

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE MEDICINA
ESCUELA DE MEDICINA HUMANA



**PORCENTAJE DEL EXCESO DE ÍNDICE DE MASA CORPORAL
PERDIDO Y RIESGO CARDIOMETABÓLICO EN OPERADOS DE
CIRUGÍA BARIÁTRICA, CLÍNICA AVENDAÑO 2016-2020**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
MÉDICO CIRUJANO**

AUTOR

MARYCIELO DE FATIMA NECIOSUP LEON

ASESOR

MARCO ANTONIO FLORES TUCTO

<https://orcid.org/0000-0003-3953-0546>

Chiclayo, 2022

**PORCENTAJE DEL EXCESO DE ÍNDICE DE MASA
CORPORAL PERDIDO Y RIESGO CARDIOMETABÓLICO
EN OPERADOS DE CIRUGÍA BARIÁTRICA, CLÍNICA
AVENDAÑO 2016-2020**

PRESENTADA POR
MARYCIELO DE FATIMA NECIOSUP LEON

A la Escuela de Medicina de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el grado académico de

MÉDICO CIRUJANO

APROBADA POR

Javier Alejandro Quiñones Chapoñan
PRESIDENTE

Tula Bernardita Sanchez Lopez
SECRETARIO

Marco Antonio Flores Tucto
VOCAL

Dedicatoria

A mi familia, quién es mi roca, la que está siempre a mi lado apoyándome, dándome la fortaleza, la calma y la valentía para seguir luchando por mi futuro.

Agradecimientos

A Dios, que todos los días me enseña que en él todo lo puedo. A quien oraba y respondía con su infinito amor por mí, forjándome para ser su mejor soldado.

A mi familia, mi papá, mi mamá, mi hermano, quienes son y serán mi fuerza y mi debilidad. A mis abuelitos que sin su amor y sus oraciones esto no hubiera sido posible.

A mis tíos y primos por cada palabra de aliento para salir adelante.

A mis amigos, quienes eran mi arcoíris cuando todo estaba nublado.

A mis docentes de universidad e internado, que me motivaron, enseñaron y aconsejaron.

Y a cada uno de mis pacientes que confió en mi aún cuando era estudiante, quienes me enseñaron mejor que un libro, contribuyendo a mi formación como persona y a mi formación académica.

Índice

Resumen	5
Abstract.....	6
I. Introducción.....	7
II. Marco Teórico	8
Antecedentes	8
Base teórica	11
III. Metodología:	16
Diseño del estudio y Contexto.....	16
Población y Muestra	16
Procedimientos de Estudio	18
Consideraciones Éticas	19
IV. Resultados	19
V. Discusión	21
VI. Conclusiones	24
VII. Recomendaciones	25
VIII. Referencias	26
IX. Anexos.....	31

Resumen

Objetivo: Evaluar la asociación entre el porcentaje del exceso de índice de masa corporal perdido (%EIMCP) y reducción del riesgo cardiometabólico en adultos peruanos sometidos a gastrectomía en manga laparoscópica (GML).

Métodos: Estudio de cohorte retrospectiva realizado en adultos sometidos a GML en una clínica bariátrica, durante los años 2016-2020. La variable desenlace fue el cambio (expresado en %) del riesgo cardiometabólico, al año post GML. Para ello, se consideraron las variables de colesterol total, HDL, LDL, VLDL, triglicéridos, glucosa, insulina y HOMA-IR, a nivel basal y a los 12 meses. La variable de exposición fue el %EIMCP. Se estimaron los coeficientes crudos y ajustados a través de modelos de regresión lineal.

Resultados: Se analizaron 110 pacientes. La mediana de edad fue de 34.5 años [p25-75: 27-39] y el 68.2% fue de sexo femenino. En el modelo ajustado por sexo, edad e IMC basal, se encontró que, por cada incremento en 25% del %EIMCP, los valores de colesterol total, LDL, triglicéridos e insulina disminuyeron en 10.36mg/dl (<0.001), 7.98mg/dl (p=0.001), 13.35mg/dl (p=0.033) y 3.63uU/ml (p=0.040), respectivamente.

Conclusión: En nuestra población de estudio, el %EIMCP se asoció a una reducción en el colesterol total, LDL, triglicéridos e insulina, por lo que podría utilizarse como referencia de una evolución favorable a nivel cardiometabólico en los primeros 12 meses post gastrectomía en manga laparoscópica.

Palabras clave: Índice de Masa Corporal; Síndrome Metabólico; Enfermedades Cardiovasculares; Cirugía Bariátrica (DeCS-BIREME)

Abstract

Objective: To evaluate the association between percentage of excess body mass index lost (%BMI) and cardiometabolic risk reduction in peruvian adults undergoing laparoscopic sleeve gastrectomy (LSG).

Methods: Retrospective cohort study performed in adults undergoing LSG in a bariatric clinic, during years 2016-2020. The outcome variable was the change (expressed in %) in cardiometabolic risk, at 1-year post LSG. For this purpose, total cholesterol, HDL, LDL, VLDL, triglycerides, glucose, insulin, and HOMA-IR variables were considered, at baseline and at 12 months. The exposure variable was %EIMCP. Crude and adjusted coefficients were estimated through linear regression models.

Results: 110 patients were analyzed. Median age was 34.5 years [p25-75: 27-39] and 68.2% were female. In the model adjusted for sex, age and baseline BMI, it was found that, for each 25% increase in %EIMCP, total cholesterol, LDL, triglycerides and insulin values decreased by 10.36mg/dl ($p<0.001$), 7.98mg/dl ($p=0.001$), 13.35mg/dl ($p=0.033$) and 3.63uU/ml ($p=0.040$), respectively.

Conclusion: In our study population, %EIMCP was associated with a reduction in total cholesterol, LDL, triglycerides, and insulin, so it could be used as a reference for a favorable cardiometabolic evolution in the first 12 months post laparoscopic sleeve gastrectomy.

Keywords: Body Mass Index; Metabolic Syndrome; Cardiovascular Diseases; Bariatric Surgery (MeSH-NLM)

I. Introducción

En los últimos años, la obesidad se ha convertido en un problema de salud pública a nivel mundial. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), sus cifras se han triplicado desde 1975 llegando a más de 650 millones de adultos en el 2016, lo que corresponde al 13% de la población mundial. (1) La obesidad es una condición crónica y multifactorial que afecta numerosos sistemas del organismo y está asociada a una importante morbimortalidad. Se ha relacionado con enfermedades cardiovasculares, diferentes tipos de cáncer y alteraciones a nivel del sistema endocrino y locomotor. (1,2) Además, está considerada como un estado pro inflamatorio en el cual están involucrados numerosos mediadores como citoquinas (TNF-alfa, interleucina 1), factores de crecimiento como VEGF-A, entre otras, que generan cambios a nivel vascular mediante la destrucción y el reparo constante de tejidos. (3)

La cirugía bariátrica está considerada como un tratamiento a largo plazo efectivo para la obesidad, esta tiene como principal objetivo la pérdida de peso gradual con el fin de la reducción y/o remisión de sus comorbilidades. (4) Existe evidencia que sugiere que, al someterse a cirugía bariátrica, existe una reducción de riesgo de sufrir infarto a miocardio y/o padecer de otros eventos cardiovasculares en comparación con los que no se han sometido a dicho procedimiento. (5)

Por mucho tiempo, los estudios que buscaron relación entre la pérdida de peso y la remisión de comorbilidades se basaron en parámetros con precisión o utilidad limitada, como el peso perdido, el IMC perdido y la comparación del peso con el peso ideal calculado, considerando estos últimos como números absolutos. (6,7) Se ha evidenciado que estos parámetros fueron considerados inconsistentes en algunos estudios, pues no era posible estandarizar el peso ideal como parámetro de evaluación y seguimiento para los resultados post-cirugía. Asimismo, el peso ideal no es un rango *per sé*, y no existe evidencia suficiente donde haya relación con un buen resultado clínico. (7)

Como se ha mencionado anteriormente, existen estudios que han analizado la remisión de las comorbilidades asociado a la pérdida de peso como número absoluto. Sin embargo, la evidencia actual sugiere que este no sería el mejor parámetro. (8,9)

Por este motivo, actualmente se vienen usando otros indicadores antropométricos, tales como el porcentaje de exceso de IMC perdido (%EIMCP), pues ha reportado una mejor sensibilidad y especificidad para algunas comorbilidades como el síndrome metabólico. (8) A esto se le agrega que la evidencia disponible actualmente es escasa para población latina. Además, el riesgo cardiometabólico es una variable que debe evaluarse de manera completa, a través de marcadores bioquímicos de importancia clínica que hayan demostrado tener un impacto importante en la morbimortalidad, especialmente en pacientes con obesidad. (10–14)

Por lo mencionado anteriormente, el objetivo del presente estudio fue evaluar la asociación entre el porcentaje del exceso de índice de masa corporal perdido (%EIMCP) y reducción del riesgo cardiometabólico en adultos peruanos sometidos a gastrectomía en manga laparoscópica.

II. Marco Teórico

Antecedentes

Sjöström et al, publicaron en el 2004, un estudio prospectivo y controlado sobre diabetes y factores de riesgo cardiometabólico, diez años después de la cirugía bariátrica en Suecia. La muestra estuvo conformada por obesos post cirugía bariátrica. Se evaluó tasas de recuperación de diabetes, hipercolesterolemia, los niveles de lipoproteínas de alta densidad, hipertensión y la hiperuricemia. A pesar que el IMC en dichos pacientes bajo, las tasas de los parámetros evaluados se mantuvieron a lo largo de los 10 años. Concluyeron que la cirugía bariátrica es un método efectivo en la mejoría de los factores de riesgo a corto plazo, pero aún no se ha comprobado la eficacia del índice cardiometabólico a largo plazo. (15)

García et al, en 2008, publicaron un estudio sobre efectos de la pérdida de peso después de la cirugía bariátrica, siendo estudiada la relación entre el peso, el factor de crecimiento endotelial vascular A circulante y hormonas en mujeres con obesidad mórbida antes y después de la cirugía bariátrica en España. (3)

La muestra fue 45 mujeres obesas mórbidas y 9 mujeres delgadas post cirugía, siendo las concentraciones de leptina e insulina aumentada en los obesas. Además, los niveles del factor de crecimiento endotelial fueron elevados a diferencia de los pacientes post cirugía, quienes tuvieron disminución de todos los parámetros mencionados. (3) Concluye que los niveles séricos del factor de crecimiento endotelial vascular A y hormonas son más altas en obesos que en delgados, disminuyendo después de cirugía bariátrica. (3)

Kligman et al, publicaron en el 2008, un estudio retrospectivo que evaluó reducción del riesgo cardiometabólico en pacientes de Estados Unidos post cirugía bariátrica con el uso del índice riesgo de Framingham durante 10 años. La muestra fue 101 pacientes obesos consecutivos que se les realizó bypass gástrico Roux-en-Y laparoscópico, siendo calculado el riesgo de cardiometabólico con datos históricos, biométricos y laboratoriales. El IMC preoperatorio ($46,9 \pm 5,8 \text{ kg} / \text{m}^2$) disminuyó a $28,7 \pm 4,0 \text{ kg} / \text{m}^2$ en el postoperatorio, mejorando los marcadores físicos y bioquímicos disminuyendo el índice de riesgo cardiometabólico de $6,7 \pm 5,5\%$ a $3,2 \pm 3,1\%$. Concluye que los pacientes obesos que fueron sometidos a una cirugía bariátrica tenían mejoras en el IMC y en el índice cardiometabólico a 10 años. (16)

Appachi et al, en 2011, publicaron un estudio observacional sobre la reducción del riesgo cardiometabólico post cirugía bariátrica en 142 pacientes de Estados Unidos, 45 de ellos regresaron para el seguimiento de los 6 meses post cirugía, obteniendo que el 22% tuvo una disminución del IMC, el 93% tuvo aumento en la adiponectina, el 50% disminuyó en la leptina y, en general, el 50% tuvo una disminución del índice cardiometabólico. Concluye que la cirugía bariátrica, mejora el riesgo de índice cardiometabólico y el IMC. (17)

Batsis et al, en 2007 publicaron un estudio tipo cohorte histórico sobre el efecto de la cirugía bariátrica en relación con el riesgo cardiovascular. La muestra fue de 197 pacientes consecutivos de Estados Unidos, siendo obesos con IMC $> 35 \text{ kg} / \text{m}^2$ sometidos a bypass gástrico en Y de Roux, y 163 pacientes no quirúrgicos evaluados por un programa de reducción de peso por un tiempo de 3.3 años. (18)

Se evaluaron factores de riesgo cardiometabólico como HTA, diabetes y la dislipidemia. Estos factores mejoraron en pacientes que se sometieron a la cirugía siendo el estimado de riesgo 37% el cual disminuyó al 18%. Sin embargo, para el grupo no operatorio no hubo cambios en el estimado de riesgo, pues se mantuvo en el 30%. Concluyeron que la cirugía bariátrica induce a la mejora de los factores de riesgo y del índice cardiometabólico en relación con la obesidad. (18)

Costa et al, publicaron en el 2019, un estudio sobre la evolución de factores de riesgo cardiometabólico en diez años después de la cirugía bariátrica en Brasil. La muestra del estudio fue 78 pacientes quienes se sometieron a cirugía de manga gástrica; divididos en cuatro grupos por años, evaluando IMC, riesgo cardiometabólico, HTA, dislipidemia y diabetes. Los porcentajes de éxito quirúrgico y cambios en el $IMC < 30 \text{ kg} / \text{m}^2$ fueron 83,3% entre el primer y segundo año; 64,3% entre el cuarto y sexto año; 86,4% entre cuatro y seis años; 73,3% entre seis y diez años. Concluyeron que los pacientes sometidos a la cirugía bariátrica lograron mejorar el perfil lipídico en el postoperatorio inmediato y mejorar las comorbilidades asociadas con la obesidad. (19)

Rossi et al, en 2008, publicaron un estudio retrospectivo sobre el porcentaje de exceso del IMC perdido correlacionado con la mejoría del síndrome metabólico post cirugía bariátrica con cirugía de bypass gástrico en Brasil. La muestra fue 140 pacientes obesos con una media IMC de $44,1 \text{ kg} / \text{m}^2$, el 54,2% tenían criterios para síndrome metabólico y 27 con diabetes mellitus tipo 2. De estos últimos, 25 (92.5%) revirtieron la diabetes y solo tres pacientes presentaron glucosa en sangre alterada postoperatorio. Concluyeron que la cirugía bariátrica mejora el índice metabólico en pacientes obesos y sus comorbilidades. (9)

Yu Ji et al, publicaron, en 2021, en un artículo de revisión sobre los efectos de la cirugía bariátrica sobre las enfermedades metabólicas y mecanismos subyacentes; concluyen que la cirugía bariátrica sería un tratamiento eficaz para la reducción de la prevalencia de la obesidad y los factores cardiometabólicos asociados a sus comorbilidades y a su vez podría revertir enfermedades crónicas como la hipertensión o diabetes. (20)

Base teórica

Obesidad y riesgo cardiometabólico

El riesgo cardiometabólico es una expresión acuñada por la American Diabetes Association y la American Heart Association, en el año 2019, estando en relación con otros factores de riesgo como la obesidad abdominal, con el riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares, diabetes mellitus tipo 2 y resistencia a la insulina. La obesidad abdominal con los factores de riesgo cardiometabólico están siempre en relación, siendo el ámbito cardiovascular el de mayor relevancia. Cabe precisar además que la obesidad es un riesgo independiente para la alteración del metabolismo hidrocarbonado, con una incidencia mayor de diabetes mellitus (21).

El riesgo cardiometabólico derivado de la obesidad abdominal está en relación íntima con el síndrome metabólico, siendo la adiposidad parte de los mecanismos que implican su patogenicidad. El estado proinflamatorio generado por la obesidad y su relación bidireccional con el síndrome metabólico contribuye a generar hipertensión, dislipidemia, disglucosis, y el estado protrombótico que aumenta el riesgo de morbimortalidad cardiovascular. Además, en la obesidad hay secreción de moléculas que favorecen la infiltración por células inflamatorias entre los adipocitos, provocando la elevación de marcadores biológicos como proteína C, alfa-1-gluco proteina, ácido siálico y amiloide, asociadas a la disfunción endotelial. Por ello es evidente pensar que la obesidad está asociada con marcadores de estrés oxidativo que forman parte del riesgo cardiometabólico. Además, el exceso de tejido adiposo visceral se asocia a un mayor riesgo de un perfil metabólico alterado (22). La grasa abdominal y la resistencia a la insulina son los principales contribuyentes al riesgo cardiometabólico elevado, a causa de la obesidad abdominal que produce un aumento de los ácidos grasos libres circulantes, aumento de citocinas que promueven la inflamación, la hipertensión y una reducción de las adipocinas que normalmente regulan el metabolismo de la glucosa y los lípidos (23).

La obesidad está en relación con el tejido adiposo que es considerado como un sitio relativamente pasivo de almacenamiento de energía que se acumula en forma de triglicéridos durante periodos de consumo excesivo de alimento y movilizado cuando la ingesta calórica es inadecuada.

El tejido adiposo es un órgano endocrino que produce numerosas proteínas, denominadas colectivamente como adipocinas con amplia actividad biológica que desempeña un papel autocrino y que va involucrando a las complicaciones de la obesidad. La adiposidad contribuye a un medio proinflamatorio, donde el tejido segrega citocinas proinflamatorias que se unen a nivel molecular a la desregulación de una variedad de sistemas subyacentes implicados con el riesgo cardiometabólico (24).

La evaluación del riesgo cardiometabólico en pacientes con obesidad se recomienda para todas las personas de 40 años de edad, y para las personas de 18 a 39 años con cualquiera de los siguientes criterios: antecedentes familiares de enfermedad cardiovascular prematura (menores de 55 años en varones y menores de 65 años en parientes femeninos de primer grado, al menos un factor de riesgo tradicional como hipertensión y/u obesidad abdominal). Esta evaluación integral del riesgo cardiometabólico debe incluir los antecedentes del paciente como edad, origen étnico, tabaquismo, nivel de actividad física, dieta, antecedentes familiares, diabetes y comorbilidades y los resultados de las pruebas de laboratorio como glucosa plasmática en ayunas, creatinina o tasa de filtración glomerular estimada y perfil de lípidos en ayunas. Si en caso de sospecha de riesgo elevado se considera otras pruebas de laboratorio como hemoglobina glicosilada, electrocardiograma, prueba de esfuerzo con ejercicio y apolipoproteína B (23).

Cirugía bariátrica y obesidad

La terapia quirúrgica para la obesidad está indicada para ciertos pacientes de alto riesgo, calificados por los Institutos Nacionales de Salud (NIH) de Estados Unidos como personas con “obesidad clínicamente severa”. (4) La obesidad se define como un IMC (peso en KG/(altura en metros)²) ≥ 30 kg / m² (25). La base fundamental para la cirugía bariátrica con el objetivo de lograr la pérdida de peso es para la determinación de la obesidad severa y sus complicaciones asociadas con múltiples efectos adversos en la salud, que pueden revertirse o mejorar con una pérdida de peso.

Los criterios específicos establecidos por el panel del consenso de los NIH indicaron que la cirugía bariátrica es apropiada para los pacientes con IMC (kg / m^2) > 40, y pacientes con IMC 35-40 con afectaciones comórbidas asociadas.

Los requisitos para la selección de pacientes incluyen los criterios del índice de masa corporal y el fracaso de la terapia médica. Los candidatos a cirugía bariátrica deben ser evaluados para determinar el riesgo quirúrgico apropiado, incluida la presencia de enfermedades cardiovasculares, pulmonares, o de otros sistemas (4). La American Society for Metabolic and Bariatric Surgery: updated position statement on Bariatric Surgery in class 1 obesity 2018 (ASMBS) recomienda incluir la cirugía bariátrica como manejo en los pacientes con IMC 30 – 35 kg/m^2 asociado a comorbilidades derivadas de la obesidad (particularmente en pacientes con diabetes mellitus tipo 2) que no hayan podido alcanzar una pérdida de peso sustancial y/o durable en el tiempo o mejora de las comorbilidades con métodos no quirúrgicos (26). Por su parte, la European Association for Endoscopic Surgery (EAES) on Bariatric Surgery: update 2020 recomienda considerar la cirugía bariátrica en pacientes con IMC 40 kg/m^2 y para pacientes con IMC 35 – 40 kg/m^2 con comorbilidades asociadas que no se pudieron resolver con tratamiento no quirúrgico. Además, recomienda considerar este tipo de cirugía en pacientes con IMC 30 – 35 kg/m^2 con presencia de diabetes tipo 2 y/o hipertensión arterial con pobre control a pesar de haber recibido terapia médica óptima (27).

Los procedimientos bariátricos restringen el contenido del estómago, siendo el tamaño de la bolsa gástrica reducida en gran medida. Además, la malabsorción de nutrientes contribuye a la pérdida de peso con una combinación de componentes restrictivos, malabsorción y cambios hormonales que afectan las conductas alimentarias como la reducción del apetito, la saciedad, la ingesta de energía y posiblemente la actividad física (28). Los tipos de procedimientos incluyen al bypass gástrico en Y de Roux, en la cual el estómago se transecta creando una bolsa gástrica de aproximadamente una onza de capacidad alimentaria (gastroyeyunostomía Roux en Y), que desvía los nutrientes ingeridos del cuerpo del estómago, el duodeno y el yeyuno proximal, asociado a cambios endocrinos. Aquí la malabsorción de nutrientes que contienen energía es mínima.

Otro procedimiento más común es la Gastrectomía en manga, en la cual se reseca el 80% del cuerpo del estómago, creando un estómago tubular basado en la curvatura menor del estómago.(29) No requiere anastomosis gastrointestinal, aunque puede ocurrir alguna restricción en la ingesta de alimentos, donde el vaciado gástrico se acelera (4,29). La selección y preparación de candidatos es clave para lograr buenos resultados quirúrgicos, cada procedimiento debe considerarse para cada individuo (26,29-31).

Los beneficios de la cirugía bariátrica como tratamiento en la obesidad han demostrado desempeñar también un papel muy importante al controlar los efectos alterados de las hormonas peptídicas, especialmente las pancreáticas e intestinales, siendo estas últimas las responsables de regular el apetito y la saciedad (32). Este dato resultaría fundamental, pues el propósito principal de la cirugía es una pérdida de peso sustancial y clínicamente importante para reducir o evitar las complicaciones relacionadas con la obesidad. (33)

A esto se le suma la pérdida de grasa visceral, que a su vez mejora la sensibilidad a la insulina y eliminación de la glucosa, reducción de flujo de ácidos grasos libres, aumento de niveles de adiponectina, y disminución de moléculas proinflamatorias. Del mismo modo, también se da una reducción de la presión intrabdominal, consiguiendo mejorar sistemas afectados por la obesidad (33).

Actualmente la cirugía bariátrica ha ganado aceptación como único tratamiento con eficacia a largo plazo para la obesidad severa, con mejoras en complicaciones y reducción del riesgo cardiometabólico. Así, la cirugía para la obesidad y las enfermedades relacionadas con el peso pueden ser una opción terapéutica efectiva para el tratamiento de la diabetes mellitus tipo 2 en pacientes con obesidad que demuestra buenos resultados en términos de control glucémico, hemoglobina glicosilada y medicamentos para la diabetes, además el tratamiento quirúrgico para la pérdida de peso mejora los componentes del síndrome metabólico. Del mismo modo, también se plantea que la pérdida de peso puede reducir el riesgo de enfermedad cardiovascular como la aterosclerosis, infarto agudo de miocardio, accidente cerebro vascular y muerte. La enfermedad por reflujo gastroesofágico y la enfermedad del hígado graso no alcohólico asociado con la obesidad también tiene mejoras (34).

Cirugía bariátrica y riesgo cardiometabólico

Como se mencionó anteriormente, la cirugía bariátrica ayuda en el metabolismo alterado por la obesidad, relacionado con los cambios en el equilibrio energético que incluyen aumentos en los péptidos que aumentan la saciedad y disminuye en los que promueven en el hambre (4). De manera general, los resultados de la cirugía bariátrica provocan signos de mejoras significativas en el perfil de riesgo cardiometabólico proporcionales a la pérdida del IMC. Se ha postulado que la cirugía bariátrica influye directamente en las enfermedades cardiometabólicas. Esto se debería evidenciar en los niveles de concentración plasmática de triglicéridos, colesterol HDL, y colesterol LDL, los cuales mejoran significativamente en el postoperatorio, consecuencia del peso perdido (35).

Además, la cirugía bariátrica tiene mejoras con la diabetes mellitus tipo 2 que es parte del índice cardiometabólico. Esto va aunado a la mejora del metabolismo lipídico con un aumento a la sensibilidad de la insulina. Así mismo, se ha descrito que tras la cirugía bariátrica, producto de los mecanismos ya mencionados, existe una reducción del lípido intramiocitario, mejorando así la captación de la glucosa y con ello la disminución de la insulinoresistencia (36).

Otros mecanismos para el beneficio cardiometabólico tras la cirugía bariátrica están relacionados con los cambios del metabolismo de los ácidos biliares, que a su vez se relacionan con el equilibrio energético e incluyen aumento en los péptidos que actúan en la saciedad y disminuye aquellos que promueven el hambre (como la grelina). Además, el metabolismo del ácido biliar también cambia claramente tras la cirugía bariátrica, y con él, los mecanismos fisiopatológicos relacionados con la regulación de la saciedad y el metabolismo de las hormonas intestinales, las incretinas, el metabolismo energético y el microbioma intestinal (4).

Cabe precisar también algunos cambios específicos a nivel de la incretina y del péptido similar al glucagón (GLP-1). Adicionalmente, hay un aumento de la biosíntesis y liberación de la insulina por las células beta del páncreas, la liberación del glucagón por las células alfa pancreáticas disminuye, la captación de la glucosa, la síntesis de glucógeno en el hígado y tejidos periféricos mejoran, el vaciamiento gástrico se enlentece, hay disminución del apetito y la saciedad a nivel central aumenta. Por su parte, el péptido insulínico (GIP), que es secretado por las células k del duodeno, estimula la secreción de insulina con respuesta al alimento y promueve la expansión de la masa de las células beta pancreáticas (37).

III. Metodología:

Diseño del estudio y Contexto

Estudio de cohorte retrospectiva realizado en adultos sometidos a gastrectomía en manga laparoscópica (GML) en la Clínica Avendaño, durante los años 2016-2020.

La Clínica Avendaño es un centro de cirugía mayor ambulatoria que se ubica en Lima, la capital del Perú. Desarrolla principalmente la cirugía bariátrica, siguiendo un enfoque multidisciplinario. La principal cirugía realizada es la GML con un 99% de frecuencia, aunque también se realiza cirugía de bypass gástrico en Y de Roux (RYGB) y entre los pacientes hay algunos con más de 15 años operados de Banda gástrica.

Población y Muestra

Inicialmente, se buscó la base madre de la Clínica Avendaño para tener la data de los pacientes atendidos en ese tiempo de estudio, los cuales fueron 757 pacientes. Luego, se seleccionó a los pacientes que cumplieron con los criterios de selección, quedándonos 526. Una población conformada por pacientes adultos de 18 a más años, con índice de masa corporal (IMC) $\geq 30 \text{ kg/m}^2$ sometidos a GML entre el 2016 al 2020. Se excluyeron a aquellos que presentaron antecedente de cardiopatía coronaria inestable, antecedente de infarto agudo de miocardio (IMA) o accidente cerebrovascular (ACV) en los últimos doce meses previos a la cirugía, con padecimiento de insuficiencia renal crónica o diabetes insulino dependiente.

Tampoco se consideraron a aquellos que habían sido sometidos a una cirugía bariátrica previa. Posteriormente, se eliminaron 416 pacientes, quienes tenían registros con data incompleta en el basal y/o al seguimiento, quedándonos 110.

A priori, como protocolo, se realizó un cálculo muestral, planteando un escenario hipotético basándonos en la propuesta de Cohen. Así, con el fin de detectar una correlación moderada (inversa) de al menos 0.3 ("escenario conservador") entre la exposición (%EIMCP) y la reducción del riesgo cardiometabólico, manejando una potencia del 80%, y agregando un 10% al resultado obtenido por riesgo de data incompleta o inconsistente, se concluyó que deberíamos tener una muestra mínima de 94 pacientes.

Así, la muestra estuvo constituida por 110 pacientes con seguimiento completo a 12 meses posteriores a una GML en la Clínica Avendaño.

Outcome

La variable desenlace fue el cambio (expresado en %) del riesgo cardiometabólico, al año post GML. Para ello, se consideraron las variables de: colesterol total (mg/dl), HDL (mg/dl), LDL (mg/dl), VLDL (mg/dl), triglicéridos (mg/dl), glucosa (mg/dl), insulina (uU/ml) y HOMA-IR), tanto a nivel basal (preoperatorio) como al seguimiento (12 meses después de realizarse la GML).

Exposición

La variable de exposición fue el %EIMCP, que fue calculado con la siguiente fórmula: $[(\text{IMC preoperatorio} - \text{IMC al seguimiento}) / (\text{IMC preoperatorio} - 25) \times 100]$. El IMC preoperatorio fue obtenido antes de realizarse el procedimiento quirúrgico (en una ventana máxima de hasta dos meses), y el IMC al seguimiento, a los 12 meses de realizado el mismo.

Otras variables

Se consideraron también las variables de sexo (femenino/masculino), edad (en años), antecedente de hipertensión (sí/no), diabetes mellitus (sí/no), hipotiroidismo (sí/no) y apnea obstructiva del sueño (sí/no).

Procedimientos de Estudio

El presente estudio correspondió a un análisis de datos secundarios, para lo cual se utilizó como fuente de información la base de datos institucional de la clínica. Se obtuvieron las características básicas del paciente, comorbilidades, evaluaciones laboratoriales y antropométricas en el pre y post operatorio de todos los pacientes. Estos datos incluyeron el %EIMCP y los valores laboratoriales relacionados a riesgo cardiometabólico.

Análisis estadístico (38-41)

La base de datos fue sometida a un proceso de control de calidad, el cual consistió en la identificación de valores faltantes y/o plausibles. En el caso de hallar inconsistencias se procedió con la revisión completa de la historia clínica. Una vez culminado este proceso, la base de datos codificada fue importada al paquete estadístico Stata v17.0 (StataCorp, TX, USA) para su análisis.

Para el análisis descriptivo, se usó la mediana y los percentiles 25-75 para la edad, y la media con su desviación estándar (DE) para todas las variables de riesgo cardiometabólico, tanto a nivel basal como al seguimiento. Así mismo, se realizó la prueba t de Student pareada para identificar diferencias significativas entre las variables en ambos momentos, y se presentó el expresado en media y DE. Por su parte, las variables categóricas, se presentaron como frecuencias absolutas y relativas.

Para evaluar la presencia de correlación entre el %EIMCP y el de los componentes del riesgo cardiometabólico, se realizó la prueba de correlación de Pearson. Finalmente, Para evaluar la asociación de interés, se calcularon los coeficientes crudos (β) y ajustados (β_a), a través de modelos de regresión lineal bivariable y multivariable, respectivamente. Para la construcción de este último se siguió un enfoque epidemiológico, ajustando por las variables confusoras edad, sexo e IMC basal.

La presencia de multicolinealidad fue evaluada según el factor de inflación de la varianza (VIF), considerándose como aceptables valores menores a 10. También se evaluó el “condicionamiento” de la matriz de variables independientes. Para todos los escenarios no hubo problemas de colinealidad.

Cabe precisar que, para la construcción de los modelos, se valoró el cumplimiento de los supuestos de linealidad, homocedasticidad (con el test Breusch–Pagan/Cook–Weisberg) y normalidad de los residuos estudentizados. En algunos casos, debido a que no se cumplió el supuesto de homocedasticidad, los modelos de regresión se trabajaron considerando errores estándar robustos. Se presentaron modelos independientes para cada uno de los componentes del riesgo cardiometabólico, precisados anteriormente. Todos los estimados fueron presentados con sus respectivos intervalos de confianza al 95% (IC 95%) y los valores $p < 0.05$ fueron considerados como significativos.

Consideraciones Éticas

El presente estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo y la Unidad de Investigación Multidisciplinaria de la Clínica Avendaño. Los datos personales del paciente no fueron revelados, por lo que no representó un perjuicio potencial para ellos.

IV. Resultados

Características generales

La muestra de estudio estuvo constituida por 110 pacientes con seguimiento a 12 meses posteriores a una GML. La mediana de edad fue de 34.5 años [p25-p75: 27-39] y un total de 75 pacientes (68.2%) fueron de sexo femenino. La media de IMC en el basal fue de $37.3 \pm 4.9 \text{ kg/m}^2$ (39 pacientes con un IMC 30-35 kg/m^2 , 40 con un IMC 35-40 kg/m^2 y 31 con un IMC $\geq 40 \text{ kg/m}^2$). Respecto a los antecedentes de comorbilidades, 12 pacientes (10.9%) tenían hipertensión, cinco (4.6%) diabetes mellitus tipo 2, seis (5.6%) hipotiroidismo, y 23 (20.9%) apnea obstructiva del sueño.

Riesgo cardiometabólico basal y a los 12 meses

En la tabla 1 se presentan los valores promedios de cada marcador de riesgo cardiometabólico y del IMC, tanto basal como a los 12 meses. Todos los marcadores disminuyeron significativamente al seguimiento ($p < 0.001$ para todos los casos), con excepción del HDL, cuyo valor aumentó ($p < 0.001$).

%EIMCP y cambio en los marcadores de riesgo cardiometabólico

El %EIMCP se correlacionó significativamente y de manera negativa con el colesterol total ($r = -0.351$, $p < 0.001$), el LDL ($r = -0.384$, $p < 0.001$) y los triglicéridos ($r = -0.197$, $p = 0.039$) (Tabla 2). En el análisis de regresión lineal ajustado por sexo, edad e IMC basal, se evidenció que, por cada incremento en 25% del %EIMCP, los valores de colesterol total, LDL, triglicéridos e insulina disminuyeron en 10.36mg/dl (< 0.001), 7.98mg/dl ($p = 0.001$), 13.35mg/dl ($p = 0.033$) y 3.63uU/ml ($p = 0.040$) respectivamente.

Asociación entre el %EIMCP con el cambio () en los marcadores de riesgo cardiometabólico

Exposición: %EIMCP [†]	Modelo crudo			Modelo ajustado		
	β_c	95% CI	p	β_a	95% CI	p
Outcome:						
Variable de riesgo cardiometabólico						
Colesterol (mg/dl) total	-9.36	-14.69 a -4.04	<0.001	-10.36	-15.82 a -4.91	<0.001
Colesterol (mg/dl) HDL	1.31	-0.77 a 3.39	0.216	1.52	-0.88 a 3.93	0.212
Colesterol (mg/dl) LDL	-8.46	-13.22 a -3.69	<0.001	-7.98	-12.43 a -3.53	0.001
Colesterol (mg/dl) VLDL	-0.43	-1.90 a 1.04	0.561	-0.75	-2.27 a 0.76	0.326
Triglicéridos (mg/dl)	-11.10	-21.62 a -0.57	0.039	-13.35	-25.59 a -1.10	0.033
Glucosa (mg/dl)	1.67	-1.00 a 4.33	0.217	2.52	-0.22 a 5.26	0.071
Insulina (uU/ml)	1.67	-1.96 a 5.30	0.363	-3.63	-7.07 a -0.18	0.040
HOMA-IR	0.69	-0.30 a 1.07	<0.001	-0.41	-1.17 a 0.35	0.287

*Se ajustó por sexo, edad e IMC basal

[†]El %EIMCP fue escalado cada 25%

HDL: high-density lipoprotein, LDL: low-density lipoprotein, VLDL: very-low-density lipoprotein, HOMA-IR: Homeostatic Model Assessment for Insulin Resistance, IMC: índice de masa corporal

V. Discusión

Hallazgos principales

El %EIMCP se asoció a una reducción de los valores de insulina y de algunas constantes laboratoriales del perfil lipídico, a los 12 meses posteriores a una gastrectomía en manga. Según la búsqueda efectuada, nuestro estudio sería el primero realizado en población peruana (y uno de los primeros en población latina) que evalúa el efecto de los resultados de este método antropométrico sobre variables de riesgo cardiometabólico en pacientes bariátricos.

Comparación con otros estudios

Nora M et al (2014) realizaron un estudio en pacientes con una mediana de edad de 48.5 años quienes presentaban un IMC $> 35 \text{ kg/m}^2$ quienes se sometieron a RYGB en un hospital de Portugal y que cumplieron con los criterios “Harmonizing” para síndrome metabólico. En su estudio, los autores evidenciaron que el %EIMCP tuvo un buen rendimiento (áreas bajo la curva [AUC] que oscilaron entre 0.75 a 0.85) en la predicción de remisión de síndrome metabólico a los 6 meses, 1 año, 2 años y 3 años (42). De manera similar, Rossi M et al (2009) realizaron un estudio en pacientes con obesidad mórbida con IMC $>40 \text{ kg/m}^2$ o $>35 \text{ kg/m}^2$ con mínimo 2 complicaciones, quienes presentaban entre 18 a 60 años; los cuales se sometieron a RYGB en una clínica de Brasil. Los autores reportaron que el %EIMCP tuvo un buen rendimiento (AUC: 0.846, IC 95%: 0.78 – 0.90) para clasificar adecuadamente a los pacientes con remisión de síndrome metabólico (definido con el criterio de la International Diabetes Federation). Así, considerando un punto de corte de 64.55%, obtuvieron una sensibilidad y especificidad del 100% y 61.3%, respectivamente (9).

Es importante mencionar que, si bien en ninguno de los dos estudios anteriormente mencionados se aplicó el mismo enfoque de nuestro estudio (evaluar la asociación entre el %EIMCP y el cambio de diferentes marcadores de riesgo cardiometabólico), sus resultados sugieren una potencial utilidad del %EIMCP como herramienta pronóstica de resolución de síndrome metabólico.

Sin embargo, debe considerarse que la población de los dos estudios consistió en adultos con IMC $> 35 \text{ kg/m}^2$ (a diferencia del nuestro que abarcó a población con IMC desde 30 kg/m^2) y que fueron sometidos a RYGB (a diferencia del procedimiento incluido en nuestro estudio, que fue la GML).

Lo anterior debe tenerse en cuenta ya que, si bien existen estudios que sugieren que, después de ajustar por el IMC inicial, la GML y el RYGB no difieren en términos de pérdida de peso después del primer año de cirugía (43,44). Adicionalmente, debe señalarse que, si bien la cirugía bariátrica es considerada un procedimiento seguro, el RYGB suele presentar una proporción de complicaciones relativamente mayor que la GML, lo cual puede confundir el efecto del %EIMCP sobre diferentes desenlaces (45).

Lo anteriormente mencionado genera que nuestros resultados no sean del todo comparables con los obtenidos en los estudios citados previamente, considerando también que la validez externa de los dos estudios señalados ya de por sí es limitada para nuestra realidad, puesto que en el Perú la cirugía bariátrica más realizada es la GML (21). Sin embargo, esto puede ser más bien algo positivo, ya que nuestro estudio estaría complementando la evidencia actualmente disponible.

Interpretación de resultados

A la fecha, son diversos los mecanismos propuestos que pueden explicar el efecto de la cirugía bariátrica sobre la remisión de algunos trastornos metabólicos. Entre ellos se encuentra la reducción del IMC, mejoras en la dieta, reducción de la grasa visceral, y mejoras en la función endotelial, en el metabolismo de ácidos grasos y de la respuesta inflamatoria en general (22–25).

La reducción del IMC no solo es un efecto de la cirugía bariátrica, sino que por sí misma puede tener un impacto positivo en el metabolismo. Un ensayo clínico realizado en adultos con obesidad evidenció que una pérdida del 5% de peso mejoró la sensibilidad a la insulina del tejido adiposo, el músculo y el hígado, además de generar una mejora en la función de las células .

Adicionalmente, evidenciaron que una reducción del peso de 16% a más provocó una disminución en las concentraciones de ácidos grasos libres y de la proteína C reactiva, con un aumento de la concentración de adiponectina en plasma (28). Esta reducción de peso mayor estaría aún más relacionada con el potencial efecto añadido de la cirugía bariátrica, ya que con este procedimiento se suelen conseguir reducciones de IMC superiores a otros tipos de manejo (31,32). Además, los niveles de adiponectina se correlacionan negativamente con la resistencia a la insulina (24), lo cual también podría explicar el potencial efecto de la reducción del IMC sobre estos valores.

Por otra parte, la pérdida de peso se ha asociado con una variación en la composición de ácidos grasos del tejido adiposo (33). Esto está estrechamente relacionado con su efecto directo en el perfil lipídico, independientemente del IMC basal (34). Se ha reportado que el tamaño de las células grasas predice las complicaciones cardiovasculares, dado que están íntimamente relacionadas con el incremento de obesidad y resistencia a la insulina. Independiente del sexo, edad o IMC, el tamaño de los adipocitos se encuentra directamente relacionado a dismetabolismo de carbohidratos y lípidos (35).

Finalmente, se ha evidenciado que una reducción del IMC provoca una disminución en el tamaño de las células grasas (36). A su vez, esta disminución está fuertemente correlacionada con la mejora de la sensibilidad a la insulina (37), por lo que este mecanismo se suma al mencionado en párrafos anteriores, respaldando más el efecto del %EIMCP sobre los cambios en los niveles de insulina post cirugía bariátrica.

Relevancia en la práctica clínico-quirúrgica

Actualmente, la cirugía bariátrica ha demostrado ser un procedimiento eficaz y seguro para la reducción y mantenimiento de peso a largo plazo en pacientes con obesidad. Además, es considerada el mejor tratamiento para las comorbilidades metabólicas asociadas (45,46). En este sentido, el éxito de la cirugía bariátrica va más allá de la reducción de peso; debe ir de la mano con la remisión de estas comorbilidades. Por ello, es necesario contar con herramientas de fácil acceso y uso rutinario, que además estén relacionadas con el efecto primario directo del procedimiento quirúrgico: la reducción del IMC.

Los resultados de este estudio, sumado a la evidencia actualmente disponible, brindan un panorama favorable sobre la potencial utilidad que tiene el %EIMCP en la predicción de una evolución favorable a nivel cardiometabólico del paciente bariátrico. Es importante mencionar que, una identificación oportuna de las complicaciones metabólicas, es uno de los pilares fundamental en los procesos actualmente recomendados para la optimización del seguimiento después de la cirugía bariátrica (20).

Limitaciones

Deben señalarse algunas limitaciones. Primero, el presente estudio incluyó un seguimiento a corto plazo (12 meses). La evaluación y evolución de los pacientes debería completarse con datos a mediano y largo plazo. Segundo, pueden existir diferentes razones por las cuales no se pudo concretar el seguimiento en algunos pacientes; al trabajar con una base de datos secundaria, no pudimos evaluar esto por lo que podría estar presente un sesgo de selección. Tercero, debido a que no fue criterio de valoración principal del estudio, no se consideraron las complicaciones. Sin embargo, existe una posibilidad real de que las complicaciones tengan un impacto en la pérdida de peso de los pacientes y, como consecuencia, en el %EBMIL, por lo que podría existir sesgo por variables confusoras no evaluadas en el estudio. Cuarto, al haber considerado población adulta joven quienes no presentaban más comorbilidades asociadas, el impacto al año de estudio no se vio tan afectado dado que los valores basales no mostraron alteraciones significativas.

VI. Conclusiones

En nuestra población de estudio, el %EIMCP se asoció a una reducción en el colesterol total, LDL, triglicéridos e insulina, HOMA- IR por lo que podría utilizarse como referencia de una evolución favorable a nivel cardiometabólico en los primeros 12 meses post gastrectomía en manga.

Después de ajustar por sexo, edad e IMC basal, por cada incremento de %EIMCP el promedio de las variables estudiadas disminuyen de forma tangible e inversamente proporcional. A diferencia del colesterol HDL quien mantiene una correlación directa por cada incremento de %EIMCP.

VII. Recomendaciones

Futuras investigaciones deberían realizar una evaluación prospectiva de mayor duración para ver si el efecto reportado en este estudio se mantiene a mediano y largo plazo.

Así mismo, sería de utilidad establecer un punto de corte del %EIMCP para desenlaces duros a largo plazo, como remisión de diabetes y/o de síndrome metabólico.

Estos estudios deben considerar diferentes factores de confusión, como la presentación de complicaciones durante el seguimiento de los pacientes.

Finalmente, valdría la pena explorar la potencial utilidad de este u otro marcador antropométrico en estudios de validación pronóstica, como componentes de modelos predictivos para la remisión de diferentes trastornos cardiometabólicos.

VIII. Referencias

1. World Health Organization. Obesity and overweight [Fact Sheet]. Geneva: WHO; 2020. Disponible en: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>.
2. Lavie CJ, Pandey A, Lau DH, Alpert MA, Sanders P. Obesity and Atrial Fibrillation Prevalence, Pathogenesis, and Prognosis: Effects of Weight Loss and Exercise. *J Am Coll Cardiol*. 17 de octubre de 2017;70(16):2022-35.
3. García de la Torre N, Rubio MA, Bordiú E, Cabrerizo L, Aparicio E, Hernández C, et al. Effects of weight loss after bariatric surgery for morbid obesity on vascular endothelial growth factor-A, adipocytokines, and insulin. *J Clin Endocrinol Metab*. noviembre de 2008;93(11):4276-81.
4. Wolfe BM, Kvach E, Eckel RH. Treatment of Obesity: Weight Loss and Bariatric Surgery. *Circ Res*. 27 de mayo de 2016;118(11):1844-55.
5. Kwok CS, Pradhan A, Khan MA, Anderson SG, Keavney BD, Myint PK, et al. Bariatric surgery and its impact on cardiovascular disease and mortality: a systematic review and meta-analysis. *Int J Cardiol*. 15 de abril de 2014;173(1):20-8.
6. Lynch J, Belgaumkar A. Bariatric surgery is effective and safe in patients over 55: a systematic review and meta-analysis. *Obes Surg*. septiembre de 2012;22(9):1507-16.
7. Dixon JB, McPhail T, O'Brien PE. Minimal reporting requirements for weight loss: current methods not ideal. *Obes Surg*. agosto de 2005;15(7):1034-9.
8. Deitel M, Gawdat K, Melissas J. Reporting weight loss 2007. *Obes Surg*. mayo de 2007;17(5):565-8.
9. Rossi M, Serpa Neto A, Rossi FMB, Amarante RDM, Alcântara GC, da Silva RBF, et al. Percentage of excess BMI lost correlates better with improvement of metabolic syndrome after Roux-en-Y gastric bypass in morbidly obese subjects: anthropometric indexes and gastric bypass. *Surg Obes Relat Dis Off J Am Soc Bariatr Surg*. febrero de 2009;5(1):11-8.
10. Santos ASAC, Rodrigues APS, Rosa LPS, Sarrafzadegan N, Silveira EA. Cardiometabolic risk factors and Framingham Risk Score in severely obese patients: Baseline data from DieTBra trial. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*. 9 de marzo de 2020;30(3):474-82.

11. Indumathy J, Pal GK, Pal P, Ananthanarayanan PH, Parija SC, Balachander J, et al. Contribution of insulin resistance to decreased baroreceptor sensitivity & cardiometabolic risks in pre-obesity & obesity. *Indian J Med Res.* agosto de 2018;148(2):151-8.
12. Ali N, Perveen R, Rahman S, Mahmood S, Rahman S, Islam S, et al. Prevalence of hyperuricemia and the relationship between serum uric acid and obesity: A study on Bangladeshi adults. *PLOS ONE.* 1 de noviembre de 2018;13(11):e0206850.
13. Florez H, Castillo-Florez S, Mendez A, Casanova-Romero P, Larreal-Urdaneta C, Lee D, et al. C-reactive protein is elevated in obese patients with the metabolic syndrome. *Diabetes Res Clin Pract.* 1 de enero de 2006;71(1):92-100.
14. Kimball SM, Mirhosseini N, Rankin BD, Fyie K, Guarneri M. Retrospective Analysis of Cardiovascular Disease Risk Parameters in Participants of a Preventive Health and Wellness Program. *Integr Med Encinitas Calif.* junio de 2019;18(3):78-95.
15. Sjöström L, Lindroos AK, Peltonen M, Torgerson J, Bouchard C, Carlsson B, et al. Lifestyle, diabetes, and cardiovascular risk factors 10 years after bariatric surgery. *N Engl J Med.* 23 de diciembre de 2004;351(26):2683-93.
16. Kligman MD, Dexter DJ, Omer S, Park AE. Shrinking cardiovascular risk through bariatric surgery: application of Framingham risk score in gastric bypass. *Surgery.* abril de 2008;143(4):533-8.
17. Appachi S, Kelly KR, Schauer PR, Kirwan JP, Hazen S, Gupta M, et al. Reduced Cardiovascular Risk Following Bariatric Surgeries is Related to a Partial Recovery from “Adiposopathy”. *Obes Surg.* 1 de diciembre de 2011;21(12):1928-36.
18. Batsis JA, Romero Corral A, Collazo Clavell ML, Sarr MG, Somers VK, Brekke L, et al. Effect of Weight Loss on Predicted Cardiovascular Risk: Change in Cardiac Risk After Bariatric Surgery. *Obesity.* 2007;15(3):772-84.
19. Costa Pereira LM, Aidar FJ, de Matos DG, de Farias Neto JP, de Souza RF, Sobral Sousa AC, et al. Assessment of Cardiometabolic Risk Factors, Physical Activity Levels, and Quality of Life in Stratified Groups up to 10 Years after Bariatric Surgery. *Int J Environ Res Public Health [Internet].* junio de 2019 [citado 12 de julio de 2020];16(11). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6603870/>

20. Ji Y, Lee H, Kaura S, Yip J, Sun H, Guan L, et al. Effect of Bariatric Surgery on Metabolic Diseases and Underlying Mechanisms. *Biomolecules*. 26 de octubre de 2021;11(11):1582.
21. The International Federation for the Surgery of Obesity and Metabolic Disorders. 5th IFSO Global Registry Report, 2019. UK: IFSO; 2019. Available online: <https://www.ifso.com/pdf/5th-ifso-global-registry-report-september-2019.pdf>.
22. Lupoli R, Di Minno MND, Guidone C, Cefalo C, Capaldo B, Riccardi G, et al. Effects of bariatric surgery on markers of subclinical atherosclerosis and endothelial function: a meta-analysis of literature studies. *Int J Obes*. marzo de 2016;40(3):395-402.
23. Walle P, Takkunen M, Männistö V, Vaittinen M, Käkälä P, Ågren J, et al. Alterations in fatty acid metabolism in response to obesity surgery combined with dietary counseling. *Nutr Diabetes*. septiembre de 2017;7(9):e285-e285.
24. Sinclair P, Docherty N, le Roux CW. Metabolic Effects of Bariatric Surgery. *Clin Chem*. 1 de enero de 2018;64(1):72-81.
25. Magkos F, Fraterrigo G, Yoshino J, Luecking C, Kirbach K, Kelly SC, et al. Effects of Moderate and Subsequent Progressive Weight Loss on Metabolic Function and Adipose Tissue Biology in Humans with Obesity. *Cell Metab*. 12 de abril de 2016;23(4):591-601.
26. Mechanick JI, Kushner RF, Sugerman HJ, Gonzalez-Campoy JM, Collazo-Clavell ML, Spitz AF, et al. American Association of Clinical Endocrinologists, The Obesity Society, and American Society for Metabolic & Bariatric Surgery medical guidelines for clinical practice for the perioperative nutritional, metabolic, and nonsurgical support of the bariatric surgery patient. *Obes Silver Spring Md*. abril de 2009;17 Suppl 1:S1-70, v.
27. Aminian A, Chang J, Brethauer SA, Kim JJ, American Society for Metabolic and Bariatric Surgery Clinical Issues Committee. ASMBS updated position statement on bariatric surgery in class I obesity (BMI 30-35 kg/m²). *Surg Obes Relat Dis Off J Am Soc Bariatr Surg*. agosto de 2018;14(8):1071-87.
28. Maciejewski ML, Arterburn DE, Van Scoyoc L, Smith VA, Yancy WS Jr, Weidenbacher HJ, et al. Bariatric Surgery and Long-term Durability of Weight Loss. *JAMA Surg*. 1 de noviembre de 2016;151(11):1046-55.
29. Di Lorenzo N, Antoniou SA, Batterham RL, Busetto L, Godoroja D, Iossa A, et al. Clinical practice guidelines of the European Association for Endoscopic Surgery (EAES) on

bariatric surgery: update 2020 endorsed by IFSO-EC, EASO and ESPCOP. *Surg Endosc.* junio de 2020;34(6):2332-58.

30. American Society for Metabolic and Bariatric Surgery. Bariatric Surgery Procedures [Internet]. EEUU: ASMBS; 2020. Disponible en: <https://asmbs.org/patients/bariatric-surgery-procedures>.

31. Gloy VL, Briel M, Bhatt DL, Kashyap SR, Schauer PR, Mingrone G, et al. Bariatric surgery versus non-surgical treatment for obesity: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *BMJ.* 22 de octubre de 2013;347:f5934.

32. Kunešová M, Hlavatý P, Tvrzická E, Staňková B, Kalousková P, Viguerie N, et al. Fatty acid composition of adipose tissue triglycerides after weight loss and weight maintenance: the DIOGENES study. *Physiol Res.* 2012;61(6):597-607.

33. Kiriya H, Kaneko H, Itoh H, Kamon T, Mizuno Y, Fujiu K, et al. Association between changes in body weight and lipid profile in the general population: a community-based cohort study. *Eur Heart J - Qual Care Clin Outcomes.* 1 de enero de 2021;7(1):109-10.

34. Uranga RM, Keller JN. The Complex Interactions Between Obesity, Metabolism and the Brain. *Front Neurosci* [Internet]. 2019 [citado 12 de mayo de 2022];13. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fnins.2019.00513>

35. Ye RZ, Richard G, Gévy N, Tchernof A, Carpentier AC. Fat Cell Size: Measurement Methods, Pathophysiological Origins, and Relationships With Metabolic Dysregulations. *Endocr Rev.* 1 de febrero de 2022;43(1):35-60.

36. Andersson DP, Eriksson Hogling D, Thorell A, Toft E, Qvisth V, Näslund E, et al. Changes in Subcutaneous Fat Cell Volume and Insulin Sensitivity After Weight Loss. *Diabetes Care.* 12 de junio de 2014;37(7):1831-6.

37. Wolfe BM, Kvach E, Eckel RH. Treatment of Obesity: Weight Loss and Bariatric Surgery. *Circ Res.* 27 de mayo de 2016;118(11):1844-55.

38. Regression Methods in Biostatistics [Internet]. [citado 18 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4614-1353-0>

39. Hendrickx H. «COLDIAG2: Stata module to evaluate collinearity in linear regression». 2004. Statistical Software Components S445202, Boston College Department of Economics.

40. Schmidt AF, Finan C. Linear regression and the normality assumption. *J Clin Epidemiol.* 1 de junio de 2018;98:146-51.
41. Hickey GL, Kontopantelis E, Takkenberg JJM, Beyersdorf F. Statistical primer: checking model assumptions with regression diagnostics†. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 1 de enero de 2019;28(1):1-8.
42. Nora M, Guimarães M, Almeida R, Martins P, Gonçalves G, Santos M, et al. Excess body mass index loss predicts metabolic syndrome remission after gastric bypass. *Diabetol Metab Syndr.* 2 de enero de 2014;6(1):1.
43. Peterli R, Wölnerhanssen BK, Peters T, Vetter D, Kröll D, Borbély Y, et al. Effect of Laparoscopic Sleeve Gastrectomy vs Laparoscopic Roux-en-Y Gastric Bypass on Weight Loss in Patients With Morbid Obesity: The SM-BOSS Randomized Clinical Trial. *JAMA.* 16 de enero de 2018;319(3):255-65.
44. Otto M, Elrefai M, Krammer J, Weiß C, Kienle P, Hasenberg T. Sleeve Gastrectomy and Roux-en-Y Gastric Bypass Lead to Comparable Changes in Body Composition after Adjustment for Initial Body Mass Index. *Obes Surg.* marzo de 2016;26(3):479-85.
45. Szczepaniak JP, Owens ML, Shukla H, Perlegos J, Garner W. Comparability of weight loss reporting after gastric bypass and sleeve gastrectomy using BOLD data 2008-2011. *Obes Surg.* mayo de 2015;25(5):788-95.
46. Schroeder R, Harrison TD, McGraw SL. Treatment of Adult Obesity with Bariatric Surgery. *Am Fam Physician.* 1 de enero de 2016;93(1):31-7.
47. Mingrone G, Bornstein S, Le Roux CW. Optimisation of follow-up after metabolic surgery. *Lancet Diabetes Endocrinol.* 1 de junio de 2018;6(6):487-99.

IX. Anexos

Tablas

Tabla 1. Variables de riesgo cardiometabólico a nivel basal y a los 12 meses en la población de estudio (n=110)

Variable	Basal	A los 12 meses	*
Colesterol total (mg/dl)	192.9 ± 40.3	167.3 ± 29.9	-25.6 ± 35.1
Colesterol HDL (mg/dl)	46.2 ± 12.6	56.2 ± 18.2	10.0 ± 14.5
Colesterol LDL (mg/dl)	117.0 ± 33.4	91.8 ± 22.4	-25.2 ± 29.0
Colesterol VLDL (mg/dl)	29.9 ± 12.8	19.9 ± 8.3	-10.0 ± 10.2
Triglicéridos (mg/dl)	160.4 ± 84.6	101.3 ± 44.9	-59.1 ± 74.0
Glucosa (mg/dl)	91.4 ± 18.5	84.2 ± 8.9	-7.2 ± 16.4
Insulina (uU/ml)	27.1 ± 25.3	8.6 ± 5.2	-18.5 ± 25.1
HOMA-IR	6.2 ± 5.7	1.9 ± 1.3	-4.3 ± 5.5
IMC (kg/m ²)	37.3 ± 4.9	26.1 ± 3.6	-11.2 ± 4.2

Las variables se presentan como media (DE)

(Delta): Valor a los 12 meses - Valor basal

*Se realizó una T de Student pareada, obteniendo un valor $p < 0.001$ para todos los casos
 HDL: high-density lipoprotein, LDL: low-density lipoprotein, VLDL: very-low-density lipoprotein, HOMA-IR: Homeostatic Model Assessment for Insulin Resistance, IMC: índice de masa corporal

Tabla 2. Correlación entre el %EIMCP y el cambio () en los marcadores de riesgo cardiometabólico

	Colesterol total (mg/dl)	Colesterol HDL (mg/dl)	Colesterol LDL (mg/dl)	Colesterol VLDL (mg/dl)	Triglicéridos (mg/dl)	Glucosa (mg/dl)	Insulina (uU/ ml)	HOMA- IR
%EIMCP								
r	-0.351	0.119	-0.384	-0.056	-0.197	0.134	0.088	0.165
valor p	<0.001	0.216	<0.001	0.561	0.039	0.163	0.363	0.085

%EIMCP: Porcentaje del Exceso de Índice de Masa Corporal Perdido

r: Coeficiente r de Pearson

HDL: high-density lipoprotein, LDL: low-density lipoprotein, VLDL: very-low-density lipoprotein, HOMA-IR: Homeostatic Model Assessment for Insulin Resistance, IMC: índice de masa corporal

