

Revisión de la literatura

Alteraciones en la microbiota gastrointestinal después de la cirugía bariátrica.

Alterations in the gastrointestinal microbiota after bariatric surgery.

Isabella Gómez-Arismendy^{1,a}, Mariana Lopera-Osorno^{1,a}.

1. Estudiante de Medicina.

a. Universidad Pontificia Bolivariana (Colombia).

CORRESPONDENCIA

Mariana Lopera Osorno
ORCID ID <https://orcid.org/0009-0008-7392-098X>
Universidad Pontificia Bolivariana (Colombia).
E-mail: mariana.loperaos@upb.edu.co

CONFLICTO DE INTERESES

Las autoras del artículo hacen constar que no existe, de manera directa o indirecta, ningún tipo de conflicto de intereses que pueda poner en peligro la validez de lo comunicado.

RECIBIDO: 08 de julio de 2025.
ACEPTADO: 27 de marzo de 2026.

RESUMEN

La cirugía bariátrica puede generar importantes cambios en la microbiota intestinal, donde puede llegar a mejorar su funcionalidad y ampliar su diversidad, lo cual impacta positivamente en el metabolismo y facilita el alcanzar las metas terapéuticas del procedimiento. Sin embargo, estos cambios también pueden conllevar riesgos como infecciones, alteración en la absorción de nutrientes, anemia o implicaciones inmunológicas. El uso adecuado de profilaxis antimicrobiana es clave para prevenir infecciones posquirúrgicas, y se ha demostrado que el uso de probióticos puede llegar a ser un complemento útil para mejorar la salud intestinal, la respuesta inflamatoria y los resultados metabólicos a largo plazo. El conocimiento del rol de la microbiota dentro de la cirugía bariátrica se vuelve indispensable, ya que esta se postula como un actor esencial dentro de los resultados posquirúrgicos de los pacientes.

Palabras clave: Microbiota intestinal, disbiosis, metabolismo, antibióticos, cirugía bariátrica.

ABSTRACT

Bariatric surgery can generate important changes in the intestinal microbiota, where it can improve its functionality and expand its diversity, which positively impacts metabolism and facilitates achieving the therapeutic goals of the procedure. However, these changes can also entail risks such as infections, altered nutrient absorption, anemia, or immunological implications. The proper use of antimicrobial prophylaxis is key to preventing post-surgical infections, and it has been shown that the use of probiotics can be a useful complement to improve intestinal health, the inflammatory response, and long-term metabolic outcomes. Knowledge of the role of the microbiota within bariatric surgery becomes indispensable, as it is postulated as an essential actor within the post-surgical outcomes of patients.

Key words: Intestinal microbiota, dysbiosis, metabolism, antibiotics, bariatric surgery.

Gómez-Arismendy I, Lopera-Osorno M. Alteraciones en la microbiota gastrointestinal después de la cirugía bariátrica. *Salutem Scientia Spiritus* 2026; 12(2):68-73.



La Revista *Salutem Scientia Spiritus* usa la licencia Creative Commons de Atribución - No comercial - Sin derivar.

Los textos de la revista son posibles de ser descargados en versión PDF siempre que sea reconocida la autoría y el texto no tenga modificaciones de ningún tipo.

INTRODUCCIÓN

La microbiota gastrointestinal humana es el conjunto de microorganismos que habitan en los diferentes órganos que componen el tracto gastrointestinal, los cuales suelen ser de carácter comensal.¹ Se establece a partir de diversos factores genéticos, el tipo de parto, la alimentación y el uso de medicamentos.² Estos microorganismos constituyen una parte fundamental de nuestro organismo. Anteriormente se creía que su participación se limitaba al sistema digestivo, cumpliendo funciones en el metabolismo de polisacáridos y oligosacáridos, y ayudando al organismo a obtener compuestos esenciales como vitaminas, proteínas y nutrientes provenientes de los alimentos; sin embargo, diversos estudios han demostrado que sus funciones van más allá del aparato digestivo, a pesar de ser este su principal sitio de acción.¹

Se estima que en la microbiota gastrointestinal habitan aproximadamente 38 billones de bacterias de más de 1000 especies diferentes, las cuales están encargadas de cumplir múltiples funciones con impacto incluso en los sistemas óseo y neurológico. Su función dentro del sistema endocrino es una de las más relevantes, ya que contribuye a mantener la homeostasis de compuestos como la glucosa al estimular hormonas como la incretina. Por lo tanto, cualquier alteración en la composición de la microbiota puede afectar la biodisponibilidad hormonal e incrementar las concentraciones de glucosa en sangre, constituyéndose en uno de los factores para la aparición de enfermedades como la diabetes y la obesidad. Estas condiciones fomentan un estado de disbiosis caracterizado por una baja diversidad de microorganismos que no cumplen las funciones necesarias, generando un círculo vicioso de malnutrición y ganancia ponderal.^{3,4} Estas patologías requieren diversas medidas de control, llegando en ocasiones a precisar procedimientos quirúrgicos como la cirugía bariátrica.^{3,4}

La cirugía bariátrica se ha convertido en una intervención indispensable en el tratamiento de enfermedades como la diabetes tipo 2, la obesidad y la hipertensión arterial, siendo las dos primeras las que obtienen un mayor beneficio.^{5,6} La cirugía bariátrica se divide en tres tipos principales de procedimientos: bypass gástrico, manga gástrica y balón gástrico, los cuales emplean distintas técnicas quirúrgicas con el objetivo común de reducir la capacidad gástrica y regular el peso del paciente.⁷

Los cambios en el estado de salud varían según el individuo, pero suelen reportarse a partir de los 18 meses, observándose pérdida de peso, aumento en la sensación de saciedad y modificaciones en la composición de la microbiota. Esta última alcanza una mejor organización y una mayor diversidad microbiana que optimiza las condiciones del paciente, reduciendo en algunos casos la necesidad de fármacos para la diabetes tipo 2. La cirugía se considera efectiva si el paciente logra perder al menos el 50% del exceso de peso.^{8,9}

Es de gran importancia comprender cómo esta cirugía modifica la conformación del organismo y mejora la calidad de vida de los pacientes, considerando las precauciones y riesgos inherentes a la realización de este tipo de procedimientos.²

CAMBIOS EN LA MICROBIOTA POSTOPERATORIO

La disbiosis en la microbiota gastrointestinal de los pacientes que padecen alguna de las condiciones antes mencionadas representa un estado desfavorable, debido a que la reducida diversidad de especies impide la correcta obtención de nutrientes a partir de los alimentos, dificultando la mejora de su estado nutricional y físico.^{10,11} La pérdida parcial de la estructura anatómica, el uso de antibióticos y la modificación de los hábitos digestivos preoperatorios generan un cambio abrupto en la función gastrointestinal que compromete a la microbiota, alterando su conformación habitual y derivando en un nuevo estado de disbiosis. Este nuevo estado suele ser beneficioso para la salud, aunque también puede conllevar ciertos riesgos.¹²

Microorganismos habitualmente comunes en el tracto gastrointestinal, como *Clostridium coccoides*, *Clostridium leptum* y *Bifidobacterium*, permanecen en concentraciones bajas tras la intervención quirúrgica. En consecuencia, la absorción de grasas y glucosa disminuye, ya que la regulación de estos sustratos forma parte de las funciones de dichos microorganismos, lo que contribuye a la pérdida de peso del paciente.^{10,12} Por otro lado, se observa un incremento de ciertos microorganismos como las Proteobacterias, junto con *Escherichia coli*, *Streptococcus spp.* y *Lactobacillus spp.*, los cuales suelen formar parte de la microbiota en concentraciones moderadas; su aumento demuestra que existen cambios que pueden favorecer el equilibrio de la microbiota.¹³

Diversos reportes posquirúrgicos señalan un cambio significativo en la diversidad de especies que presentan los pacientes tras la cirugía, con niveles elevados de bacterias anaerobias facultativas y reductoras de nitritos como las *Enterobacterias*, *Staphylococcus sp.*, *Enterococcus sp.* y *Klebsiella sp.* Estas especies, que no solían ser comunes en la microbiota previa a la intervención, favorecen ahora la absorción de nutrientes (como proteínas y vitaminas) y la degradación de sustratos en el sistema gastrointestinal.¹²

Como se mencionó anteriormente, tras la cirugía se produce un incremento de Proteobacterias que en la mayoría de los casos resulta beneficioso; sin embargo, puede elevar el riesgo de proliferación de unidades formadoras de colonias principalmente en el intestino delgado, lo cual incrementa el riesgo de infecciones. Esto refuerza la noción de que ciertas bacterias y células consideradas protectoras dejan de encontrarse en proporciones adecuadas, induciendo un estado de inmunosupresión relativo, habitual tras un procedimiento quirúrgico.^{12,13} Se estima que la microbiota gastrointestinal posee más de tres millones de genes —con factores

de carácter hereditario— y funciones que regulan gran parte del organismo. Por ello, al alterar estas estructuras se propicia también un cambio en el microambiente y material genético intestinal, con modificaciones en la secuenciación del genoma que pueden incrementar el riesgo de padecer condiciones como cáncer o anemia.^{14,15} El riesgo oncogénico tras el procedimiento se asocia a la hiperproliferación de células mutadas derivada de los cambios en el ADN y al aumento de la expresión de genes proinflamatorios, donde la nueva distribución de la microbiota y la exposición del tejido a nuevos factores incrementan el riesgo carcinogénico.¹⁴

En la mayoría de los casos, el riesgo de anemia se debe a alteraciones en la producción del factor intrínseco —asociadas a modificaciones genéticas y al incremento de microorganismos como *Helicobacter pylori*—, lo que impide la correcta absorción de vitamina B12, folato y hierro, desencadenando anemia perniciosa o ferropénica.¹⁵

CAMBIOS EN EL SISTEMA GASTROINTESTINAL POSTOPERATORIO

El metabolismo de los pacientes sometidos a estos procedimientos puede verse significativamente modificado. Estos cambios suelen ser favorables, ya que no solo incrementan la sensación de saciedad —reduciendo la ingesta alimentaria—, sino que también disminuyen la preferencia por alimentos ricos en grasas y azúcares, lo que deriva en una reducción de los niveles de cLDL y un incremento de los niveles de cHDL.^{16,17} A pesar de ser un tratamiento altamente efectivo, algunos pacientes experimentan episodios de hipoglucemia posquirúrgica manifestando síntomas debilitantes como astenia, adinamia y mareo persistente. Estos síntomas son más frecuentes en mujeres, en pacientes con baja absorción de glucosa y en personas que iniciaron procesos de pérdida de peso en los 6 meses previos a la cirugía.¹⁸

La marcada reducción ponderal y la remodelación anatómica conllevan un incremento en la secreción de ácidos biliares como mecanismo compensatorio para regular la pérdida de células secretoras. Estas alteraciones pueden derivar en la aparición de trastornos metabólicos y en anomalías de la respuesta inflamatoria que varían según el contexto clínico. En la mayoría de los casos, los pacientes cursan con alteraciones como la enfermedad por reflujo gastroesofágico (ERGE), requiriendo el uso crónico de fármacos inhibidores de la acidez gástrica.^{19,22} Asimismo, algunos pacientes vuelven a ganar el peso perdido o no alcanzan la meta ponderal esperada debido a múltiples factores. Entre ellos se encuentran factores ambientales, como la falta de adherencia a los ajustes dietéticos o la inactividad física posoperatoria,²³ y factores clínicos, como el estado psicológico o patologías hormonales concomitantes. Diversos estudios han asociado esta situación con niveles reducidos del péptido similar al glucagón tipo 1 (GLP-1), el cual es fundamental para el éxito del tratamiento.²⁴

Por otra parte, la modificación del pH gástrico puede dificultar la absorción de medicamentos, así como de macro y micronutrientes, pudiendo desencadenar un síndrome de malabsorción.²⁵ Al reducir el tejido adiposo corporal, no solo se observan cambios en el peso, sino también modificaciones que pueden comprometer la densidad y resistencia ósea debido a la deficiencia de minerales y al drástico cambio posquirúrgico.²⁶ La vía hematológica e inmune también se ve involucrada, ya que tras el procedimiento disminuye la cantidad de macrófagos intestinales, afectando procesos inmunológicos, de angiogénesis y de síntesis de colágeno mediados por estas células.²⁷

Vitaminas como la D han demostrado ser esenciales en pacientes con obesidad; la evidencia señala que estos individuos requieren hasta el doble del aporte de vitamina D en comparación con personas de peso normal, debido a su secuestro en el tejido adiposo y la consecuente disminución de su biodisponibilidad sérica. Por ello, su suplementación resulta fundamental para la recuperación y para garantizar la efectividad del procedimiento, ya que contribuye a mejorar el flujo sanguíneo y la eliminación de lípidos.²⁸ Finalmente, las primeras manifestaciones de complicación reportadas por los pacientes incluyen dolor abdominal, hiporexia, diarrea, emesis y náuseas, síntomas que deben ser evaluados oportunamente. Aunque pueden ser secundarios a la adaptación fisiológica, en aproximadamente un 1% de los casos se relacionan con complicaciones quirúrgicas.²⁹

PROFILAXIS ANTIMICROBIANA EN LA CIRUGÍA BARIÁTRICA

La principal complicación de la cirugía bariátrica es la infección, específicamente en el sitio quirúrgico. Dado que la obesidad constituye un factor de riesgo independiente para el desarrollo de este tipo de complicaciones, la prevención antimicrobiana resulta fundamental en el manejo de estos pacientes para lograr mejores resultados clínicos y, en consecuencia, el éxito de la terapia.³⁰⁻³²

Se sugiere que los pacientes sometidos a procedimientos quirúrgicos bariátricos que involucran el duodeno y estructuras proximales a este reciban cefalosporinas de primera generación, específicamente cefazolina, la cual se considera el antimicrobiano más eficaz, estudiado y utilizado en el contexto de la cirugía bariátrica. Diversos autores señalan que debe ser la primera opción para la profilaxis antibiótica.³³⁻³⁷ Sin embargo, en quienes se someten a procedimientos que involucran estructuras por debajo del duodeno, se recomienda el uso de cefazolina en combinación con un agente con actividad anaeróbica (cefazolina + metronidazol).^{33,38} A pesar de que los regímenes profilácticos de amplio espectro, como ampicilina/sulbactam y ertapenem, son eficaces contra los patógenos más comunes en las infecciones posoperatorias en cirugía bariátrica, estos agentes deben reservarse para el tratamiento terapéutico (y no para la profilaxis) de infecciones establecidas.³⁹

Para los pacientes con alergia confirmada a los agentes β -lactámicos, se deben considerar esquemas alternativos como levofloxacina o clindamicina asociada a un aminoglucósido.³⁹ Cabe resaltar que el uso de vancomicina no debe considerarse una alternativa de rutina, puesto que se ha demostrado ampliamente que *Staphylococcus aureus* resistente a la meticilina (SARM) rara vez causa infección en estos pacientes. Además, se ha reportado que la profilaxis con vancomicina presenta una mayor incidencia de infecciones del sitio quirúrgico posbariátricas causadas por bacterias Gram negativas; por lo tanto, no se considera factible el uso de este antibiótico en este escenario.^{34,36,39}

La dosis profiláctica inicial se administra entre una y dos horas antes de la incisión, constituyendo el paso más importante para la prevención de la infección del sitio quirúrgico.³⁹ Como ocurre en la mayoría de los procedimientos, la duración de la profilaxis antimicrobiana en cirugía bariátrica no debe exceder las 24 horas posteriores a la intervención.⁴⁰ Se debe tener en cuenta que el uso de antibióticos genera alteraciones significativas en la microbiota intestinal, aunque estas dependen en gran medida de la clase de fármaco utilizado.^{41,42} Es importante señalar que diversos estudios indican que la disbiosis secundaria al uso de antibióticos disminuye la pérdida ponderal tras la gastrectomía en manga, siendo un fenómeno mayormente relacionado con el uso de esquemas profilácticos alternativos (como levofloxacina y metronidazol), lo que afecta la consecución de las metas del procedimiento quirúrgico⁴¹ (Tabla 1 y 2).

IMPACTO DE LOS PROBIÓTICOS POSTOPERATORIOS EN LOS RESULTADOS DE LA CIRUGÍA BARIÁTRICA

Posterior a la intervención, una cantidad sustancial de pacientes tiende a presentar dificultades para mantener la pérdida de peso, controlar las complicaciones posoperatorias y lograr mejoras en su salud a largo plazo. A raíz de esto, se ha propuesto la suplementación con probióticos para optimizar los resultados quirúrgicos y favorecer la eubiosis intestinal.⁴³ Los probióticos pueden mejorar la salud intestinal, favorecer la absorción de nutrientes y modular la respuesta inflamatoria, lo que beneficia a las personas en proceso de recuperación tras una cirugía bariátrica.⁴⁴ Diversas revisiones sistemáticas y metaanálisis sobre la eficacia de los probióticos han reportado resultados alentadores respecto a la reducción ponderal, considerándose además una herramienta complementaria para modular marcadores inflamatorios, el perfil lipídico y el control glucémico.^{43,45,46}

En investigaciones más amplias se ha precisado que los probióticos generan diferencias significativas a largo plazo en los parámetros antropométricos, el perfil lipídico, la inflamación sistémica y los niveles de insulina posoperatorios.^{43,47,48} Adicionalmente, la capacidad de los probióticos para modular la microbiota intestinal —a menudo alterada tras la cirugía bariátrica— parece tener implicaciones significativas tanto para el control del peso como para

Tabla 1. Profilaxis recomendada.

Situación	Antibiótico recomendado
Duodeno y zonas superiores	Cefalosporinas de primera generación, especialmente cefazolina.
Estructuras por debajo del duodeno	Cefazolina + metronidazol.
Alergia a B-lactámicos	Levofloxacina o clindamicina asociado con un aminoglucósido.

Tabla 2. Efecto de los probióticos en parámetros antropométricos

Parámetro	Efecto
Perfil lipídico	Reducción significativa en el nivel de triglicéridos y LDL.
Inflamación sistémica	Disminuye nivel de proteína C reactiva.
Antropométricos	Reducción significativa de la circunferencia de la cintura en el seguimiento de 12 meses.
Niveles de insulina postoperatorios	Mejora significativa en la HbA1c y la insulina en ayunas en pacientes con diabetes tipo 2.

el perfil metabólico del paciente.^{47,49} Esto indica que el empleo de probióticos podría constituir un valioso complemento a las estrategias terapéuticas existentes, conduciendo a un manejo más integral y eficaz de las complicaciones asociadas. En cuanto a la dosificación y la duración del tratamiento, la evidencia sugiere que puede requerirse una dosis diaria de probióticos durante al menos 12 semanas para lograr beneficios significativos; no obstante, las recomendaciones específicas deben adaptarse al perfil individual del paciente y a las cepas utilizadas.^{47,50} Aunque estos datos abren la puerta al uso de probióticos como un complemento en la terapia posquirúrgica, los estudios aún señalan la necesidad de realizar investigaciones de mayor escala en este campo.

CONCLUSIONES

La cirugía bariátrica se consolida como un tratamiento efectivo para la obesidad y las enfermedades metabólicas asociadas. Sin embargo, se debe resaltar que este procedimiento induce cambios significativos en la microbiota gastrointestinal, lo que conlleva un gran impacto en procesos vitales del paciente como el metabolismo, el sistema inmune y el estado nutricional. Dichas modificaciones pueden resultar tanto beneficiosas como de riesgo, dependiendo de factores individuales y de las particularidades del manejo clínico posoperatorio. La comprensión de estas al-

teraciones, así como el papel potencial de los probióticos y de la profilaxis antimicrobiana, resulta esencial para optimizar los resultados clínicos a largo plazo.

DECLARACIÓN DE USO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA (IGA)

Las autoras declaran que no se utilizaron herramientas de Inteligencia Artificial Generativa (IAG), Modelos de Lenguaje a Gran Escala (LLM) ni tecnologías asistidas por Inteligencia Artificial (IA) en ninguna de las etapas de conceptualización, redacción, procesamiento de datos o creación de imágenes de este manuscrito.

REFERENCIAS

1. Zafar H, Saier MH. Gut Bacteroides species in health and disease. *Gut Microbes*. 2021; 13(1):1-20. DOI: 10.1080/19490976.2020.1848158.
2. Gasmí A, Björklund G, Mujawdiya PK, Semenova Y, Dosa A, Piscopo S, *et al*. Gut microbiota in bariatric surgery. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2023; 63(28):9299-314. DOI: 10.1080/10408398.2022.2067116.
3. Sun LJ, Li JN, Nie YZ. Gut hormones in microbiota-gut-brain cross-talk. *Chin Med J (Engl)*. 2020; 133(7):826-33. DOI: 10.1097/CM9.000000000000070.
4. Angelini G, Russo S, Mingrone G. Incretin hormones, obesity and gut microbiota. *Peptides*. 2024; 178:171216. DOI: 10.1016/j.peptides.2024.171216.
5. Sandoval DA, Patti ME. Glucose metabolism after bariatric surgery: implications for T2DM remission and hypoglycaemia. *Nat Rev Endocrinol*. 2023; 19(3):164-76. DOI: 10.1038/s41574-022-00757-5.
6. Arterburn DE, Telem DA, Kushner RF, Courcoulas AP. Benefits and Risks of Bariatric Surgery in Adults: A Review. *JAMA*. 2020; 324(9):879-87. DOI: 10.1001/jama.2020.12567.
7. Dewantoro D, Davenport R, Goh JY, Bakhshi A, Ali A. The Effect of Different Types of Bariatric Surgery on Levothyroxine Requirement in Hypothyroid Bariatric Patients. *Cureus*. 2022; 14(6):e26165. DOI: 10.7759/cureus.26165.
8. Yadav J, Liang T, Qin T, Nathan N, Schwenger KJP, Pickel L, *et al*. Gut microbiome modified by bariatric surgery improves insulin sensitivity and correlates with increased brown fat activity and energy expenditure. *Cell Rep Med*. 2023; 5:101051. DOI: 10.1016/j.xcrm.2023.101051.
9. El Ansari W, Elhag W. Weight Regain and Insufficient Weight Loss After Bariatric Surgery: Definitions, Prevalence, Mechanisms, Predictors, Prevention and Management Strategies, and Knowledge Gaps-a Scoping Review. *Obes Surg*. 2021; 31(4):1755-66. DOI: 10.1007/s11695-020-05160-5.
10. Anhê FF, Zlitni S, Zhang SY, Choi BS, Chen CY, Foley KP, *et al*. Human gut microbiota after bariatric surgery alters intestinal morphology and glucose absorption in mice independently of obesity. *Gut*. 2023 ;72(3):460-71.
11. Geng J, Ni Q, Sun W, Li L, Feng X. The links between gut microbiota and obesity and obesity related diseases. *Biomed Pharmacother*. 2022 ;147:112678. DOI: 10.1016/j.biopha.2022.112678.
12. Gibiino G, Binda C, Cristofaro L, Sbrancia M, Coluccio C, Petraroli C. Dysbiosis and Gastrointestinal Surgery: Current Insights and Future Research. *Biomedicines*. 2022; 10(10):2532. DOI: 10.3390/biomedicines10102532.
13. Shi H, Li J. MAGs-based genomic comparison of gut significantly enriched microbes in obese individuals pre- and post-bariatric surgery across diverse locations. *Front Cell Infect Microbiol*. 2025; 1485048. DOI: 10.3389/fcimb.2025.1485048.
14. Wilson RB, Lathigara D, Kaushal D. Systematic Review and Meta-Analysis of the Impact of Bariatric Surgery on Future Cancer Risk. *Int J Mol Sci*. 2023; 24(7):6192. DOI: 10.3390/ijms24076192.
15. Kędzierska K, Dymkowski M, Niegowska W, Humięcka M, Sawicka A, Walczak I, *et al*. Iron Deficiency Anemia Following Bariatric Surgery: A 10-Year Prospective Observational Study. *Nutrients*. 2025; 17(2):339. DOI: 10.3390/nu17020339.
16. Różańska-Wałędzia A, Wyszomirski K, Kaszuba M, Mierzejewska A, Skopińska E, Wałędzia M. Bariatric Surgery and Metabolic Status. *Medicina (Kaunas)*. 2024; 20;60(9):1532. DOI: 10.3390/medicina60091532.
17. Walmsley R, Chong L, Hii MW, Brown RM, Sumithran P. The effect of bariatric surgery on the expression of gastrointestinal taste receptors: A systematic review. *Rev Endocr Metab Disord*. 2024; 25(2):421-46. DOI: 10.1007/s11154-023-09865-7.
18. Aydin Ö, Meijnikman AS, de Jonge PA, van Stralen K, Börger H, Okur K, *et al*. Post-Bariatric Hypoglycemia: an Impaired Metabolic Response to a Meal. *Obes Surg*. 2024; 10:3796-806. DOI: 10.1007/s11695-024-07309-y.
19. Hierons SJ, Abbas K, Sobczak AIS, Cerone M, Smith TK, Ajjan RA, *et al*. Changes in plasma free fatty acids in obese patients before and after bariatric surgery highlight alterations in lipid metabolism. *Sci Rep*. 2022; 12(1):15337. DOI: 10.1038/s41598-022-19657-9.
20. Zhao S, Lin H, Li W, Xu X, Wu Q, Wang Z. Post sleeve gastrectomy-enriched gut commensal Clostridia promotes secondary bile acid increase and weight loss. *Gut Microbes*. 2025; 1:2462261. DOI: 10.1080/19490976.2025.2462261.
21. Hankir MK. Gut microbiota turn up the heat after bariatric surgery. *Cell Stress*. 2023; 7(10):90-4. DOI: 10.15698/cst2023.10.290.
22. Shera S, Katzka W, Yang JC, Chang C, Arias-Jayo N, Lagishetty V, *et al*. Bariatric-induced microbiome changes alter MASLD development in association with changes in the innate immune system. *Front Microbiol*. 2024; 1407555. DOI: 10.3389/fmicb.2024.1407555.
23. Lopes KG, Romagna EC, da Silva DS, da Costa Tavares Bezerra M, Leal PRF, da Silva Soares Pinto JE, *et al*. Metabolic and Inflammatory Profiles of Post-Bariatric Patients with Weight Recidivism. *Obes Surg*. 2022; 6:1849-55. DOI: 10.1007/s11695-022-06025-9.
24. Middleton AO, Byrne JP, Calder PC. The influence of bariatric (metabolic) surgery on blood polyunsaturated fatty acids: A

- systematic review. Clin Nutr ESPEN. 2022; 48:121-40. DOI: 10.1016/j.clnesp.2022.02.001.
25. Vaz M, Pereira SS, Monteiro MP. Metabolomic signatures after bariatric surgery - a systematic review. Rev Endocr Metab Disord. 2022; 23(3):503-19. DOI: 10.1007/s11154-021-09695-5.
26. Mele C, Caputo M, Ferrero A, Daffara T, Cavigiolo B, Spadaccini D, *et al.* Bone Response to Weight Loss Following Bariatric Surgery. Front Endocrinol (Lausanne). 2022; 13:921353. DOI: 10.3389/fendo.2022.921353.
27. Leyderman M, Wilmore JR, Shope T, Cooney RN, Urao N. Impact of intestinal microenvironments in obesity and bariatric surgery on shaping macrophages. Immunometabolism (Cobham). 2023; 5(4):e00033. DOI: 10.1097/IN9.0000000000000033.
28. Reczkowicz J, Mika A, Antosiewicz J, *et al.* Bariatric Surgery Induced Changes in Blood Cholesterol Are Modulated by Vitamin D Status. Nutrients. 2022; 14(10):2000. DOI: 10.3390/nu14102000.
29. Lund RS, Hertel JK, Sandbu R, Hjelmæsæth J. Patient complaints following bariatric surgery 2012-18. Tidsskr Nor Laegeforen. 2020; 140(16). DOI: 10.4045/tidsskr.20.0194.
30. Ferraz AAB, Siqueira LT, Campos JM, Araújo Jr GC, Martins Filho ED, Ferraz EM. Antibiotic prophylaxis in bariatric surgery: a continuous infusion of cefazolin versus ampicillin/sulbactam and ertapenem. Arq Gastroenterol. 2015; 52(2):83-87.
31. Pugliese G, Liccardi A, Graziadio C, Barrea L, Muscogiuri G, Colao A. Obesity and infectious diseases: pathophysiology and epidemiology of a double pandemic condition. Int J Obes (Lond). 2022; 46(3):449-65. DOI: 10.1038/s41366-021-01035-6.
32. Chopra T, Marchaim D, Lynch Y, *et al.* Epidemiology and outcomes associated with surgical site infection following bariatric surgery. Am J Infect Control. 2012; 40(9):815-9.
33. Ferraz ÁAB, Santa-Cruz F, Edmiston CE Jr. Antibiotic Prophylaxis in Bariatric Surgical Procedures: Is There an Ideal Antimicrobial Agent? Surg Infect (Larchmt). 2020; 21(8):654-8. DOI: 10.1089/sur.2019.275.
34. Silva AFD, Mendes KDS, Ribeiro VDS, Galvão CM. Risk factors for the development of surgical site infection in bariatric surgery: an integrative review of literature. Rev Lat Am Enfermagem. 2023; 31:e3798. DOI: 10.1590/1518-8345.6309.3798.
35. Bratzler DW, Dellinger EP, Olsen KM, Perl TM, Auwaerter PG, Bolon MK, *et al.* Clinical practice guidelines for antimicrobial prophylaxis in surgery. Am J Health Syst Pharm. 2013; 70(3):195-283.
36. Freeman JT, Anderson DJ, Hartwig MG, Sexton DJ. Surgical site infections following bariatric surgery in community hospitals: A weighty concern? Obes Surg. 2011; 21(7):836-40.
37. Chen X, Brathwaite CE, Barkan A, *et al.* Optimal Cefazolin Prophylactic Dosing for Bariatric Surgery: No Need for Higher Doses or Intraoperative Redosing. Obes Surg. 2017; 27(3):626-29. DOI: 10.1007/s11695-016-2331-9.
38. Dang JT, Szeto VG, Elnahas A, *et al.* Canadian consensus statement: enhanced recovery after surgery in bariatric surgery. Surg Endosc. 2020; 34(3):1366-75. DOI: 10.1007/s00464-019-06911-x.
39. Chopra T, Zhao JJ, Alangaden G, *et al.* Preventing surgical site infections after bariatric surgery: Value of perioperative antibiotic regimens. Expert Rev Pharmacoecon Outcomes Res 2010; 10:317-28.
40. Mangram AJ, Horan TC, Pearson ML, Silver LC, Jarvis WR. Guideline for prevention of surgical site infection, 1999. Centers for Disease Control and Prevention (CDC) Hospital Infection Control Practices Advisory Committee. Am J Infect Control. 1999; 27(2):97-132.
41. Jacobson R, Terranella S, Booker C, Khalid S, Torquati A, Omotosho P. The Impact of Perioperative Antibiotic Prophylaxis on Weight Loss Following Laparoscopic Sleeve Gastrectomy. J Laparoendosc Adv Surg Tech A. 2020; 30(9):998-1000. DOI: 10.1089/lap.2020.0449.
42. Jernberg C, Lofmark S, Edlund C, *et al.* Long-term ecological impacts of antibiotic administration on the human intestinal microbiota. ISME J. 2007; 1:56-66.
43. Daghmouri MA, Chaouch MA, Yang W, *et al.* Probiotics in bariatric surgery ensure greater lipids and glycemic profile with no effect on anthropometric measurements and inflammatory markers: A systematic review and meta-analysis of RCT. Surgery Open Digestive Advance. 2022; 7:100061. DOI:10.1016/j.soda.2022.100061.
44. Woodard GA, Encarnacion B, Downey JR, *et al.* Probiotics improve outcomes after Roux-en-Y gastric bypass surgery: a prospective randomized trial. J Gastrointest Surg. 2009; 13(7):1198-204. DOI: 10.1007/s11605-009-0891-x.
45. Wang Y, Zheng Y, Kuang L, *et al.* Effects of probiotics in patients with morbid obesity undergoing bariatric surgery: a systematic review and meta-analysis. Int J Obes (Lond). 2023; 47(11):1029-42. DOI: 10.1038/s41366-023-01375-5.
46. Sherf-Dagan S, Zelber-Sagi S, Zilberman-Schapira G, *et al.* Probiotics administration following sleeve gastrectomy surgery: a randomized double-blind trial. Int J Obes (Lond). 2018; 42(2):147-55. DOI: 10.1038/ijo.2017.210.
47. Ferreira de Sousa D, Bresciani L. Effects of the Use of Probiotics in Post-Bariatric Surgery Obesity: Meta-Umbrella of Systematic Reviews. Obesities. 2024; 4: 491- 508. DOI: 10.3390/obesities4040039.
48. Cook J, Lehne C, Weiland A, Archid R, Ritze Y, *et al.* Gut Microbiota, Probiotics and Psychological States and Behaviors after Bariatric Surgery-A Systematic Review of Their Interrelation. Nutrients. 2020; 12(8):2396. DOI: 10.3390/nu12082396.
49. Damms-Machado A, Mitra S, Schollenberger AE, *et al.* Effects of surgical and dietary weight loss therapy for obesity on gut microbiota composition and nutrient absorption. Biomed Res Int. 2015; 2015:806248. DOI: 10.1155/2015/806248.
50. Zhang Y, Yan T, Xu C, Yang H, Zhang T, Liu Y. Probiotics Can Further Reduce Waist Circumference in Adults with Morbid Obesity after Bariatric Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. Evid Based Complement Alternat Med. 2021. DOI: 10.1155/2021/5542626.