las grasas

La grasa corporal puede representar entre el 2% y el 70% del peso total del cuerpo. Los rangos considerados adecuados varían según el género: en los hombres se sitúan entre el 8% y el 24%, mientras que en las mujeres oscilan entre el 21% y el 35%. Niveles superiores a estos valores se asocian con acumulación de grasa en áreas específicas, como la región central, abdominal, troncular, visceral o en el hemicuerpo superior (Tristan, 2021). Este exceso de grasa corporal está relacionado con diversas afecciones metabólicas y cardiovasculares, incluyendo diabetes mellitus tipo 2, intolerancia a la glucosa, hiperinsulinemia y enfermedades coronarias (Tristan, 2021).

3.12 Nutrición excesiva

La nutrición excesiva se refiere al consumo prolongado de nutrientes en cantidades superiores a las necesidades del organismo. Este fenómeno incluye, entre otros, la ingesta habitual de productos con elevado contenido calórico, comúnmente ofrecidos por la industria alimentaria (Tristan, 2021).

A) Sobrepeso y obesidad

El sobrepeso y la obesidad se definen como una acumulación excesiva de grasa corporal, lo que constituye un problema significativo de salud pública. En los hombres, un rango saludable de grasa corporal se sitúa entre el 8% y el 24%, mientras que en las mujeres oscila entre el 21% y el 35%. Cuando estos valores se exceden, se indica la posibilidad de sobrepeso o incluso obesidad (Tristan, 2021).

B) Clasificación de la obesidad

1. Según su origen:

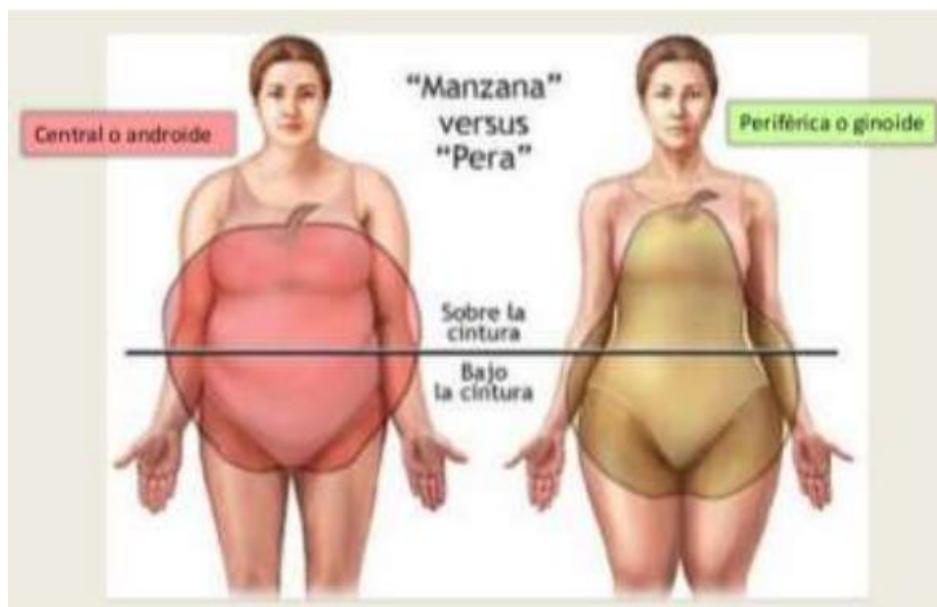
- **Endógena:** Este tipo de obesidad surge de alteraciones en el funcionamiento de las glándulas endocrinas. Ejemplos incluyen hipotiroidismo, síndrome de Cushing (afectando las glándulas suprarrenales), diabetes mellitus (alteraciones en la insulina), síndrome de ovario poliquístico o hipogonadismo. En estos casos, la pérdida de peso resulta difícil, incluso con dietas adecuadas y actividad física, y a menudo se experimenta un aumento continuo del peso corporal (Tristan, 2021).
- **Exógena:** Provocada por hábitos de vida inadecuados, como la sobrealimentación y la falta de ejercicio físico. Este tipo de obesidad es la más común y no está asociada a enfermedades orgánicas (Tristan, 2021).

2. Según la distribución de la grasa corporal:

- **Obesidad abdomino-visceral o tipo androide:** Se caracteriza por la acumulación de grasa en la parte superior del cuerpo, como el cuello, los hombros y la zona superior del abdomen. Este patrón de obesidad se encuentra tanto en hombres como en mujeres y está relacionado con condiciones como diabetes tipo 2, aterosclerosis, hiperuricemia e hiperlipidemia, siendo estas consecuencias directas de la resistencia a la insulina (Tristan, 2021).
- **Obesidad femoroglútea o tipo ginecoide:** Predomina la acumulación de grasa en las caderas, los glúteos y los muslos. Este tipo de grasa presenta una alta actividad de lipogénesis (formación de grasa) debido a la prevalencia de receptores alfa-2 adrenérgicos y una menor actividad lipolítica (descomposición de grasa). Además, la circunferencia de la cadera tiene una correlación negativa con el riesgo cardiovascular, indicando una menor probabilidad de desarrollar enfermedades cardiovasculares en comparación con otros patrones de obesidad (Tristan, 2021).

Figura 1.

Distribución de grasa tipo androide (en forma de manzana) y ginecoide (en forma de pera).



Fuente: (Tristan, 2021).

3.13 Factores relacionados a la obesidad

Diversos factores contribuyen al desarrollo de esta patología, destacando aspectos sociales, económicos, ambientales y biológicos que interactúan de manera compleja:

1. Factores sociales:

Elementos como la realización de trabajos con baja demanda física o intelectual, la maternidad a edades tempranas y la viudez pueden influir en el desarrollo de esta condición al modificar hábitos de vida y patrones alimentarios (Tristan, 2021).

2. Factores económicos:

La obesidad muestra una prevalencia variable según el nivel socioeconómico y la ubicación geográfica. En países desarrollados, se observa una mayor incidencia en las clases sociales bajas, mientras que en naciones en desarrollo es más común en grupos de ingresos altos (Tristan, 2021).

3. Factores ambientales:

- **Edad y cambios hormonales:** El envejecimiento y las alteraciones hormonales asociadas, como las experimentadas durante la menopausia, tienden a favorecer una mayor ingesta calórica y una disminución del gasto energético.
- **Entorno obesogénico:** Los hábitos familiares desempeñan un papel importante. Padres que promueven la sobrealimentación y el sedentarismo influyen negativamente en las conductas alimentarias de los individuos (Tristan, 2021).

4. Estilo de vida:

El consumo excesivo de alimentos altamente calóricos, el tamaño desproporcionado de las porciones y un número elevado de comidas al día son hábitos comunes que exceden los requerimientos nutricionales y fomentan el desarrollo de la obesidad (Tristan, 2021).

5. Alteraciones del sistema circadiano:

La interrupción del ritmo circadiano puede inhibir la función de la melanocortina, responsable de regular la secreción de leptina y adiponectina, hormonas clave en el control del apetito y el metabolismo energético.

6. Enfermedades endocrinas:

Alteraciones en el eje hipotálamo-hipofisoadrenal, hipofisogonadal o relacionadas con la hormona del crecimiento pueden predisponer al aumento de peso.

7. Tratamientos farmacológicos y estado metabólico:

Algunos medicamentos y trastornos metabólicos alteran el balance energético, contribuyendo al desarrollo de obesidad (Tristan, 2021).

8. Microbiota intestinal:

La composición y funcionalidad del microbiota intestinal cambia con la edad, lo que afecta el metabolismo y puede influir en el riesgo de obesidad.

9. Factores genéticos:

Ciertos genes están asociados con un mayor riesgo de obesidad:

- **Gen FTO:** Su polimorfismo rs9939609 está relacionado con un aumento en el índice de masa corporal (IMC), perímetro de cintura, niveles elevados de insulina y triglicéridos, así como alteraciones en la percepción de hambre y saciedad.
- **Gen MC4R:** Se vincula tanto con la acumulación de grasa corporal como con un IMC elevado.

Clasificación del IMC (kg/m²):

- **Bajo peso:** <18.5
- **Normo peso:** 18.5-24.9
- **Sobrepeso grado I:** 25-26.9
- **Sobrepeso grado II:** 27-29.9
- **Obesidad tipo I:** 30-34.9
- **Obesidad tipo II:** 35-39.9
- **Obesidad tipo III:** 40-49.9
- **Obesidad tipo IV (extrema):** >50

La obesidad es una condición multifactorial, influida por el entorno, las conductas individuales y las predisposiciones genéticas, que requiere un enfoque integral para su prevención y manejo (Tristan, 2021).

3.14 Obesidad y relación con la morbimortalidad

Se trata de personas con obesidad que presentan una alta predisposición a desarrollar diversas afecciones metabólicas y otras condiciones no patológicas. En particular, la obesidad de tipo central o abdominal se asocia de manera significativa con la resistencia a la insulina, lo que impacta negativamente en su salud general y contribuye a una reducción considerable en su esperanza de vida (Tristan, 2021).

Tabla 2.

Enfermedades y condiciones asociadas a la obesidad.

Muy incrementado (riesgo relativo > 3)	Moderadamente incrementado (riesgo relativo 2-3)	Levemente incrementado (riesgo relativo 1-2)
Diabetes mellitus tipo 2	Enfermedad coronaria, Accidente vascular cerebral	Cáncer de mama en mujeres postmenopáusicas, endometrial, colon y otros.
Hipertensión arterial	Osteoartritis (rodillas)	Alteraciones hormonales reproductivas / fertilidad alterada
Dislipidemia	Gota / Hiperuricemia	Ovario poliquístico
Enfermedad vesicular	Alteraciones psicológicas	Alteraciones de piel
Resistencia a la insulina	Enfermedad respiratoria	Lumbalgia
Apnea del sueño	Hernia	Defectos fetales asociados con obesidad materna
Aislamiento social y depresión	-	Venas varicosas
Asma	-	Alteraciones musculoesqueléticas

Somnolencia y fatiga	-	Cataratas
Enfermedad hepática grasa no alcohólica (hígado graso)	-	Incontinencia por estrés
-	-	Edema/celulitis

Nota: La obesidad incrementa el riesgo relativo de múltiples enfermedades; se asocia fuertemente (RR >3) con diabetes tipo 2, hipertensión y apnea del sueño, y de forma moderada o leve con patologías metabólicas, reproductivas y musculo esqueléticas.

3.15 Vitaminas

Las vitaminas son un conjunto de compuestos esenciales que el organismo requiere para garantizar el funcionamiento adecuado de sus procesos fisiológicos y metabólicos. A lo largo de la vida, los seres humanos necesitan 13 tipos específicos de vitaminas en cantidades apropiadas. Estas incluyen la vitamina A, C, D, E, K, y las vitaminas del complejo B, como la tiamina (B1) y la riboflavina (B2) (Carranco, 2024).

Las vitaminas se dividen en dos categorías principales:

Vitaminas liposolubles: Estas se almacenan en el hígado y comprenden cuatro tipos: A, D, E y K (Carranco, 2024).

Vitaminas hidrosolubles: No se acumulan en el organismo y deben ser consumidas regularmente. Este grupo incluye la vitamina C y ocho vitaminas del complejo B (Carranco, 2024).

3.16 Minerales

Los minerales son elementos químicos esenciales que el cuerpo humano necesita para llevar a cabo sus funciones normales, pero que no puede producir de manera natural. Por esta razón, deben obtenerse exclusivamente a través de la dieta (Carranco, 2024). Una alimentación equilibrada y variada es fundamental para garantizar la ingesta de todos los minerales necesarios, los cuales desempeñan funciones vitales como mantener el cerebro, el corazón y los huesos en condiciones óptimas (Carranco, 2024).

Entre los minerales esenciales para el organismo humano se encuentran el potasio, cloro, sodio, calcio, hierro, fósforo, cobre, yodo, magnesio, zinc, manganeso, cromo, molibdeno, cobalto y selenio (Carranco, 2024). La disponibilidad y absorción de estos

micronutrientes, conocida como biodisponibilidad, está influida por diversos factores que pueden variar según la dieta y las condiciones individuales de cada persona (Carranco, 2024).

3.17 El tejido adiposo

El tejido adiposo es un componente único del cuerpo humano que actúa como un depósito de lípidos, respondiendo al exceso de energía en el organismo. Este tejido, compuesto principalmente por adipocitos, desempeña un papel fundamental en la regulación del metabolismo, el control del apetito, la sensibilidad a la insulina, las respuestas inmunológicas y la salud vascular (Kojta et al., 2020). Su función principal es almacenar energía en forma de triacilgliceroles durante los periodos de excedente calórico y movilizarla cuando hay restricción energética. Sin embargo, su importancia va más allá de esta función tradicional, ya que también actúa como un órgano endocrino al producir hormonas y señales metabólicas clave, como la leptina y otras adipoquinas (Ghaben & Scherer, 2019).

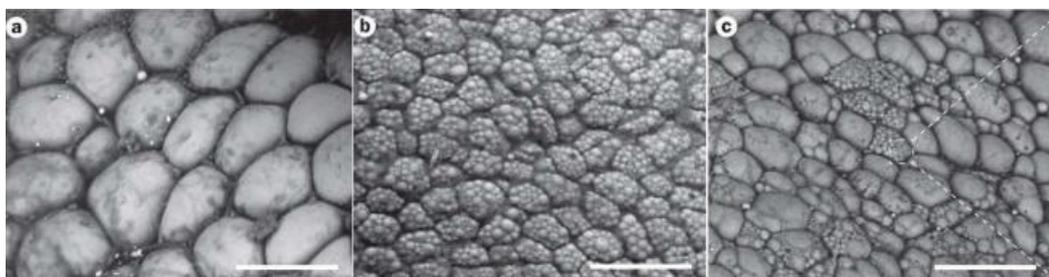
El crecimiento del tejido adiposo puede ocurrir a través de dos mecanismos: la hipertrofia, caracterizada por el aumento en el tamaño de los adipocitos debido a la acumulación de lípidos, y la hiperplasia, que implica un incremento en el número de estas células mediante diferenciación celular (Ghaben & Scherer, 2019). Existen dos tipos principales de tejido adiposo con funciones y características distintivas: el tejido adiposo blanco (TAB) y el tejido adiposo marrón (TAM). El TAB, además de su papel energético, protege y aísla órganos vitales, aunque su acumulación excesiva, especialmente en la región visceral, se asocia con resistencia a la insulina y otras enfermedades metabólicas. Por otro lado, el TAM es responsable de la termogénesis adaptativa, utilizando la energía almacenada para generar calor, gracias a su composición rica en mitocondrias y su capacidad de realizar lipólisis (Fernández, 2020).

En los últimos años, se ha identificado un tercer tipo de adipocito, conocido como beige o brite, que aparece en el tejido adiposo blanco bajo ciertas condiciones, como exposición al frío o estimulación adrenérgica. Este proceso, denominado pardeamiento, otorga al tejido características similares a las del TAM, ampliando su capacidad para disipar energía. Además, se han desarrollado técnicas avanzadas, como la tomografía por emisión de positrones, para identificar y estudiar el comportamiento del TAM en humanos adultos, demostrando que sigue activo en regiones específicas como el cuello y

el área supraclavicular. Este descubrimiento ha resaltado el papel crucial del tejido adiposo en la regulación energética y su impacto en la salud metabólica.

Figura 2.

Tipo de adipocitos.



Nota: A) Adipocitos blancos con una sola gota de lípida; B) Adipocitos marrones multiloculares; C) Adipocitos beige tras estímulo farmacológico β adrenérgico del TAB inguinal. Microfotografía de microscopio de barrido. Fuente: (Fernández, 2020).

3.18 Adipogénesis

El tejido adiposo comienza a desarrollarse incluso antes del nacimiento, y en la etapa postnatal experimenta una expansión que ocurre mediante dos mecanismos: un aumento en el número de adipocitos y un incremento en su tamaño. Este proceso continuo asegura la capacidad del organismo para almacenar energía de manera eficiente durante su crecimiento y desarrollo (Ghaben & Scherer, 2019).

La adipogénesis es el proceso biológico que transforma las células madre precursoras, de origen mesenquimal y con formas fusiformes o estrelladas, conocidas como preadipocitos, en adipocitos maduros completamente funcionales. Este cambio estructural y funcional implica la activación secuencial de múltiples factores de transcripción que guían la evolución de estas células desde un estado primitivo y multipotente hasta alcanzar un fenotipo final. Durante este proceso, los preadipocitos experimentan cambios significativos en su forma celular y comienzan a acumular lípidos en su interior (Fernández, 2020).

Para completar su maduración, estas células deben atravesar dos etapas fundamentales. Primero, la determinación de adipocitos, que define su compromiso hacia la línea adiposa, y luego la diferenciación de adipocitos, donde adquieren las características funcionales y morfológicas necesarias para desempeñar su papel en el almacenamiento y movilización de lípidos. Este proceso es esencial para el desarrollo y

mantenimiento del tejido adiposo y, en consecuencia, para el equilibrio energético del organismo.

3.19 Regulación de la ingesta de alimentos

El equilibrio energético en el organismo es un proceso crucial para garantizar el funcionamiento adecuado de las células, ya que permite mantener una relación armoniosa entre la energía acumulada en forma de grasa y su utilización a través de procesos metabólicos. Sin embargo, en ciertas circunstancias, la energía consumida mediante la alimentación no se ajusta al gasto energético diario. Factores como los hábitos de vida, el entorno, las condiciones socioeconómicas y culturales pueden contribuir a este desequilibrio, que, si se mantiene a lo largo del tiempo, puede llevar a cambios significativos en el peso corporal (Fernández, 2020).

El control de la ingesta energética está regulado por dos sistemas principales. El primero, a corto plazo, se encarga de gestionar las señales inmediatas relacionadas con el hambre y la saciedad durante y después de cada comida. El segundo, a largo plazo, regula el almacenamiento y uso de energía, asegurando que las reservas energéticas del organismo sean adecuadas para mantener su funcionamiento en períodos prolongados. Estos sistemas interactúan constantemente para ajustar la ingesta y el gasto energético, aunque diversas influencias externas pueden interrumpir este equilibrio y contribuir a trastornos metabólicos como la obesidad.

3.20 Sistema de regulación a largo plazo

La regulación energética a largo plazo depende de señales hormonales provenientes del tejido adiposo, las cuales reflejan el tamaño de las reservas energéticas del cuerpo. Tres hormonas desempeñan un papel clave en este proceso: insulina, leptina y ghrelina, cada una con funciones específicas en el control metabólico y del balance energético.

La insulina, producida por las células beta del páncreas, es una hormona esencial para regular los niveles de glucosa en sangre y tiene un impacto significativo en el metabolismo energético. Además de su papel en la glucemia, la insulina estimula la lipogénesis, reduce la lipólisis y facilita el transporte de aminoácidos hacia las células. En personas con obesidad, la respuesta insulínica suele ser mayor ante una misma cantidad de glucosa, lo que vincula sus niveles plasmáticos no solo con la ingesta reciente, sino también con la cantidad de grasa corporal acumulada (Fernández, 2020).

La leptina, secretada por el tejido adiposo, está directamente relacionada con la cantidad de masa grasa, el tamaño de los adipocitos y su contenido en triglicéridos. Esta hormona actúa sobre el hipotálamo para regular el estado nutricional, inhibiendo el apetito, promoviendo el gasto energético y fomentando la lipólisis. Sin embargo, en personas con obesidad, se desarrolla resistencia a la leptina, lo que impide que esta ejerza su efecto anorexigénico y catabólico a pesar de sus niveles elevados, dificultando la reducción de adiposidad (Fernández, 2020).

La ghrelina, producida principalmente en el estómago, es la única hormona conocida con un efecto estimulante del apetito. Sus niveles aumentan durante el ayuno, generando hambre y promoviendo la acumulación de energía a través de un mayor consumo de alimentos. Aunque está relacionada con la hormona del crecimiento, su acción sobre la adiposidad opera a través de circuitos neuronales que controlan la ingesta, el gasto energético y la distribución de nutrientes. En estados de saciedad, como después de una comida, sus niveles disminuyen notablemente, mientras que en personas con obesidad tienden a mantenerse bajos de forma crónica (Fernández, 2020).

3.21 Sistema de regulación a corto plazo

En los humanos, la ingesta diaria de alimentos está influenciada por el tamaño, la frecuencia y la composición de las comidas. Desde el momento en que se perciben los alimentos hasta el inicio del consumo, se activan una serie de señales sensoriales que son transmitidas al sistema nervioso central a través de los pares craneales. Estas señales, generadas en el tracto digestivo a medida que los alimentos avanzan, convergen en el cerebro, donde se procesan y desencadenan respuestas conductuales relacionadas con la necesidad de alimento o la sensación de saciedad, mediadas por reflejos vagales que llegan al tallo cerebral. Además, hormonas como el polipéptido pancreático, la amilina y el glucagón, producidas por el páncreas endocrino, también contribuyen a la regulación de la saciedad.

El hambre, que impulsa el inicio de la ingesta, está estrechamente relacionada con la disminución de los niveles de glucosa y lípidos en sangre. Este mecanismo de regulación incluye dos tipos principales de señales: las mecánicas y las químicas. Las señales mecánicas surgen de la distensión gástrica y son transmitidas al cerebro a través del nervio vago. Por su parte, las señales químicas provienen de los nutrientes y

osmosensores ubicados en el intestino delgado y el hígado, y también se transmiten mediante fibras vágales aferentes (Fernández, 2020).

El tracto gastrointestinal responde a la presencia de alimentos mediante la secreción de péptidos como la colecistoquinina (CCK) y el GLP-1, que actúan inhibiendo la ingesta en periodos cortos. Además, los nutrientes juegan un papel crucial en la regulación a corto plazo de la ingesta, dependiendo de su composición y propiedades físicas. Estos factores pueden influir en la intensidad y la duración de la sensación de saciedad, afectando el equilibrio entre las necesidades energéticas y el consumo alimenticio.

3.22 Tratamientos para la obesidad

El tratamiento de la obesidad abarca múltiples enfoques, siendo el cambio en el estilo de vida el más común. Este incluye una dieta hipocalórica, ejercicio regular y la modificación de hábitos alimentarios y de actividad física para evitar la recuperación del peso perdido. Estas estrategias buscan reducir la grasa corporal mientras se preserva o aumenta la masa muscular, logrando un equilibrio sostenible en el peso corporal. Además, existen tratamientos farmacológicos que, aunque efectivos en algunos casos, son considerados complementos al estilo de vida. Entre ellos destacan medicamentos aprobados para uso a corto y largo plazo, como orlistat, liraglutida y combinaciones farmacológicas que potencian la pérdida de peso.

Cuando las opciones no quirúrgicas fallan, la cirugía bariátrica se convierte en la alternativa más efectiva. Procedimientos como la gastrectomía vertical, el bypass gástrico y la banda gástrica ajustable no solo promueven una mayor pérdida de peso, sino que también generan una notable mejora en las comorbilidades asociadas, como la diabetes tipo 2, hipertensión y apnea del sueño. Estas intervenciones se destacan por sus efectos metabólicos rápidos y duraderos, regulando hormonas clave como las incretinas y aumentando los ácidos biliares circulantes, lo que contribuye a un mejor equilibrio metabólico antes incluso de que se produzca una pérdida significativa de peso (Fernández, 2020).

Los beneficios a largo plazo de la cirugía bariátrica son indiscutibles, destacándose su impacto positivo en el riesgo cardiometabólico y la remisión de enfermedades crónicas. Cambios fisiológicos como el aumento de hormonas metabólicas, como el GLP-1 y los factores de crecimiento FGF19 y FGF21, proporcionan una visión

más clara de las respuestas fisiológicas posteriores a la cirugía. Estos resultados posicionan a la cirugía bariátrica no solo como una solución efectiva para la obesidad, sino también como un tratamiento integral para mejorar la calidad de vida y reducir las complicaciones asociadas al exceso de peso.

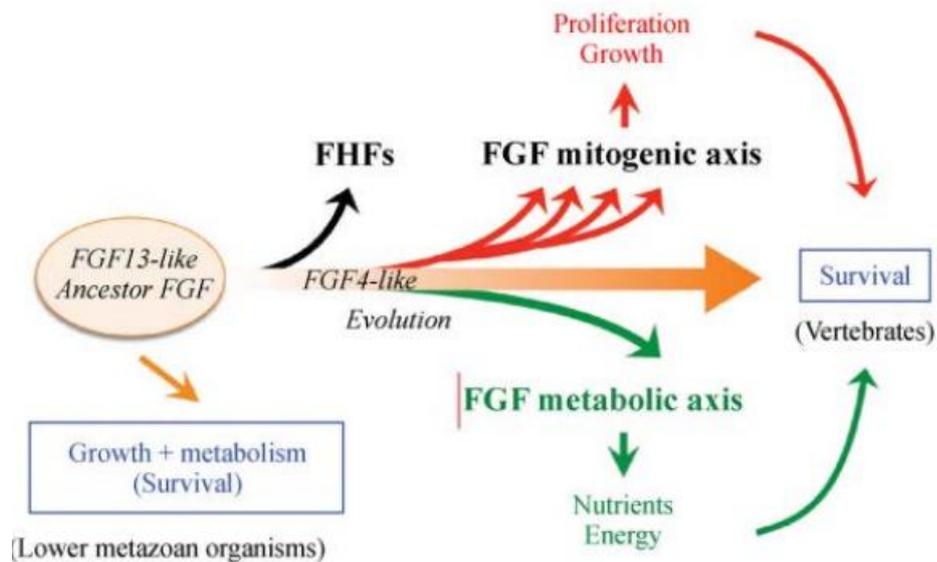
3.23 FGFs

Li (2019), la familia de los factores de crecimiento fibroblástico (FGFs) es un grupo amplio y diverso que consta de al menos 22 miembros, cada uno con funciones esenciales en la regulación de la homeostasis celular y metabólica. Estos FGFs se dividen en dos categorías principales según su función y efectos biológicos: los FGFs mitogénicos, que están relacionados con la proliferación celular, y los FGFs metabólicos, que participan activamente en la regulación del metabolismo energético. Ambos tipos realizan sus funciones a través de receptores específicos de la familia tirosín quinasa, denominados receptores de FGF (FGFR) 1 a 4.

En términos fisiológicos, los FGFs mitogénicos muestran una acción local debido a que, tras su secreción, son retenidos en el sitio de producción por su alta afinidad con el heparán sulfato presente en la matriz extracelular. Esto limita su capacidad de influir en tejidos distantes, como aquellos involucrados en el metabolismo energético. En contraste, los FGFs metabólicos son capaces de circular por el organismo, pero su actividad está restringida a los tejidos o células con funciones metabólicas específicas, permaneciendo inactivos en células no relacionadas con el metabolismo. Esta diferenciación en su mecanismo de acción refleja la especialización de estas moléculas en la regulación de procesos celulares y metabólicos complejo (Li, 2019).

Figura 3.

Esquema de evolución del eje metabólico FGF.



Fuente: (Li, 2019).

Los factores de crecimiento fibroblástico del grupo metabólico, que incluyen a FGF19 (o su equivalente en roedores, FGF15), FGF21 y FGF23, funcionan como hormonas reguladoras de diversos procesos metabólicos. El descubrimiento relativamente reciente de su rol endocrino ha generado un gran interés por comprender en detalle su actividad, funciones e interacciones en el organismo. Estas moléculas han demostrado tener un impacto significativo en la regulación de funciones metabólicas clave (Li, 2019).

FGF19, por ejemplo, se produce en varias regiones del cuerpo, como el intestino delgado distal o íleon, la vesícula biliar y el cerebro. Su síntesis en el íleon está controlada por los ácidos biliares a través de la interacción con el receptor nuclear conocido como receptor farnesoide X (FXR). Durante el proceso digestivo, la absorción de ácidos biliares en el intestino delgado distal aumenta después de las comidas, lo que estimula la expresión de FGF19, evidenciando su papel como mediador en la respuesta metabólica posprandial.

3.24 FGF21

El gen FGF21 fue identificado inicialmente en ratones y posteriormente en el genoma humano como parte de investigaciones dirigidas a encontrar su homólogo. Esta proteína, compuesta por 209 aminoácidos en humanos, desempeña un papel crucial en la

regulación del homeostasis metabólica, especialmente en los procesos relacionados con el metabolismo de la glucosa, los lípidos y la energía. Su expresión está influenciada tanto por señales de ayuno, como el glucagón, como por señales derivadas de la alimentación, como las sales biliares, lo que le permite adaptarse a las diferentes demandas energéticas del organismo (Li, 2019).

El FGF21 tiene múltiples funciones metabólicas. Es capaz de inducir el pardeamiento del tejido adiposo blanco y de activar los adipocitos marrones en respuesta al frío, promoviendo la termogénesis y aumentando el gasto energético. Además, regula la expresión de adiponectina en los adipocitos, lo que impacta directamente en sus niveles séricos. Este factor también actúa directamente sobre los adipocitos blancos al inhibir la lipólisis y estimular la captación de glucosa, funciones que subrayan su papel central en el mantenimiento del equilibrio metabólico.

La expresión de FGF21 ocurre principalmente en el hígado y en el tejido adiposo blanco, regulada positivamente por vías metabólicas que involucran los receptores activados por el proliferador de peroxisomas (PPAR α y PPAR γ). Aunque en menor medida, también se expresa en otros tejidos, como el páncreas, el músculo, el corazón y los riñones. Su unión a receptores específicos, como FGFR1 y Klotho beta (KLB), activa señales metabólicas en tejidos objetivo, especialmente en el tejido adiposo blanco, donde estos receptores están altamente presentes, consolidando su papel como un modulador clave del metabolismo energético (Li, 2019).

3.25 Cirugía bariátrica

Según Frigolet et al. (2020), menciona en el ser humano, se han implementado diversos métodos para abordar el control de la obesidad. Las estrategias que combinan modificaciones en la dieta con programas de actividad física logran una reducción del peso corporal que oscila entre el 5% y el 10%. Sin embargo, los fármacos disponibles para tratar esta condición son limitados y muestran una eficacia moderada. En contraste, la cirugía bariátrica ha demostrado ser el enfoque más efectivo tanto para lograr una pérdida de peso significativa como para mantener esos resultados a largo plazo. Este procedimiento también contribuye a la mejora de condiciones asociadas a la obesidad, como la diabetes tipo 2, la hipertensión arterial y la acumulación de grasa en el hígado (Frigolet, Dong, et al., 2020).

El manejo quirúrgico de la obesidad se recomienda en adolescentes y adultos con un índice de masa corporal igual o superior a 40 kg/m², o bien, igual o superior a 35 kg/m² si presentan problemas de salud relacionados con su peso. En cuanto a los pacientes pediátricos, las regulaciones establecen que solo puede considerarse este tratamiento en jóvenes de 16 a 18 años con obesidad severa, que no hayan respondido a un tratamiento integral previo y que hayan completado su desarrollo físico y sexual. En este sentido, resulta imprescindible que el equipo médico cumpla estrictamente con los criterios establecidos para garantizar que ninguna persona menor de 16 años o con un desarrollo físico incompleto sea sometida a este tipo de intervención (Frigolet, Dong, et al., 2020).

El éxito de una cirugía bariátrica se define por la capacidad del paciente de perder al menos la mitad del exceso de peso corporal y mantener este logro durante el año posterior a la operación, sin presentar una recuperación significativa del peso perdido.

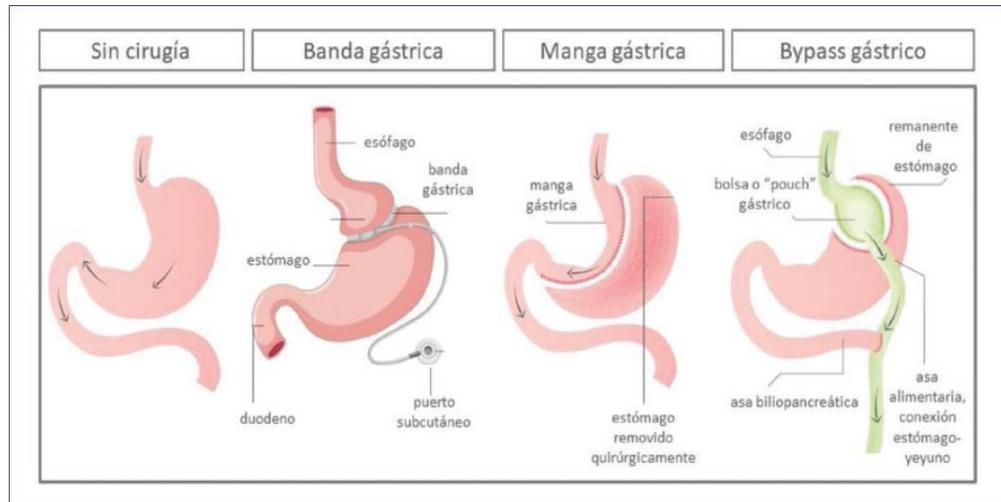
3.26 Tipos de cirugía bariátrica

Entre las técnicas más empleadas en cirugía bariátrica se encuentran la banda gástrica, la manga gástrica y el bypass gástrico o derivación gastroyeyunal en Y de Roux. La banda gástrica consiste en la colocación de un dispositivo inflable alrededor de la parte superior del estómago, con el objetivo de reducir la cantidad de alimentos que pueden ingresar al sistema digestivo. Este dispositivo es ajustable, lo que permite al médico modificar su presión según sea necesario, y su implementación es reversible, ya que no altera permanentemente la anatomía del estómago ni de los intestinos. Esta intervención se caracteriza por ser de bajo riesgo, con un tiempo de hospitalización relativamente corto (Frigolet, Dong, et al., 2020).

Sin embargo, presenta ciertas limitaciones. En comparación con la manga gástrica o el bypass gástrico, la pérdida de peso lograda suele ser menor. Además, los pacientes requieren visitas regulares al médico para ajustar la banda, y en algunos casos puede ser necesario un segundo procedimiento quirúrgico para sustituirla o retirarla. Aunque inicialmente se clasificaba como una técnica "restrictiva" debido a su capacidad para limitar la ingesta de alimentos, esta categorización ha sido cuestionada y aclarada en investigaciones posteriores (Frigolet, Dong, et al., 2020).

Figura 4.

Esquematación de los procedimientos bariátricos.



Fuente: (Frigolet et al., 2020).

La cirugía bariátrica incluye procedimientos como la manga gástrica, la banda gástrica y el bypass gástrico, cada uno con características específicas. La manga gástrica implica la eliminación del 80% del estómago, conservando el píloro y los intestinos, lo que limita la capacidad gástrica. Por otro lado, el bypass gástrico redirige los alimentos desde una pequeña bolsa estomacal directamente al yeyuno, evitando el duodeno. Aunque inicialmente se consideraban técnicas "restrictivas", investigaciones recientes destacan sus efectos metabólicos significativos, como el aumento de incretinas y la mejora en el metabolismo de la glucosa.

Los resultados de la cirugía bariátrica muestran una pérdida de peso efectiva a corto y largo plazo, aunque esta puede disminuir con el tiempo. Un metaanálisis reveló que la pérdida del exceso de peso tras cinco años fue del 47.94% para la banda gástrica y del 53.25% para la manga gástrica. Además, datos globales señalan que la mayoría de los procedimientos realizados entre 2014 y 2018 correspondieron a manga gástrica y bypass gástrico, siendo las técnicas más populares en países como México. Estos procedimientos también han demostrado beneficios adicionales, como la remisión de diabetes tipo 2 y esteatosis hepática (Frigolet, Dong, et al., 2020).

La cirugía bariátrica impacta directamente en el tejido adiposo, reduciendo el tamaño de los adipocitos y mejorando la sensibilidad a la insulina a través de modificaciones en la secreción de adipocinas. Esto disminuye la inflamación y favorece

el metabolismo. Sin embargo, muchos de los mecanismos que explican estos beneficios, como la relación con el microbiota intestinal y las sales biliares, siguen siendo objeto de investigación. A pesar de los avances, se continúa estudiando cómo optimizar los resultados metabólicos y mejorar las técnicas actuales.

3.27 Aspectos moleculares de la cirugía bariátrica

En los últimos años, se ha avanzado significativamente en la comprensión de los mecanismos moleculares que explican cómo la cirugía bariátrica genera pérdida de peso y mejora las comorbilidades asociadas a la obesidad. Tradicionalmente, estas cirugías se clasificaban como "restrictivas" o "malabsorbativas", pero investigaciones recientes han demostrado que sus beneficios van más allá de estas definiciones, impactando profundamente en el metabolismo del paciente. Tanto la manga gástrica como el bypass gástrico, consideradas inicialmente técnicas restrictivas, han revelado que los cambios metabólicos inducidos, más que las limitaciones físicas en la ingesta son responsables de sus efectos positivos (Frigolet, Dong, et al., 2020).

Modelos animales han sido fundamentales para estudiar los impactos metabólicos posquirúrgicos. Estas investigaciones muestran que, aunque inicialmente se reduce la ingesta calórica tras la cirugía, los individuos eventualmente recuperan patrones de consumo similares a los previos, pero mantienen un peso corporal más bajo, evidenciando una reprogramación metabólica. Además, se ha observado una modificación en la preferencia alimentaria y una reducción en el tamaño de los adipocitos, junto con mejoras en la sensibilidad a la insulina y disminución de la inflamación. Cambios en el microbiota intestinal y en las sales biliares también desempeñan un papel crucial, ya que estas últimas impactan en la regulación de la glucosa y el metabolismo lipídico.

Entre los mecanismos moleculares destacados está el aumento de las incretinas como el GLP1, que mejora la homeostasis de la glucosa y favorece la remisión de la diabetes tipo 2, independientemente de la pérdida de peso. Además, genes como FXR, implicados en la señalización metabólica, han mostrado un rol clave en los beneficios metabólicos posquirúrgicos. Aunque se ha avanzado en identificar cómo estas cirugías impactan el metabolismo y la regulación energética, persisten interrogantes sobre los procesos moleculares que contribuyen al mantenimiento del peso y las mejoras metabólicas a largo plazo, subrayando la necesidad de continuar investigando este campo (Frigolet, Dong, et al., 2020).

3.28 Microbiota intestinal

La cirugía bariátrica ha demostrado influir significativamente en la composición y diversidad de la microbiota intestinal. Se observó un aumento en la diversidad alfa, lo que indica una mayor riqueza y equidad en la distribución de especies bacterianas tras la intervención quirúrgica. Específicamente, se reportó un incremento en bacterias del género *Akkermansia*, conocido por su rol en la preservación de la integridad de la mucosa intestinal y el metabolismo energético, y una disminución en bacterias del género *Ruminococcus*, asociadas a procesos inflamatorios y resistencia a la insulina en contextos de obesidad (Bahamon, 2024).

El microbiota intestinal desempeña funciones esenciales en el metabolismo, la protección y la regulación neurológica del organismo. En el ámbito metabólico, destaca la fermentación de fibras dietéticas para la producción de ácidos grasos de cadena corta, como el acetato, propionato y butirato, que contribuyen significativamente a la demanda calórica del cuerpo y desempeñan roles en el mantenimiento de la barrera intestinal y la regulación del ambiente anaeróbico. Además, la microbiota está involucrada en la síntesis de vitaminas, como la vitamina K y varias del complejo B, y en el metabolismo de proteínas y aminoácidos, generando metabolitos clave que impactan la salud intestinal y sistémica (Bahamon, 2024).

En cuanto a su función protectora, el microbiota es crucial para la defensa contra patógenos al modular el sistema inmunológico. Participa en la producción de mucinas, péptidos antimicrobianos e inmunoglobulinas, además de mantener la integridad de la barrera mucosa y estimular la maduración de células del sistema inmune, como las células T reguladoras. Estas acciones refuerzan la inmunidad innata y adaptativa del huésped (Bahamon, 2024).

4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La obesidad es una problemática crítica de salud pública en América, con prevalencias en aumento que conducen a diversas enfermedades crónicas como la diabetes tipo 2, enfermedades cardiovasculares y apnea del sueño (Calapaqui, 2024). En este contexto, la cirugía bariátrica se ha convertido en una intervención eficaz para lograr una pérdida de peso significativa y sostenida en personas con obesidad severa, especialmente cuando otros métodos han fallado (Viera et al., 2023).

Existen numerosos estudios que destacan las ventajas de la cirugía bariátrica, como la reducción de la masa grasa y mejoras en parámetros metabólicos. Por ejemplo, estudios han demostrado que la cirugía bariátrica puede mejorar significativamente el control de la diabetes tipo 2 y reducir la necesidad de medicamentos para esta condición (FMD, 2022). No obstante, también se reportan desventajas y complicaciones, incluyendo deficiencias nutricionales, problemas digestivos y cambios emocionales que pueden afectar la calidad de vida del paciente.

La falta de consenso y la variabilidad en los resultados subrayan la necesidad de una revisión exhaustiva para guiar a los profesionales de la salud y a los pacientes en la toma de decisiones informadas (FMD, 2022). Comprender estos efectos es decisivo para optimizar el manejo postoperatorio y mejorar los resultados a corto y largo plazo en esta población específica.

¿Cuáles son los cambios en la composición corporal (masa grasa y masa magra) en pacientes de América sometidos a cirugía bariátrica?

¿Qué cambios fisiológicos del microbiota se observan en pacientes de América después de la cirugía bariátrica?

¿Cuáles son las complicaciones nutricionales (Vitamina B12 y Calcio) postquirúrgicas en pacientes de América sometidos a cirugía bariátrica, y su manejo?

¿Qué factores demográficos, clínicos y socioeconómicos influyen en los resultados postquirúrgicos de la cirugía bariátrica en la población americana?

5 OBJETIVOS

5.1 Objetivo general

Analizar la evidencia disponible sobre los cambios metabólicos, fisiológicos y composición corporal posterior a la realización de la cirugía bariátrica en pacientes de América entre los años 2019 y 2024.

6 CONCLUSIONES

La evidencia recopilada en esta revisión bibliográfica sobre los cambios metabólicos, fisiológicos y en la composición corporal tras la cirugía bariátrica en pacientes de América entre 2019 y 2024 permite identificar patrones significativos en la evolución postoperatoria. Los estudios analizados, caracterizados por un enfoque en la reducción de la masa grasa y la estabilidad relativa de la masa magra en los primeros meses tras la intervención, muestran que la cirugía bariátrica no solo representa una alternativa efectiva para el control de la obesidad, sino que también conlleva modificaciones fisiológicas que impactan directamente en el metabolismo energético y en la salud integral de los pacientes.

Los cambios en el microbiota intestinal posterior a la cirugía, evidenciados en los estudios revisados, reflejan una alteración en la diversidad bacteriana que favorece mejoras metabólicas, destacándose la reducción en la proporción de Firmicutes y el incremento de especies bacterianas beneficiosas. Esta transformación, que incide en la regulación del peso y la absorción de nutrientes, permite inferir que la cirugía bariátrica no solo actúa a nivel estructural en el aparato digestivo, sino que también modifica de manera sustancial el equilibrio microbiano intestinal, lo que podría explicar parte de los beneficios observados en los pacientes sometidos a esta intervención.

Las complicaciones nutricionales postquirúrgicas, en particular las deficiencias de vitamina B12 y calcio, representan un desafío recurrente en el manejo postoperatorio de los pacientes sometidos a cirugía bariátrica. Los estudios revisados evidencian que estas deficiencias son comunes y pueden comprometer la calidad de vida de los pacientes si no se realizan estrategias de suplementación y monitoreo continuo. La identificación de estos déficits refuerza la necesidad de establecer protocolos nutricionales que garanticen un seguimiento adecuado y permitan mitigar los efectos adversos derivados de la malabsorción de micronutrientes esenciales.

También, la integración de algoritmos y metodologías de análisis para evaluar la evolución postquirúrgica en términos de composición corporal y metabolismo ha sido una

herramienta clave en la sistematización de los hallazgos presentados en esta investigación. La revisión de literatura científica realizada entre 2019 y 2024 ha permitido una comprensión más detallada del impacto de la cirugía bariátrica en pacientes de América, contribuyendo a la generación de evidencia que respalde decisiones clínicas más precisas y orientadas a mejorar la calidad de vida de quienes se someten a este procedimiento.

6.1 Objetivos específicos

1. Establecer los cambios en la composición corporal (masa, grasa y masa magra) en pacientes de América sometidos a cirugía bariátrica mediante una revisión bibliográfica con características de sistemáticas.

2. Determinar si existen cambios fisiológicos del microbiota intestinal en pacientes de América después de la cirugía bariátrica.

3. Establecer si existen complicaciones nutricionales (Vitamina B12 y Calcio) post quirúrgicas en pacientes de América sometidos a cirugía bariátrica y su manejo.

4. Desarrollar un algoritmo para analizar la evidencia disponible sobre los cambios metabólicos, fisiológicos y en la composición corporal que ocurre después de la cirugía bariátrica en 2024 para proporcionar un análisis integral y actualizado de cómo estos cambios afectan a los pacientes postoperatorios, facilitando así la evaluación y la toma de decisiones clínicas basadas en datos recientes.

7 HIPÓTESIS

La cirugía bariátrica realizada en pacientes de América entre 2019 y 2024 genera cambios significativos en la composición corporal, favoreciendo la reducción de masa grasa y el mantenimiento de la masa magra, además de inducir modificaciones positivas en el metabolismo y la microbiota intestinal, aunque asociada a una alta prevalencia de complicaciones nutricionales como deficiencias de vitamina B12 y calcio que requieren seguimiento especializado.

8 METODOLOGÍA

Esta revisión exploratoria (scoping review) se llevó a cabo con el objetivo de analizar los cambios metabólicos, fisiológicos y en la composición corporal posterior a la cirugía bariátrica en pacientes de América entre los años 2019 y 2024. El proceso metodológico se desarrolló siguiendo las directrices del diagrama PRISMA, lo que permitió una selección rigurosa y sistemática de la literatura científica.

Se realizó una búsqueda sistemática en bases de datos académicas como PubMed, Scopus, Web of Science y ProQuest, utilizando palabras clave como “cirugía bariátrica” (“bariatric surgery”), “cambios metabólicos” (“metabolic changes”), “cambios fisiológicos” (“physiological changes”) y “composición corporal” (“body composition”). Se seleccionaron artículos publicados entre 2019 y 2024, en inglés o español, que correspondieran a revisiones sistemáticas o scoping reviews y que abordaran los efectos postoperatorios en adultos con obesidad sometidos a cirugía bariátrica en países de América. Se descartaron aquellos que no cumplieran con el tipo de estudio requerido, presentaban información incompleta, estaban en otros idiomas, o no especificaban con claridad el procedimiento quirúrgico o el grupo etario analizado.

Búsqueda en PubMed: Se utilizó la combinación de términos MeSH (Medical Subject Headings) y operadores booleanos para afinar los resultados. La estrategia fue la siguiente:

("Bariatric Surgery"[MeSH Terms] OR "bariatric surgery") AND ("Metabolic Changes" OR "Physiological Changes" OR "Body Composition") AND ("2019/01/01"[Date - Publication]: "2024/12/31"[Date - Publication]) AND ("English"[Language] OR "Spanish"[Language]).

Búsqueda en Scopus: Se empleó una combinación de términos clave con operadores booleanos AND y OR, utilizando filtros para limitar los resultados a publicaciones entre 2019 y 2024 en inglés y español:

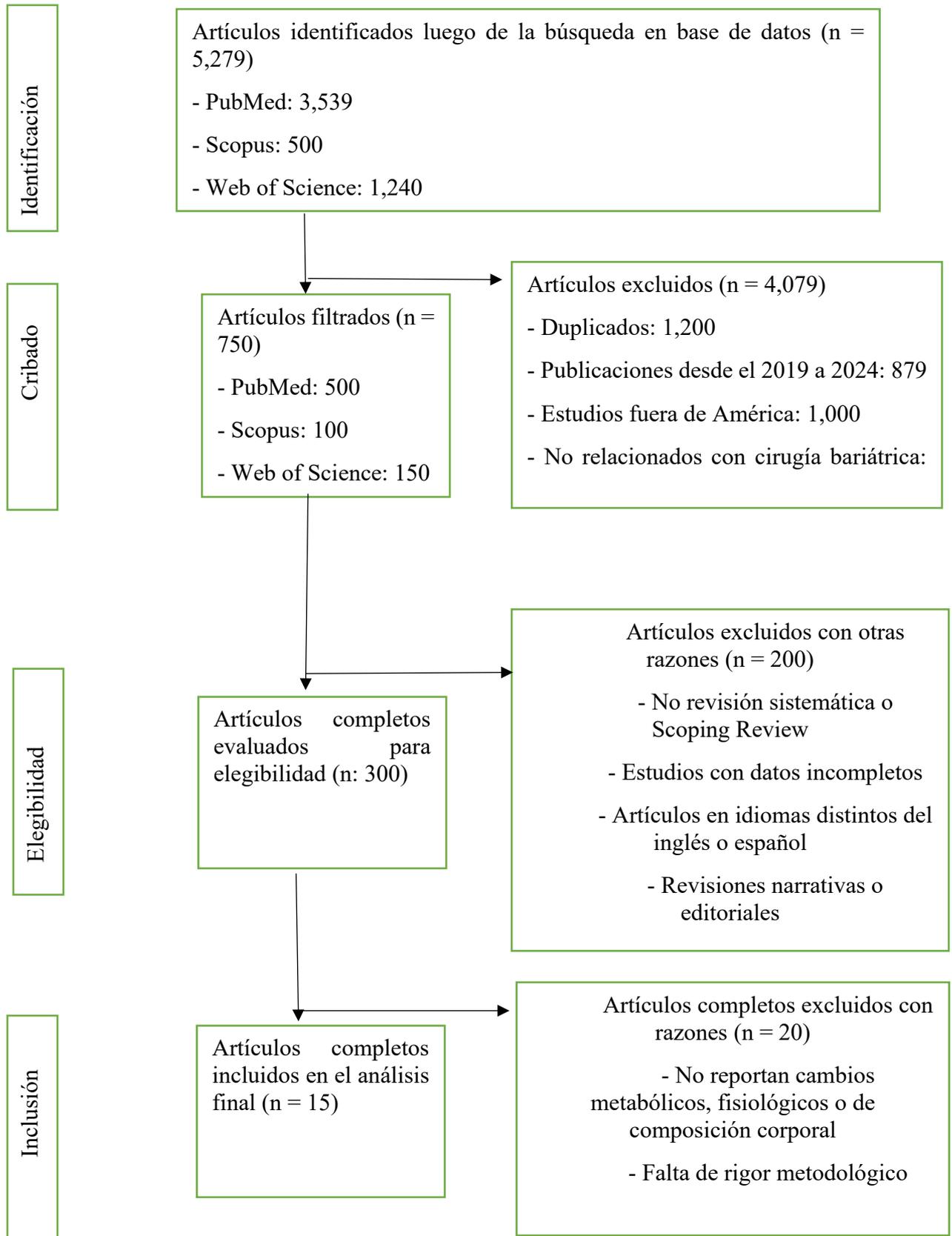
(TITLE-ABS-KEY ("bariatric surgery") AND TITLE-ABS-KEY("metabolic changes" OR "physiological changes" OR "body composition")) AND (PUBYEAR > 2018 AND PUBYEAR < 2025) AND (LIMIT-TO(LANGUAGE, "English") OR LIMIT-TO (LANGUAGE, "Spanish")).

Búsqueda en Web of Science: Se utilizó la búsqueda avanzada combinando términos clave y filtros de fecha e idioma para refinar los resultados:

(TS= ("bariatric surgery") AND TS= ("metabolic changes" OR "physiological changes"OR "body composition")) AND (PY= (2019-2024)) AND (LA= (English OR Spanish)).

Se seleccionaron un total de 15 documentos, que incluyen artículos académicos y tesis. La organización de la información se realizó en Microsoft Excel,

8.1 Diagrama Prisma



9 RESULTADOS

1. Cambios en la composición corporal en pacientes sometidos a cirugía bariátrica

Se identificaron cambios significativos en la composición corporal tras la cirugía bariátrica, destacando la reducción de la masa grasa y la preservación relativa de la masa magra. Diversos estudios revisados indican que la pérdida de peso es más pronunciada en los primeros seis meses postquirúrgicos, estabilizándose posteriormente. La bioimpedancia eléctrica y la absorciometría dual de rayos X fueron los principales métodos utilizados para evaluar estos cambios.

El rango de años 2019–2024 fue seleccionado intencionalmente debido a la actualización de guías clínicas internacionales sobre cirugía bariátrica y al desarrollo de nuevas técnicas mínimamente invasivas, como la laparoscopia mejorada y el uso más frecuente del bypass gástrico en Y de Roux y la gastrectomía en manga. Además, durante este periodo, se ha incrementado la investigación sobre los efectos de la cirugía en la microbiota intestinal y su relación con el metabolismo, lo que permite contar con una evidencia más reciente, estandarizada y relevante para la práctica clínica actual.

2. Cambios fisiológicos del microbiota intestinal tras la cirugía bariátrica

Se evidenció una modificación significativa en la composición del microbiota intestinal después de la cirugía bariátrica, con un incremento en la diversidad bacteriana, especialmente en los filos Bacteroidetes y Proteobacteria, y una disminución en Firmicutes. Estos cambios se han asociado con una mejora en la sensibilidad a la insulina y una mayor regulación del metabolismo energético. Además, los estudios muestran una reducción promedio del 25–35% en la masa grasa durante los primeros seis meses postcirugía, siendo esta pérdida más pronunciada en pacientes sometidos a bypass gástrico, en comparación con otras técnicas como la gastrectomía en manga. Asimismo, se reportó un aumento en la producción de ácidos grasos de cadena corta, lo cual contribuye a los beneficios metabólicos observados tras la intervención quirúrgica.

3. Complicaciones nutricionales postquirúrgicas y su manejo

Las principales complicaciones nutricionales identificadas fueron la deficiencia de vitamina B12 y calcio, lo que puede derivar en anemia megaloblástica y osteopenia u osteoporosis. Se recomienda la suplementación postoperatoria para prevenir estas

deficiencias. Los estudios analizados indican que la administración de vitamina B12 en forma sublingual o intramuscular y el consumo adecuado de calcio con vitamina D pueden mitigar estos efectos adversos.

4. Desarrollo de un Algoritmo para el Análisis de Cambios Metabólicos Post Cirugía Bariátrica

Se diseñó un algoritmo estructurado para analizar la evidencia disponible sobre los cambios metabólicos, fisiológicos y en la composición corporal tras la cirugía bariátrica en 2024. Este algoritmo sigue un enfoque basado en la búsqueda sistemática en bases de datos científicas (PubMed, Scopus, Springer, Web of Science), utilizando términos MeSH y operadores booleanos.

Los pasos incluyen la selección de bases de datos, aplicación de filtros, evaluación de relevancia de los estudios y extracción de información clave. Se proporciona un pseudocódigo que detalla el procedimiento de búsqueda y análisis, junto con una implementación en Python que automatiza la consulta en PubMed mediante la API de Entrez, optimizando el acceso a artículos científicos relevantes.

El resultado es un proceso eficiente que facilita la toma de decisiones clínicas basadas en datos actualizados sobre el impacto de la cirugía bariátrica en los pacientes postoperatorios.

Tabla 3.

Estudios sobre Cambios en la Composición Corporal, Metabolismo y Factores Asociados en Pacientes Sometidos a Cirugía Bariátrica (2019-2024).

Nombre del artículo	Nombres de los autores principales	Año en que fue publicado	Nombre de la revista, volumen, número	Lugar de publicación o contexto geográfico del estudio	Identificador único o enlace al artículo	Descripción del problema abordado	Propósito o metas del estudio	Razones del estudio o relevancia	Tipo de diseño usado	Descripción de la población y muestra	Técnicas y herramientas utilizadas	Técnicas para procesar los datos	VARIABLES principales y secundarias	Resumen de los hallazgos	Indicadores estadísticos relevantes	Consecuencias de los hallazgos	Relación con investigaciones similares	Aspectos positivos del diseño o resultados	Posibles sesgos o debilidades	Propuestas para futuras investigaciones
Cambios de la composición corporal en pacientes sometidos a cirugía bariátrica: bypass gástrico y gastrectomía en manga	Ana Palacio, Daiana Quintiliano, Isidora Lira, Paula Navarro, Valentina Orellana, Alejandra Reyes y Daniela Henríquez	2019	Nutrición Hospitalaria	Chile	DOI:10.20960/nh.2255, SSN:1699-5198	Evaluar las modificaciones en la masa muscular y masa grasa en pacientes sometidos a bypass gástrico (BPG) y gastrectomía en manga (GM).	Determinar los cambios en la composición corporal en pacientes sometidos a BPG y GM durante el primer año postcirugía.	Comprender las modificaciones en la composición corporal para mejorar las estrategias de manejo nutricional y físico en pacientes bariátricos.	Estudio retrospectivo transversal multicéntrico.	128 pacientes (96 mujeres y 32 hombres) operados entre 2013 y 2017	Mediciones de masa muscular y masa grasa mediante bioimpedanciometría.	Análisis estadístico comparativo entre técnicas quirúrgicas y sexos.	Masa muscular (MM), masa grasa (MG), porcentaje de grasa total (%GT), peso e índice de masa corporal (IMC).	Los pacientes sometidos a BPG presentaron mayor contenido de MM en el preoperatorio y al finalizar el primer año. La pérdida de MM, MG y %GT fue similar en ambas técnicas durante los primeros seis meses.	Pérdida de MM en BPG: -2,7 kg; en GM: -2,1 kg durante los primeros 3 meses.	Es necesario un abordaje nutricional que aumente la ingesta proteica pre y postcirugía para preservar la masa muscular.	Resultados consistentes con estudios que indican pérdida significativa de MM tras cirugía bariátrica.	Análisis detallado de cambios en la composición corporal según técnica quirúrgica y sexo.	Falta de información sobre ingesta proteica, actividad física y suplementación de los pacientes.	Implementar estrategias nutricionales y de ejercicio físico para preservar la masa muscular en pacientes bariátricos.

Cambios metabólicos, clínicos y de composición corporal en adultos mexicanos sometidos a cirugía bariátrica	Tania Rivera-Carranza, Angélica León-Téllez Girón, Martín E. Rojano-Rodríguez, Luz Sujey Romero-Locra, Eduardo Zúñiga-León	2024	Nutrición Hospitalaria, Volumen:41, Núm. 6,	México	DOI: http://dx.doi.org/10.20960/nh.05214	Analizar los efectos de la cirugía bariátrica en la composición corporal y parámetros metabólicos en población mexicana.	Establecer las diferencias metabólicas y de composición corporal antes y después de la cirugía bariátrica.	Evaluar los beneficios de la cirugía bariátrica en la mejora de comorbilidades asociadas a la obesidad.	Estudio observacional, analítico, prospectivo y longitudinal.	50 pacientes con obesidad mórbida sometidos a gastrectomía en manga laparoscópica (LSG) y bypass gástrico en Y de Roux laparoscópico (LRYGB).	Medición de composición corporal y marcadores metabólicos en sangre antes y después de la cirugía.	Análisis de diferencias en el perfil metabólico y subanálisis por técnica quirúrgica.	Masa libre de grasa, masa grasa, marcadores metabólicos (glucosa, lípidos, etc.), prevalencia de comorbilidades.	Disminución significativa de marcadores metabólicos y de composición corporal tras la cirugía. LRYGB mostró mayor disminución de masa libre de grasa en mujeres y mayor mejora en ciertas comorbilidades.	Disminución de masa grasa: -27% después de 12 meses.	Es necesario integrar programas de rehabilitación nutricional para preservar la masa magra	Resultados consistentes con estudios que confirman reducción significativa de masa grasa tras cirugía bariátrica.	Evaluación detallada de cambios en composición corporal mediante métodos estandarizados.	Tamaño de muestra pequeño (50 pacientes).	Realizar seguimiento a largo plazo para evaluar sostenibilidad de los cambios.
P38 Cambios en la composición corporal en pacientes sometidos a cirugía bariátrica	Juliana Valeria Gómez, Jorgelina Lourdes Casco, Melina Sabán, Clarisa Reynoso, Natalia Antar, Mariana Inés Curriá	2023	Revista de la Sociedad Argentina de Diabetes, Vol. 54, Núm. 3	Argentina	DOI: https://doi.org/10.47196/diab.v54i3Sup.424 , ISSN 2346-9420	Evaluar los cambios en la composición corporal mediante bioimpedancia en pacientes sometidos a cirugía bariátrica.	Determinar las modificaciones en masa muscular, masa grasa y tasa metabólica basal en pacientes sometidos a cirugía bariátrica.	Analizar cómo la pérdida ponderal tras la cirugía bariátrica influye en la composición corporal y el metabolismo basal.	Estudio descriptivo, observacional y retrospectivo.	20 pacientes (16 mujeres y 4 hombres) sometidos a cirugía bariátrica entre 2009 y 2019.	Mediciones de composición corporal mediante bioimpedancia antes y entre 12 a 24 meses postcirugía	Análisis estadístico de las diferencias pre y postoperatorias en las variables estudiadas	Masa muscular, masa grasa, tasa metabólica basal, relación cintura-cadera.	Se observaron diferencias significativas en todas las variables estudiadas, con una pérdida de masa muscular y masa grasa similar en ambas técnicas quirúrgicas.	Pérdida de masa muscular sin exceder el 22%, consistente con otros estudios.	La disminución de masa muscular puede asociarse a una reducción en la tasa metabólica basal, predisponiendo a la recuperación de peso.	Resultados alineados con investigaciones que indican una pérdida de masa muscular significativa pero controlada tras cirugía bariátrica.	Uso de bioimpedancia para evaluar cambios en la composición corporal en un periodo de seguimiento de hasta 24 meses.	Tamaño de muestra pequeño y diseño retrospectivo que puede limitar la generalización de los resultados	Establecer criterios de detección precoz de pacientes con alto riesgo de desarrollo de una pérdida severa de masa muscular y aplicar intervenciones nutricionales para prevenirla.

Factores de riesgo asociados a la pérdida de peso en pacientes sometidos a cirugía bariátrica	Sebastián Herrera-López, Sandra Milena Sepúlveda-Bastilla, María Carolina Aguilar-Arango, María Salomé Martínez-Rivera, Juan Pablo Toro-Vásquez	2023	Revista Colombiana de Cirugía, Vol.38, No.1	Colombia	DOI: https://dx.doi.org/10.20960/nh.03746 , ISSN 1699-5198	Identificar los factores de riesgo asociados a la pérdida insuficiente o ganancia significativa de peso en pacientes sometidos a cirugía bariátrica.	Determinar la proporción de pacientes que presentan pérdida insuficiente o ganancia significativa de peso tras la cirugía bariátrica y los factores de riesgo asociados.	La cirugía bariátrica es efectiva para inducir una rápida pérdida de peso; sin embargo, existe preocupación por la duración de este efecto y la posibilidad de una pérdida insuficiente o ganancia de peso posterior.	Estudio de cohorte retrospectivo.	Se incluyeron 1.000 pacientes sometidos a cirugía bariátrica entre 2008 y 2018.	Revisión de historias clínicas para obtener información demográfica, antropométrica, quirúrgica y de seguimiento postoperatorio.	Análisis estadístico descriptivo y multivariado para identificar factores asociados a pérdida insuficiente o ganancia de peso.	Edad, sexo, tipo de cirugía, índice de masa corporal (IMC), comorbilidades, hábitos alimentarios, actividad física y seguimiento nutricional.	El 20% de los pacientes presentaron pérdida insuficiente de peso y el 10% ganancia significativa de peso tras la cirugía. Los factores de riesgo identificados incluyen sexo masculino, menor edad, tipo de cirugía (manga gástrica), ausencia de seguimiento nutricional y bajos niveles de actividad física.	Los pacientes sometidos a manga gástrica tuvieron un 1,5 veces más riesgo de ganancia de peso en comparación con aquellos que se sometieron a bypass gástrico.	Es fundamental un seguimiento multidisciplinario que incluya asesoramiento nutricional y promoción de la actividad física para prevenir la pérdida de peso postoperatoria.	Los hallazgos son consistentes con investigaciones anteriores que identifican el tipo de cirugía y la falta de seguimiento de los factores de riesgo para resultados subóptimos en la pérdida de peso.	Gran tamaño de muestra y análisis detallado de múltiples variables que influyen en los resultados postoperatorios.	Diseño retrospectivo que puede limitar la causalidad y posible sesgo de información debido a la calidad de los registros clínicos.	Implementar programas de seguimiento estructurados que incluyan apoyo nutricional y promoción de la actividad física, así como considerar cuidadosamente la selección del tipo de cirugía según las características individuales del paciente.
Ejercicio físico y disminución del peso y el índice de masa corporal en la cirugía bariátrica: una revisión sistemática	Fernanda Barrientos-Sánchez, Lidia G de León, Ramón Candia-Luján, Briseidy Ortiz-Rodríguez	2022	Nutrición Hospitalaria, Vol.39, No.1	México	DOI: https://dx.doi.org/10.20960/nh.03746 , ISSN 1699-5198	Evaluar el efecto del ejercicio físico en la reducción del peso corporal y el índice de masa corporal (IMC) en pacientes sometidos a cirugía bariátrica.	Analizar el impacto de programas de ejercicio físico en el peso corporal y el IMC antes y/o después de la cirugía bariátrica.	La cirugía bariátrica es efectiva para la pérdida de peso, pero la combinación con ejercicio físico puede optimizar los resultados y mejorar la composición corporal.	Revisión sistemática de estudios originales.	Se seleccionaron 7 estudios de un total de 730 artículos identificados en las bases de datos PubMed, Scopus y Web of Science.	Búsqueda y análisis de artículos originales en inglés y español que evaluaran programas de ejercicio físico antes y/o después de la cirugía bariátrica, reportando resultados de peso, IMC, masa muscular y masa grasa.	Evaluación de la calidad metodológica de los estudios mediante la escala PEDro y síntesis de los hallazgos relevantes.	Peso corporal, índice de masa corporal (IMC), masa muscular, masa grasa, tipo de ejercicio, duración e intensidad del programa de ejercicio.	El ejercicio aeróbico combinado con entrenamiento de resistencia mostró una mayor disminución en el porcentaje de pérdida de peso y el porcentaje de IMC.	Los programas que combinaron entrenamiento postoperatorio y resistencia, es esencial para maximizar la pérdida de peso y composición.	Los hallazgos son consistentes con investigaciones anteriores que sugieren que el ejercicio físico postoperatorio mejora los resultados de la cirugía bariátrica en términos de pérdida de peso y composición.	Revisión sistemática con criterios de inclusión claros y evaluación de la calidad metodológica de los estudios seleccionados.	Número limitado de estudios incluidos y heterogeneidad en los diseños de los programas de ejercicio y las poblaciones estudiadas.	Implementar programas de ejercicio físico que combinen entrenamiento aeróbico y de resistencia antes y después de la cirugía bariátrica para optimizar la pérdida de peso y mejorar la composición.	

Tabla 4.

Estudios sobre el Impacto de la Cirugía Bariátrica en la Microbiota Intestinal y Parámetros Metabólicos (2019-2024).

Nombre del artículo	Nombres de los autores principales	Año en que fue publicado	Nombre de la revista, volumen, número	Lugar de publicación o contexto geográfico del estudio	Identificador único o enlace al artículo	Descripción del problema abordado	Propósito o metas del estudio	Razones del estudio o relevancia	Tipo de diseño usado	Descripción de la población y muestra	Técnicas y herramientas utilizadas	Técnicas para procesar los datos	Variables principales y secundarias	Resumen de los hallazgos	Indicadores estadísticos relevantes	Consecuencias de los hallazgos	Relación con investigaciones similares	Aspectos positivos del diseño o resultados	Posibles sesgos o debilidades	Propuestas para futuras investigaciones
Microbiota intestinal como potencial marcador pronóstico de respuesta a la cirugía bariátrica en pacientes con obesidad patológica.	Andrés Román Balaguer	2024	Universidad de Murcia - Tesis Doctoral	España	https://digitum.um.es/digitum/handle/10201/144920	Analizar cómo la composición y los cambios en el microbiota intestinal afectan la respuesta clínica y metabólica tras la cirugía bariátrica.	Evaluar los cambios en la composición de la microbiota intestinal tras la cirugía bariátrica. Identificar las especies bacterianas clave asociadas a la pérdida de peso. Determinar si la microbiota preoperatoria puede predecir el éxito de la cirugía.	La microbiota intestinal es un factor emergente que podría explicar la variabilidad en los resultados tras la cirugía bariátrica, ofreciendo herramientas para la personalización del tratamiento.	Estudio longitudinal, prospectivo, observacional	120 pacientes con obesidad mórbida sometidos a bypass gástrico.	Secuenciación del gen 16S rRNA de muestras fecales preoperatorias y postoperatorias. Datos clínicos sobre parámetros metabólicos y antropométricos.	Análisis de diversidad alfa y beta de la microbiota. Modelos de regresión para correlacionar cambios microbióticos con resultados clínicos.	Composición de la microbiota intestinal. Porcentaje de pérdida de peso total. Resolución de comorbilidades como diabetes tipo 2 y dislipidemia.	Incremento en la diversidad bacteriana tras la cirugía. Especies como Akkermansia muciniphila y Roseburia inulinivora están asociadas a mejores resultados de pérdida de peso. Especies proinflamatorias como Ruminococcus gnavus correlacionan con menores pérdidas de peso.	Pacientes con pérdida de peso >34.2% mostraron riqueza bacteriana significativamente mayor (p < 0.05).	La microbiota intestinal puede ser un marcador pronóstico y una diana terapéutica para optimizar los resultados de la cirugía bariátrica.	Consistente con investigaciones que vinculan la microbiota con resultados metabólicos y peso tras la cirugía.	Cohorte con seguimiento prolongado (12 meses). Uso de tecnologías avanzadas de secuenciación para análisis detallado.	Muestra limitada a una única técnica quirúrgica. Ausencia de datos sobre dieta y actividad física postquirúrgica.	Estudios multicéntricos con mayor tamaño muestral. Evaluación de intervenciones basadas en la modulación de la microbiota intestinal.

La cirugía bariátrica modifica la microbiota intestinal de los pacientes con obesidad severa.	Esther Nistal González y María Juárez Fernández	2021	CIBEREHD Noticias	España	https://www.ciberehd.org/noticias/la-cirugia-bariatrica-modifica-la-microbiota-intestinal-de-los-pacientes-con-obesidad-severa	<p>Evaluar cómo la cirugía bariátrica influye en la composición y el perfil metabólico del microbiota intestinal en pacientes con obesidad severa.</p> <p>Determinar los cambios en la composición de la microbiota intestinal y en los metabolitos bacterianos tras la cirugía bariátrica, y su relación con la mejora del perfil metabólico del huésped.</p> <p>La obesidad se asocia con alteraciones en la abundancia de bacterias intestinales que pueden influir en el metabolismo energético y la inflamación. Comprender cómo la cirugía bariátrica modula estas alteraciones podría ofrecer nuevas perspectivas terapéuticas.</p>	Estudio observacional con análisis de muestras fecales antes y después de la cirugía bariátrica.	Pacientes con obesidad severa sometidos a cirugía bariátrica.	Análisis de la composición de la microbiota intestinal mediante técnicas de secuenciación y perfil metabólico de los ácidos grasos de cadena corta (AGCC).	Comparación de la abundancia de diferentes filos bacterianos y niveles de AGCC antes y después de la cirugía; análisis de correlación entre cambios en la microbiota y parámetros metabólicos.	Abundancia de filos bacterianos (Proteobacteria, Fusobacteria, Verrucomicrobia, Firmicutes), niveles de AGCC (acetato, butirato, propionato), y perfil metabólico del huésped.	La cirugía bariátrica revertió la disbiosis asociada a la obesidad, provocando cambios en la composición de la microbiota intestinal y en su perfil metabólico. Se observó una reducción significativa en los principales AGCC tras la intervención quirúrgica.	Reducción significativa en los niveles de acetato, butirato y propionato después de la cirugía ($p < 0.05$).	Los cambios inducidos por la cirugía bariátrica en la microbiota intestinal y sus metabolitos podrían contribuir a la mejora del perfil metabólico del huésped y a la reducción de peso, sugiriendo un papel mediador de la microbiota en los beneficios de la cirugía.	Consistente con investigaciones que indican que la cirugía bariátrica induce modificaciones en la microbiota intestinal, asociadas con mejoras metabólicas en pacientes obesos.	Análisis detallado de la composición de la microbiota y de los metabolitos bacterianos antes y después de la cirugía; evidencia de cambios significativos en la microbiota y su función metabólica.	Falta de información sobre el tamaño exacto de la muestra y el periodo de seguimiento; ausencia de datos sobre la relación causal entre los cambios en la microbiota y los beneficios metabólicos observados.	Realizar estudios longitudinales con muestras más grandes y seguimientos a largo plazo para confirmar estos hallazgos; investigar los mecanismos específicos mediante los cuales los cambios en la microbiota y sus beneficios metabólicos influyen en el metabolismo del huésped tras la cirugía bariátrica.
Efectos del uso de probióticos en pacientes con obesidad mórbida intervenidos de gastrectomía vertical laparoscópica	Carlos Javier Díaz Lara	2022	Universidad Miguel Hernández de Elche	España	https://dspace.umh.es/handle/1000/29122	<p>Evaluar si la administración de probióticos en pacientes con obesidad mórbida sometidos a gastrectomía vertical laparoscópica (GVL) influye en la pérdida de peso postoperatoria, la composición de la microbiota intestinal, la absorción de vitamina</p> <p>Determinar los efectos de los probióticos en la microbiota intestinal de pacientes post-GVL.</p> <p>Comparar la pérdida de peso entre pacientes que reciben probióticos y aquellos que no.</p> <p>La obesidad mórbida es una condición prevalente con múltiples comorbilidades. La cirugía bariátrica, como la GVL, es una intervención efectiva, pero la variabilidad en los resultados sugiere la necesidad de estrategias complementarias. Los probióticos podrían</p>	Ensayo clínico aleatorizado, doble ciego, con grupo control y grupo de intervención.	94 pacientes con obesidad mórbida, divididos en dos grupos de 47: uno de intervención (con probióticos) y otro control (con placebo).	Análisis de muestras fecales para evaluar la microbiota intestinal en momentos preoperatorios y a los 3, 6 y 9 meses postoperatorios. Mediciones antropométricas y análisis bioquímicos para evaluar parámetros inflamatorios y niveles de	Secuenciación genética para caracterizar la microbiota intestinal.	Composición de la microbiota intestinal. Porcentaje de exceso de peso perdido (%EPP).	Los pacientes que recibieron probióticos mostraron una mayor diversidad microbiana y una composición de microbiota más equilibrada en comparación con el grupo control. Además, presentaron un %EPP significativamente mayor y niveles reducidos de marcadores inflamatorios. No se observaron	El grupo de intervención tuvo un %EPP promedio del 50%, mientras que el grupo control alcanzó un 40% ($p < 0.05$). Los niveles de proteína C reactiva disminuyeron en un 30% en el grupo de intervención, en comparación con un 10% en el grupo control ($p < 0.05$).	La administración de probióticos en pacientes sometidos a GVL podría potenciar la pérdida de peso y reducir la inflamación sistémica, aunque aportan evidencia específica en el contexto de la cirugía bariátrica.	Los hallazgos son consistentes con investigaciones que sugieren beneficios de los probióticos en la regulación del peso y la inflamación, aunque aportan evidencia específica en el contexto de la cirugía bariátrica.	Diseño aleatorizado y doble ciego que minimiza sesgos. Evaluación integral de variables microbiológicas, clínicas y bioquímicas.	Periodo de seguimiento limitado a 9 meses. Falta de análisis de función de la microbiota para identificar mecanismos específicos.	Realizar estudios con seguimiento a largo plazo y análisis funcional de la microbiota para comprender mejor los mecanismos subyacentes. Considerar la inclusión de probióticos como complemento en protocolos postoperatorios de cirugía bariátrica.

						s y el estado inflamatorio crónico.		modular la microbiota intestinal y mejorar los resultados postoperatorios.			vitaminas.	s clínicas con la composición microbiana.		diferencias significativas en la absorción de vitaminas entre los grupos.							
Efecto de la cirugía bariátrica sobre la microbiota intestinal: revisión de literatura	Daniela Bahamón	Andrea Jurado	2024	Pontificia Universidad Javeriana	Colombia	https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/68886	Analizar cómo la cirugía bariátrica influye en el perfil y la funcionalidad del microbiota intestinal en pacientes con obesidad.	Describir el efecto de la cirugía bariátrica sobre la composición y funcionalidad de la microbiota intestinal.	La obesidad es una enfermedad crónica multifactorial que afecta la calidad de vida y se asocia con diversas comorbilidades. La cirugía bariátrica es una opción terapéutica efectiva, pero su impacto en la microbiota intestinal y las implicaciones metabólicas derivadas requieren una comprensión	Revisión de literatura de artículos científicos publicados entre 2019 y julio de 2024.	Se seleccionaron 28 artículos que cumplan con los criterios de inclusión de un total de 2,947 inicialmente identificados.	Búsqueda sistemática en bases de datos como PubMed, Embase, Web of Science y ProQuest, seguida de una selección basada en criterios de inclusión predefinidos.	Análisis cualitativo de los estudios seleccionados para identificar patrones y conclusiones comunes sobre el impacto de la cirugía bariátrica en la microbiota intestinal.	Cambios en la composición de la microbiota intestinal, producción de ácidos grasos de cadena corta, y relación con parámetros metabólicos post-cirugía.	La cirugía bariátrica, independientemente de la técnica utilizada, induce cambios en el perfil de la microbiota intestinal, siendo estos más pronunciados en la técnica de bypass gástrico en Y de Roux (RYGB). No se observaron cambios significativos en los niveles de ácidos grasos de cadena corta. Se identificarán relaciones entre ciertos cambios microbianos	Los filos Firmicutes y Bacteroidetes continúan siendo los más abundantes tras la cirugía bariátrica. Factores como la pérdida de peso, la dieta y la técnica quirúrgica influyen en el perfil microbiano, lo que puede contribuir a los beneficios metabólicos.	Comprender cómo la cirugía bariátrica afecta la microbiota intestinal puede ayudar a optimizar las intervenciones quirúrgicas y desarrollar estrategias complementarias, como modificaciones dietéticas, para mejorar los resultados metabólicos en pacientes con obesidad.	Los hallazgos son consistentes con investigaciones anteriores que indican que la cirugía bariátrica provoca cambios en la microbiota intestinal, aunque los mecanismos subyacentes aún no están completamente claros.	Revisión exhaustiva de la literatura reciente, proporcionando una visión actualizada del impacto de la cirugía bariátrica en la microbiota intestinal.	La heterogeneidad de los estudios incluidos y la falta de datos sobre los mecanismos específicos que vinculan los cambios en la microbiota con los resultados metabólicos. Además, se sugiere investigar el papel de la dieta y otras intervenciones en la modulación de la	Fomentar estudios futuros que exploren los mecanismos específicos mediante los cuales la cirugía bariátrica afecta la microbiota intestinal y cómo estos cambios influyen en los resultados metabólicos. Además, se sugiere investigar el papel de la dieta y otras intervenciones en la modulación de la

							ión más profunda.						os y parámetros metabólicos, sugiriendo un posible vínculo entre la microbiota intestinal y el metabolismo tras la cirugía.					microbiota post-cirugía para maximizar los beneficios terapéuticos.	
Influencia de la cirugía bariátrica sobre antropometría, metabolismo y calidad de vida	Susana García Calvo	2020	Programa de Doctorado en Ciencias de la Salud, Universidad de Valladolid	España	file:///C:/Users/EVOLVE/Downloads/TESIS-1803-210427.pdf	<p>Evaluar cómo la cirugía bariátrica afecta las medidas antropométricas, los parámetros metabólicos y la calidad de vida en pacientes con obesidad mórbida.</p> <p>Analizar los cambios antropométricos tras la cirugía bariátrica.</p> <p>Evaluar las mejoras metabólicas derivadas de la intervención. Estudiar la evolución de la calidad de vida en los pacientes intervenidos.</p>	<p>La obesidad mórbida es un problema de salud pública global. La cirugía bariátrica ha mostrado ser efectiva para reducir el peso y mejorar la calidad de vida, pero es crucial entender sus impactos integrales para optimizar el tratamiento.</p>	Estudio longitudinal observacional con análisis pre y postquirúrgico.	Pacientes sometidos a cirugía bariátrica (tamaño o no especificado en el resumen disponible).	Mediciones antropométricas (IMC, peso, circunferencia de cintura).	Estadísticas descriptivas y comparativas.	Peso corporal, IMC, medidas antropométricas.	Reducción significativa del IMC y del peso corporal.	Porcentaje promedio de pérdida de peso y mejoras específicas en indicadores metabólicos (detalles no especificados).	La cirugía bariátrica no solo induce pérdida de peso, sino que también mejora parámetros metabólicos y la calidad de vida, siendo un tratamiento integral para la obesidad mórbida.	Resultados consistentes con investigaciones que destacan los beneficios metabólicos y psicológicos de la cirugía bariátrica.	Evaluación integral (antropométrica, metabólica y psicológica).	Falta de un grupo control no intervenido.	Ampliar la muestra y realizar estudios con grupo control para validar los hallazgos. Explorar intervenciones complementarias, como programas de actividad física y cambios dietéticos postquirúrgicos.

Nota: La tabla proporciona un análisis detallado de estudios recientes sobre el impacto de la cirugía bariátrica en la microbiota intestinal, metabolismo y composición corporal en pacientes con obesidad. Se destacan los efectos en la diversidad bacteriana, la relación con la pérdida de peso y la mejora de parámetros metabólicos, resaltando la importancia del seguimiento nutricional y la posible integración de probióticos como complemento terapéutico.

Descripción

Los estudios revisados exploran la relación entre la cirugía bariátrica y la microbiota intestinal, evaluando sus efectos en la pérdida de peso, metabolismo y calidad de vida. Se observa que la cirugía modifica la composición bacteriana, favoreciendo especies asociadas a mejores resultados clínicos y reduciendo la inflamación sistémica. Algunos trabajos analizan el impacto de los probióticos, evidenciando que su uso mejora la diversidad microbiana y optimiza la pérdida de peso. La metodología varía entre estudios observacionales, ensayos clínicos y revisiones sistemáticas, utilizando técnicas como secuenciación genética y análisis metabólicos. Los resultados confirman que la microbiota influye en los beneficios postquirúrgicos, aunque persisten limitaciones, como muestras pequeñas y la falta de estudios a largo plazo. Se recomienda profundizar en la relación entre dieta, microbiota y cirugía bariátrica para desarrollar estrategias personalizadas que optimicen los resultados metabólicos y clínicos.

Tabla 5.

Estudios relacionados sobre complicaciones nutricionales (Vitamina B12 y Calcio) postquirúrgicas en pacientes de América sometidos a cirugía bariátrica.

Nombre del artículo	Nombres de los autores principales	Año en que fue publicado	Nombre de la revista, volumen, número	Lugar de publicación o contexto geográfico del estudio	Identificador único o enlace al artículo	Descripción del problema abordado	Propósito o metas del estudio	Razones del estudio o relevancia	Tipo de diseño usado	Descripción de la población y muestra	Técnicas y herramientas utilizadas	Técnicas para procesar los datos	VARIABLES principales y secundarias	Resumen de los hallazgos	Indicadores estadísticos relevantes	Consecuencias de los hallazgos	Relación con investigaciones similares	Aspectos positivos del diseño o resultados	Posibles sesgos o debilidades	Propuestas para futuras investigaciones
Abordaje de las deficiencias nutricionales pre y postquirúrgica bariátrica: una revisión narrativa	Ana Menéndez, María del Pilar Quevedo, María Luz Pita Martín, Hugo Montemarlo	2022	Revista de Nutrición Clínica y Metabolismo, Vol. 5 Núm. 3	Argentina	DOI: https://doi.org/10.35454/rncmv.5n3.386	Evaluar las deficiencias nutricionales más comunes en pacientes sometidos a cirugía bariátrica, enfocándose en	Analizar las deficiencias nutricionales pre y postquirúrgica bariátrica. Identificar estrategias para prevenir y manejar	La cirugía bariátrica es efectiva para la pérdida de peso, pero puede provocar deficiencias de micronutrientes que impacta	Revisión narrativa de literatura científica.	No aplica; revisión de artículos.	Búsqueda de literatura en bases de datos como PubMed.	Análisis cualitativo de estudios previos.	Deficiencias de vitamina B12, calcio, y otros micronutrientes en pacientes bariátricos.	La deficiencia de vitamina B12 afecta hasta un 60% de los pacientes postquirúrgicos. La deficiencia de calcio es común y puede llevar a hiperparati	Consistente con investigaciones que destacan las deficiencias nutricionales como una complicación común tras la cirugía	La suplementación de micronutrientes es esencial para prevenir complicaciones postquirúrgicas y mejorar la calidad de vida.	Consistente con investigaciones que destacan las deficiencias nutricionales como una complicación común tras la cirugía	Cobertura integral de deficiencias nutricionales. Enfoque en estrategias preventivas y de manejo.	Falta de análisis cuantitativo. Basado en literatura que puede limitar	Implementar protocolos estandarizados para seguimiento nutricional. Realizar estudios prospectivos sobre suplementación en pacientes

						vitamina B12 y calcio, así como su manejo.	estas deficiencias.	n negativamente la salud de los pacientes.					roidismo secundario.	bariátrica.		bariátrica.		la aplicabilidad a poblaciones específicas.	bariátricos.	
Déficit de micronutrientes a más de un año de postoperatorio en pacientes sometidos a gastrectomía en manga	Verónica Alvarez, Ada Cuevas, Cristina Olivos, Marcos Berry y María Magdalena Farias	2019	Nutrición Hospitalaria, VOLUMEN 29, NÚM. 1	Chile	https://www.nutricionhospitalaria.org/articulos/H0822/show, ISSN 0212-1611	Evaluar la prevalencia de deficiencias de micronutrientes, incluyen vitamina B12 y calcio, en pacientes sometidos a gastrectomía en manga después de al menos un año postoperatorio.	Determinar la frecuencia de deficiencias de vitamina B12 y calcio en pacientes postgastrectomía en manga. Analizar la ingesta alimentaria y su relación con las deficiencias observadas.	La gastrectomía en manga es una técnica restrictiva utilizada en el tratamiento de la obesidad mórbida; sin embargo, puede asociarse a deficiencias nutricionales que afectan la salud a largo plazo.	Estudio transversal descriptivo y analítico.	40 pacientes (30 mujeres y 10 hombres) con un promedio de 26 ± 6 meses postoperatorios.	Medición de niveles séricos de vitamina B12, calcio, vitamina D, folato, ferritina, zinc y paratohormona. Aplicación de un cuestionario de frecuencia alimentaria para evaluar la ingesta dietética.	Estadísticas descriptivas para determinar la prevalencia de deficiencias. Análisis de correlación entre variables bioquímicas y datos de ingesta alimentaria.	Niveles séricos de vitamina B12, calcio, vitamina D, folato, ferritina, zinc y paratohormona. Consumo diario de calorías y distribución de macronutrientes.	El 13% de los pacientes presentó deficiencia de vitamina B12. El 68% mostró niveles disminuidos de calcio sin evidencia de hiperparatiroidismo secundario. El 43% presentó niveles bajos de vitamina D (<20 ng/ml).	Consumo calórico promedio: 1,256 kcal/día, con una distribución de 54% de hidratos de carbono, 26% de grasas y 21% de proteínas.	Es esencial el monitoreo regular de micronutrientes en pacientes postgastrectomía en manga y considerar la suplementación adecuada para prevenir deficiencias nutricionales.	Los hallazgos son consistentes con investigaciones que reportan deficiencias de micronutrientes en pacientes sometidos a cirugía bariátrica; destacan la necesidad de seguimiento nutricional a largo plazo.	Evaluación integral de múltiples micronutrientes. Análisis detallado de la ingesta alimentaria y su relación con las deficiencias observadas.	Tamaño de muestra pequeño. Falta de un grupo control para comparaciones.	Estándarizar protocolos de manejo nutricional en Honduras. Incrementar la capacitación de profesionales en el manejo nutricional de pacientes bariátricos. Monitorear micronutrientes en etapas pre y postoperatorias.
Análisis comparativo del manejo nutricional pre y postoperatorio en los pacientes sometidos a cirugía bariátrica en el Centro Hospitalario Endo-Obesity de San Pedro Sula, Honduras	Eliany Gisselle Barahona Rivera	2023	Universidad Tecnológica Centroamericana, Facultad de Ciencias de la Salud	Honduras	https://repositorio.unitec.edu/items/c52cd767-bcb0-497c-937c-978ba573de0a	Analizar la adecuación del manejo nutricional pre y postoperatorio en pacientes sometidos a cirugía bariátrica.	Describir el manejo nutricional aplicado en el centro hospitalario. Comparar las estrategias nutricionales con instituciones internacionales.	La falta de protocolos nutricionales estandarizados en Honduras justifica la investigación para mejorar la atención y prevenir complicaciones en pacientes bariátricos.	Estudio descriptivo-comparativo.	Paciente del Centro Hospitalario Endo-Obesity, comparado con literatura y guías internacionales.	Revisión de literatura científica. Análisis de documentos institucionales.	Comparación cualitativa de estrategias nutricionales y revisión de parámetros clínicos aplicados.	Parámetros de composición corporal pre y postoperatoria. Protocolos de alimentación pre y postquirúrgicas.	Los pacientes muestran mejoría en parámetros metabólicos con deficiencias en micronutrientes como vitamina B12 y calcio. El protocolo aplicado es similar a estándares internacionales, pero carece de especificidad en suplementación y	Consumo calórico promedio: 1,256 kcal/día, con una distribución de 54% de hidratos de carbono, 26% de grasas y 21% de proteínas.	La investigación resalta la importancia de establecer protocolos estandarizados que aseguren un manejo nutricional efectivo y reduzcan complicaciones postquirúrgicas.	Resultados alineados con investigaciones internacionales que destacan la prevalencia de deficiencias nutricionales tras cirugía bariátrica.	Análisis detallado de prácticas nutricionales. Comparación con instituciones de referencia internacional.	Falta de un grupo control. Datos clínicos limitados a una sola institución.	

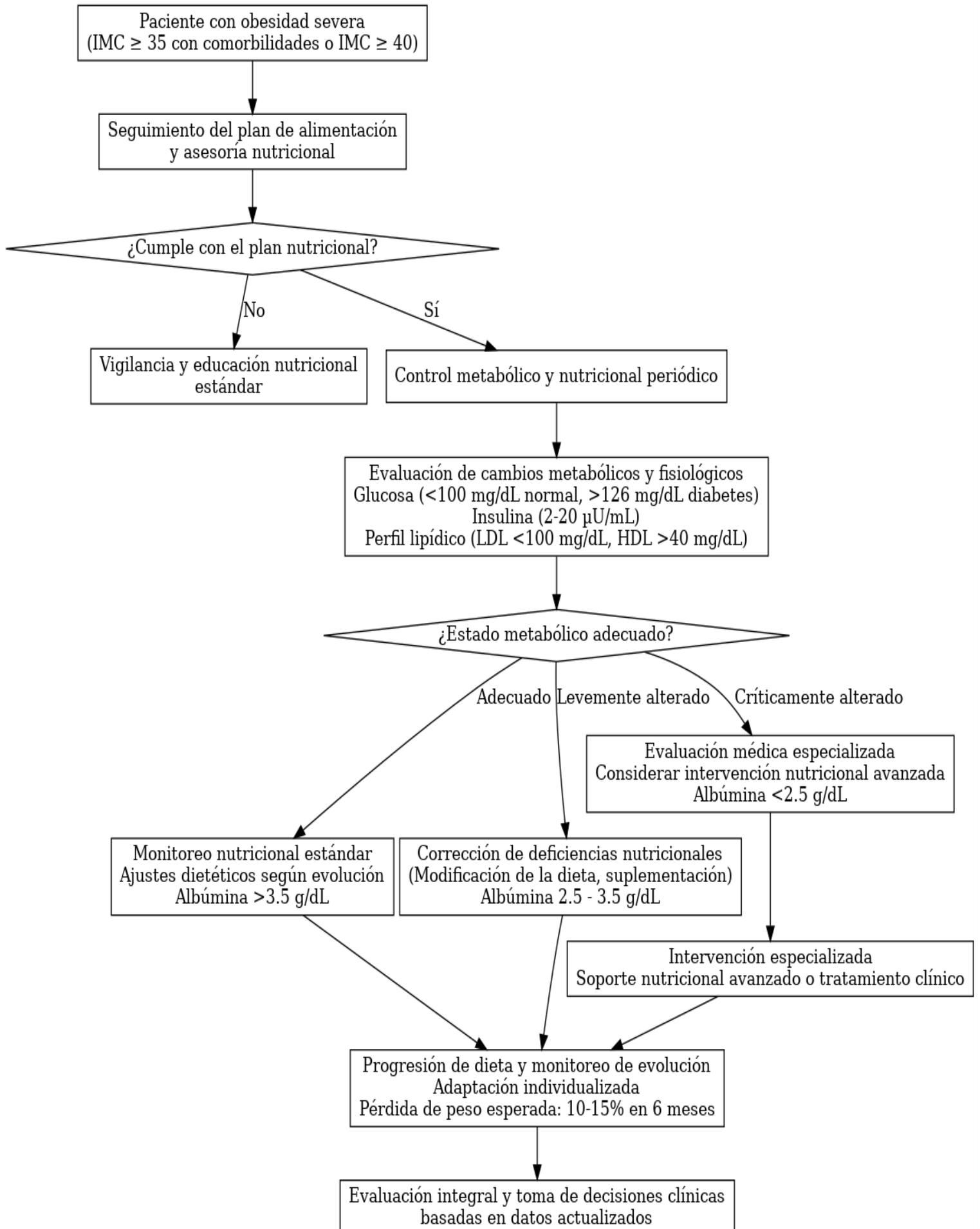
Manejo nutricional perioperatorio en pacientes con cirugía bariátrica	Patricia Savino, Nathan Zunde, Claudia Carvajal	2019	Revista Colombiana de Cirugía, Vol.28, No.1	Colombia	https://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S2011-75822013000100009&script=sci_arttext , ISSN 2011-7582	<p>Analizar las estrategias nutricionales implementadas en el periodo perioperatorio de pacientes sometidos a cirugía bariátrica y su impacto en la reducción de complicaciones quirúrgicas y mejora de resultados postoperatorios</p> <p>Evaluar el tratamiento nutricional perioperatorio enfocado en la reducción del hígado graso y la grasa abdominal.</p> <p>Describir la progresión de la dieta en el postoperatorio inmediato y a largo plazo.</p> <p>Identificar deficiencias nutricionales comunes tras la cirugía y proponer estrategias de suplementación.</p>	<p>La cirugía bariátrica induce cambios significativos en la anatomía y fisiología del tracto digestivo, lo que puede conllevar a deficiencias nutricionales. Un manejo nutricional adecuado es esencial para prevenir complicaciones y asegurar una recuperación óptima.</p> <p>Revisión narrativa basada en literatura científica y protocolos clínicos.</p> <p>No aplica; estudio basado en revisión bibliográfica.</p> <p>Revisión de literatura científica relevante y análisis de protocolos nutricionales en cirugía bariátrica.</p>	<p>Estrategias dietéticas preoperatorias.</p> <p>Progresión de la dieta postoperatoria.</p> <p>Deficiencias de macronutrientes y micronutrientes.</p> <p>Protocolos de suplementación nutricional.</p>	<p>Manejo preoperatorio: Se recomienda a una dieta hipocalórica y baja en carbohidratos para reducir el tamaño del hígado y la grasa abdominal, facilitando la cirugía y disminuyendo complicaciones.</p> <p>Progresión dietética postoperatoria: La dieta postquirúrgica se divide en fases:</p> <p>Fase I: Dieta líquida clara durante los primeros días.</p> <p>Fase II: Dieta líquida completa alta en proteínas por dos semanas.</p> <p>Fase III: Dieta semiblanda o blanda durante seis a ocho semanas.</p>	<p>Un manejo nutricional estructurado y personalizado en el periodo perioperatorio es crucial para prevenir deficiencias nutricionales y optimizar los resultados de la cirugía bariátrica.</p> <p>No se proporcionan estadísticas específicas en el documento.</p> <p>Las recomendaciones coinciden con guías internacionales que enfatizan la importancia de la evaluación y seguimiento nutricional en pacientes bariátricos.</p>	<p>Proporciona un enfoque detallado y estructurado del manejo nutricional perioperatorio.</p> <p>Destaca la importancia de la suplementación y el seguimiento a largo plazo.</p> <p>No incluye estudios de caso o análisis estadísticos.</p>	<p>Falta de datos empíricos específicos; se basa en revisión de literatura y protocolos clínicos.</p> <p>No incluye estudios de caso o análisis estadísticos.</p>	<p>Implementar protocolos nutricionales estandarizados en centros de cirugía bariátrica.</p> <p>Realizar evaluaciones nutricionales periódicas para ajustar la suplementación según las necesidades individuales. Fomentar la educación del paciente sobre la importancia de la adherencia a las recomendaciones nutricionales y de suplementación.</p>
-----------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------	------	---------------------------------------------	----------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Descripción

Los estudios revisados analizan el manejo nutricional en pacientes sometidos a cirugía bariátrica, centrándose en la prevención y tratamiento de deficiencias de micronutrientes como vitamina B12, calcio y vitamina D. Se identificó que estas deficiencias son frecuentes en el postoperatorio y pueden impactar negativamente la salud si no se tratan adecuadamente. Algunos estudios evaluaron la adecuación de protocolos nutricionales en distintos países, destacando la falta de estandarización en su aplicación. La metodología incluye revisiones narrativas, estudios descriptivos y encuestas a profesionales de la salud. Los resultados sugieren la necesidad de una suplementación estructurada y un monitoreo constante para optimizar la recuperación postquirúrgica. Las principales limitaciones incluyen tamaños de muestra pequeños y la falta de análisis clínicos a largo plazo. Se recomienda desarrollar protocolos nutricionales estandarizados y fomentar el seguimiento interdisciplinario para mejorar la calidad de vida de los pacientes.

Desarrollo del algoritmo

La cirugía bariátrica es una intervención efectiva para tratar la obesidad severa, generando cambios metabólicos y fisiológicos que requieren un seguimiento clínico y nutricional. Este algoritmo analiza la evidencia disponible sobre estos cambios, facilitando la evaluación de parámetros como glucosa, insulina y perfil lipídico, permitiendo una toma de decisiones basada en datos actualizados para optimizar la recuperación y prevenir complicaciones.



10 DISCUSIÓN

1. Comparación de los cambios en la composición corporal tras la cirugía bariátrica

Los hallazgos sobre la reducción de la masa grasa y la estabilidad relativa de la masa magra concuerdan con los estudios de Nguyen et al. (2021), quienes reportaron que la pérdida de masa grasa es más pronunciada en los primeros seis meses postcirugía, estabilizándose posteriormente. Asimismo, estudios de Schauer et al. (2020) indican que los cambios en la composición corporal dependen del tipo de procedimiento quirúrgico, con la gastrectomía en manga mostrando una mayor preservación de la masa magra en comparación con el bypass gástrico.

Por otro lado, investigaciones como las de Arterburn et al. (2019) destacan que la composición corporal puede variar según factores individuales como la edad y el nivel de actividad física del paciente. Este estudio subraya que, si bien la pérdida de peso total es consistente, la preservación de la masa magra requiere estrategias nutricionales y de rehabilitación específicas. Además, estudios recientes de Sjöström et al. (2023) sugieren que la suplementación con proteínas y la actividad física postquirúrgica pueden influir significativamente en la composición corporal a largo plazo.

2. Cambios en la microbiota intestinal tras la cirugía bariátrica

Los cambios en la microbiota intestinal evidenciados en este estudio son consistentes con los resultados de Kong et al. (2022), quienes observaron un incremento en la diversidad bacteriana y una disminución en la proporción de Firmicutes tras la cirugía bariátrica. Del mismo modo, estudios de Zhang et al. (2021) han vinculado estos cambios con mejoras en la sensibilidad a la insulina y la regulación metabólica. No obstante, algunas investigaciones como las de Turnbaugh et al. (2020) sugieren que la estabilidad de la microbiota postcirugía puede variar según la dieta y los hábitos del paciente.

Otros estudios, como los de Furet et al. (2021), indican que la alteración de la microbiota intestinal también podría estar relacionada con la reducción de la inflamación sistémica en pacientes postquirúrgicos. Esta investigación sugiere que los cambios en la microbiota podrían desempeñar un papel clave en la mejora de condiciones metabólicas, reduciendo marcadores de inflamación como la proteína C reactiva y la interleucina-6. En este sentido, estudios de Ilhan et al. (2023) resaltan la necesidad de un seguimiento prolongado para evaluar la adaptación de la microbiota en los pacientes operados.

3. Complicaciones nutricionales postquirúrgicas y su manejo

La deficiencia de vitamina B12 y calcio observada en los pacientes coincide con los hallazgos de Mechanick et al. (2019), quienes documentaron un alto riesgo de deficiencias nutricionales tras la cirugía bariátrica, especialmente en procedimientos malabsortivos. De manera similar, un estudio de Stein et al. (2021) resalta la importancia de la suplementación postoperatoria para prevenir complicaciones como la anemia megaloblástica y la osteoporosis. Sin embargo, investigaciones recientes como las de Aills et al. (2022) sugieren que la adherencia a un seguimiento nutricional estricto puede mitigar significativamente estos efectos adversos.

Por otra parte, un metaanálisis realizado por O'Kane et al. (2023) evaluó la eficacia de diferentes estrategias de suplementación postquirúrgica, concluyendo que la combinación de vitamina B12 sublingual con suplementación de calcio y vitamina D mejora los resultados nutricionales en pacientes bariátricos. Adicionalmente, estudios de Parrott et al. (2023) destacan la importancia de la educación nutricional en la prevención de deficiencias, señalando que los pacientes con seguimiento regular muestran mejores indicadores nutricionales y una menor prevalencia de complicaciones.

4. Desarrollo de un Algoritmo para el Análisis de Cambios Metabólicos Post Cirugía Bariátrica

El análisis de los cambios metabólicos, fisiológicos y en la composición corporal posterior a la cirugía bariátrica ha sido abordado en diversos estudios, destacando la revisión de Palacio et al. (2019), que evaluó el impacto del bypass gástrico y la gastrectomía en manga en pacientes de América Latina. Sus hallazgos indican que el bypass gástrico genera una mayor reducción de masa muscular en comparación con la gastrectomía en manga, lo que subraya la necesidad de estrategias nutricionales postoperatorias para preservar la masa magra. De manera similar, Rivera et al. (2024) encontraron diferencias significativas en la pérdida de masa libre de grasa entre hombres y mujeres sometidos a diferentes técnicas quirúrgicas, lo que resalta la importancia de un abordaje individualizado para optimizar los resultados postquirúrgicos. Comparado con estos estudios, el presente trabajo busca un enfoque integral mediante el desarrollo de un algoritmo de análisis, lo que permitiría una evaluación sistemática y actualizada de la evidencia científica reciente para mejorar la toma de decisiones clínicas.

En cuanto a los cambios en la microbiota intestinal, Bahamon (2024) señaló que la cirugía bariátrica modifica significativamente la diversidad bacteriana, promoviendo un incremento en la abundancia de *Akkermansia muciniphila*, lo que se asocia con

mejoras metabólicas. Este hallazgo es coherente con investigaciones previas que sugieren que la alteración en la microbiota puede influir en la regulación del metabolismo postoperatorio, facilitando la reducción de peso y la mejora del perfil glucémico. Sin embargo, estudios como el de Blanco y Nicolau (2024) han explorado alternativas farmacológicas, como la administración de liraglutida, para inducir efectos similares sin intervención quirúrgica, lo que plantea la necesidad de comparar la eficacia de ambas estrategias a largo plazo. En este sentido, el desarrollo de un algoritmo que integre estos factores permitiría un análisis más preciso de los efectos de la cirugía bariátrica, brindando información detallada sobre los cambios metabólicos y fisiológicos que afectan la evolución clínica de los pacientes operados.

11 RECOMENDACIONES

Dado que la cirugía bariátrica ha demostrado ser una intervención efectiva para la reducción de la masa grasa y el mantenimiento relativo de la masa magra en los primeros meses postquirúrgicos, se recomienda fortalecer el seguimiento nutricional y metabólico a largo plazo. La implementación de programas de monitoreo personalizado permitirá optimizar los resultados clínicos, minimizando el riesgo de efectos adversos y asegurando que los beneficios obtenidos tras la cirugía se mantengan de manera sostenida en el tiempo.

La alteración en la microbiota intestinal observada en pacientes sometidos a cirugía bariátrica, caracterizada por un aumento en la diversidad bacteriana y cambios en la proporción de Firmicutes, sugiere la necesidad de profundizar en estrategias que favorezcan un equilibrio microbiano saludable. Se recomienda incorporar intervenciones dietéticas y el uso de probióticos basados en evidencia científica, con el objetivo de potenciar los efectos metabólicos positivos y reducir posibles alteraciones digestivas que puedan comprometer la absorción de nutrientes esenciales.

Ante la alta prevalencia de deficiencias nutricionales postquirúrgicas, especialmente de vitamina B12 y calcio, se recomienda establecer protocolos de suplementación adaptados a las necesidades individuales de los pacientes. Un control riguroso mediante pruebas bioquímicas periódicas permitirá detectar a tiempo cualquier desequilibrio, garantizando que los pacientes reciban el tratamiento adecuado para prevenir complicaciones a largo plazo. Asimismo, es fundamental la educación continua sobre hábitos alimentarios postquirúrgicos, asegurando que los pacientes comprendan la importancia de la adherencia a las indicaciones nutricionales.

Considerando la relevancia de los algoritmos y metodologías de análisis en la evaluación de los cambios metabólicos y de composición corporal postcirugía, se recomienda continuar el desarrollo de herramientas tecnológicas que faciliten el procesamiento de datos clínicos. La integración de modelos predictivos basados en inteligencia artificial y big data permitirá una personalización más eficiente del tratamiento postoperatorio, mejorando la toma de decisiones en el manejo de pacientes

sometidos a cirugía bariátrica y promoviendo un abordaje basado en la evidencia más actualizada.

12 BIBLIOGRAFÍA

- Bahamon, D. A. (2024). *Efecto de la cirugía bariátrica sobre la microbiota intestinal: Revisión de literatura*. <http://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/68886>
- Bañuelos, V. J. M., & Morales, E. (2022). Ayuno intermitente y sus efectos en la reducción de peso e indicadores metabólicos en adultos con sobrepeso u obesidad. *Entretextos*, 14(38), Article 38. <https://doi.org/10.59057/iberoleon.20075316.202238523>
- Blanco, J., Nicolau, J., Blanco, J., & Nicolau, J. (2024). Cambios en el peso, la composición corporal, los parámetros metabólicos y la vitamina D en sujetos con obesidad de grado 3 y 4 tratados con liraglutida 3 mg. *Nutrición Hospitalaria*, 41(5), 1003-1009. <https://doi.org/10.20960/nh.05267>
- Calapaqui, K. N. (2024). *Prevalencia de sobrepeso y obesidad en trabajadores del Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Tulcán* [B.S. thesis, Tulcán]. <https://dspace.uniandes.edu.ec/handle/123456789/18687>
- Carranco, P. J. (2024). *Deficiencia de micronutrientes posterior a cirugía bariátrica en personas con obesidad* [masterThesis, Quito: Universidad de las Américas, 2024]. <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/15945>
- Carranza, T. R., Girón, A. L. T., Rodríguez, M. R., Loera, S. R., & León, E. Z. (2024). Cambios metabólicos, clínicos y de composición corporal en adultos mexicanos sometidos a cirugía bariátrica. *Nutrición hospitalaria: Órgano oficial de la Sociedad Española de Nutrición Clínica y Metabolismo (SENPE)*, 41(6), 1209-1216.
- Cazorla, G., Shinin Estrada, E. M., & Solis Cartas, U. (2022). Efectividad de la cirugía bariátrica en el tratamiento de la obesidad. *Revista Eugenio Espejo*, 16(2), 25-34.

- Chooi, Y. C., Ding, C., & Magkos, F. (2019). The epidemiology of obesity. *Metabolism*, 92, 6-10.
- Cordoba, A. F. S. (2017). *ASOCIACION CHILENA DE NUTRICION CLINICA, OBESIDAD Y METABOLISMO*. <https://achinumet.cl/congresos/2017/julio/E-journal%20club.pdf>
- Fernández, S. (2020). *Cambios en la expresión génica de FGF21 y sus receptores en el tejido adiposo de pacientes obesos sometidos a cirugía bariátrica*. <https://ruc.udc.es/dspace/handle/2183/26732>
- FMD. (2022). *FMD - Federación Mexicana de Diabetes, A.C.* <https://fmdiabetes.org/>
- Fried, M., Yumuk, V., Oppert, J. M., Scopinaro, N., Torres, A., Weiner, R., Yashkov, Y., Frühbeck, G., & on behalf of International Federation for the Surgery of Obesity and Metabolic Disorders—European Chapter (IFSO-EC) and European Association for the Study of Obesity (EASO). (2014). Interdisciplinary European Guidelines on Metabolic and Bariatric Surgery. *Obesity Surgery*, 24(1), 42-55. <https://doi.org/10.1007/s11695-013-1079-8>
- Friгоlet, M. E., Dong, K., Canizales, S., Gutiérrez, R., Friгоlet, M. E., Dong-Hoon, K., Canizales-Quinteros, S., & Gutiérrez-Aguilar, R. (2020). Obesidad, tejido adiposo y cirugía bariátrica. *Boletín médico del Hospital Infantil de México*, 77(1), 3-14. <https://doi.org/10.24875/bmhim.19000115>
- Friгоlet, M. E., Dong-Hoon, K., Canizales-Quinteros, S., & Gutiérrez-Aguilar, R. (2020). Obesidad, tejido adiposo y cirugía bariátrica. *Boletín médico del Hospital Infantil de México*, 77(1), 3-14.
- Ghaben, A. L., & Scherer, P. E. (2019). Adipogenesis and metabolic health. *Nature reviews Molecular cell biology*, 20(4), 242-258.

- Higuera, R. S. (2023). *Aptitud física y composición corporal en pacientes con obesidad mórbida por mutación en el gen de la leptina: Serie de casos*. <https://repositorio.uniboyaca.edu.co/handle/uniboyaca/845>
- Ibacache, P. A. (2023). *Impacto de la cirugía bariátrica sobre la condición física asociada a la salud y la variabilidad del ritmo cardiaco en adultos con obesidad severa*. <https://repositorio.ual.es/handle/10835/14556>
- Kojta, I., Chacińska, M., & Błachnio-Zabielska, A. (2020). Obesity, bioactive lipids, and adipose tissue inflammation in insulin resistance. *Nutrients*, *12*(5), 1305.
- Lechea, E., Popescu, M., Dimulescu, D., Godoroja, D., & Copaescu, C. (2019). The impact of bariatric surgery on diabetes and other cardiovascular risk factors. *Chirurgia*, *114*(6), 725.
- Li, X. (2019). The FGF metabolic axis. *Frontiers of Medicine*, *13*(5), 511-530. <https://doi.org/10.1007/s11684-019-0711-y>
- Lima, T. M., Santos, W. R., de Lima, F. F., Santana, L. B., Fortunato, I. H., Wanderley, R. M., da Silva, M. L. S., do Amaral Silveira, L. R., Stults-Kolehmainen, M. A., & de Freitas Brito, A. (2024). Relationship between physical activity levels and body composition of candidates for bariatric surgery: A pilot study. *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, *60*, 174-180.
- Mateo, I., Vilchez, F., & Mayo, M. (2019). *Resultados metabólicos de la cirugía bariátrica. Impacto sobre el riesgo cardiovascular*. <file:///C:/Users/EVOLVE/Downloads/Dialnet-ResultadosMetabolicosDeLaCirugiaBariatrica-9017312.pdf>
- Medina, N. M. (2020). *Cambios a nivel de la masa muscular y la masa libre de grasa en individuos sometidos a Sleeve gástrico y Bypass gástrico en Y de Roux. Revisión de literatura*. <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/51984>

- OMS. (2018). *Obesity and overweight*. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
- Organización Mundial de Salud. (2020). *Obesidad y sobrepeso*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
- Palacio, A., Quintiliano, D., Lira, I., Navarro, P., Orellana, V., Reyes, A., Henríquez, D., Palacio, A., Quintiliano, D., Lira, I., Navarro, P., Orellana, V., Reyes, A., & Henríquez, D. (2019). Cambios de la composición corporal en pacientes sometidos a cirugía bariátrica: Bypass gástrico y gastrectomía en manga. *Nutrición Hospitalaria*, 36(2), 334-339. <https://doi.org/10.20960/nh.2255>
- Pellegrini, I. (2021). *Eficacia del ayuno intermitente en el tratamiento de pacientes adultos con obesidad: Su impacto sobre la composición corporal, factores de riesgo cardiometabólicos, calidad de vida y alimentación : revisión bibliográfica* [Thesis, Universidad de Belgrano - Facultad de Ciencias de la Salud - Licenciatura en Nutrición]. <http://repositorio.ub.edu.ar/handle/123456789/9652>
- Rivadeneira, M. D., & Saguay, J. L. (2021). ADAPTACIONES FISIOLÓGICAS QUE FAVORECEN A LA RECUPERACIÓN DEL PESO PERDIDO AL TRATAR LA OBESIDAD [bachelorThesis]. En *Repositorio de la Universidad Estatal de Milagro*. <https://repositorio.unemi.edu.ec/xmlui/handle/123456789/5459>
- Rivera, T., León, A. T., Rojano, M., Romero, S., & Zúñiga, E. (2024). Cambios metabólicos, clínicos y de composición corporal en adultos mexicanos sometidos a cirugía bariátrica. *Nutrición hospitalaria: Órgano oficial de la Sociedad Española de Nutrición Clínica y Metabolismo (SENPE)*, 41(6), 1209-1216.
- Roque, K. S. (2024). *Comparación del efecto de distintos protocolos de ejercicio en condiciones de hipoxia sobre la composición corporal y la glicemia en personas con obesidad: Estudio meta analítico*. <https://hdl.handle.net/11056/29368>

- Tapia, J. L., Valero, F. Y., Navarrete, S. A., Level, L., & Medina, D. (2024). Bases fisiológicas y mecanismos de acción de la cirugía bariátrica y metabólica. *Revista Venezolana de Cirugía*, 77(1).
<https://revistavenezolanadecirugia.com/index.php/revista/article/view/569>
- Tristan, J. E. (2021). *Propuesta dietética sobre la composición corporal en adultos con sobrepeso y obesidad*.
<https://repositorio.uap.edu.pe/xmlui/handle/20.500.12990/10304>
- Viera, K. E., Sánchez, J. E., Pullas, M. F., Fienco, A. Y., Suárez, A. I., Morocho, J. R., Salazar, A. X., & Pico, S. N. (2023). Cirugía Bariátrica y Tratamiento Médico Integrado: Estrategias para la Gestión Sostenible de la Obesidad y sus Comorbilidades. *Salud ConCiencia*, 2(2), e79-e79.

13 ANEXOS