



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA

**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO E INVESTIGACIÓN
HOSPITAL GENERAL "DR. MANUEL GEA GONZÁLEZ"**

**"EVALUACIÓN DE CAMBIOS EN LOS ÍNDICES SUBROGADOS DE RESISTENCIA
A LA INSULINA Y VARIABLES METABÓLICAS ANTES Y 12 MESES DESPUÉS DE
LA CIRUGÍA BARIÁTRICA EN EL HOSPITAL GENERAL DR. MANUEL GEA
GONZÁLEZ"**

TÉSIS:

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN MEDICINA INTERNA

PRESENTA:

DR. FÉLIX GIBRANT MÁRQUEZ VILLEGAS

ASESOR:

**DRA. PAOLA VÁZQUEZ CÁRDENAS
INVESTIGADOR EN CIENCIAS MÉDICAS. CLÍNICA DE OBESIDAD
HOSPITAL GENERAL "DR. MANUEL GEA GONZÁLEZ"**

CIUDAD DE MÉXICO FEBRERO DEL 2019



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

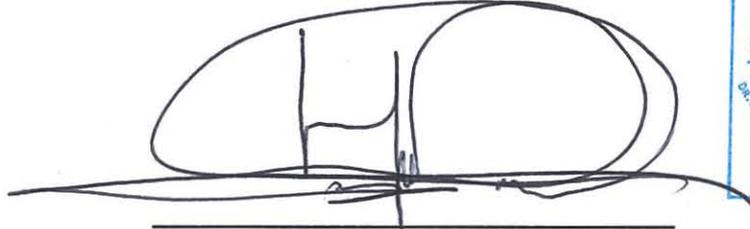
DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

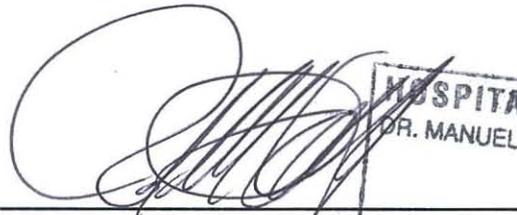
El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

HOSPITAL GENERAL "DR. MANUEL GEA GONZÁLEZ"

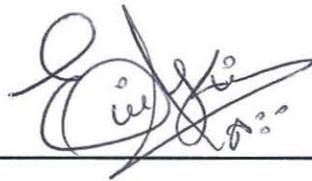
AUTORIZACIONES



Dr. Héctor Manuel Prado Calleros
Director de Enseñanza e Investigación.



Dr. José Pablo Maravilla Campillo
Subdirector de Investigación Médica

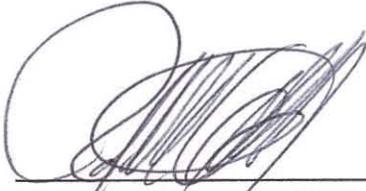


Dra. Erika Karina Tenorio Aguirre
Jefa de la División de Medicina Interna

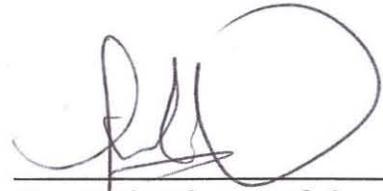


Dra. Paola Vázquez Cárdenas
Asesor Metodológico e Investigador en Ciencias Médicas. Clínica de Obesidad

Este trabajo de tesis con número de registro: 14-46-2018 presentado por el Dr. Félix Gibrant Márquez Villegas, se presenta en forma con visto bueno por el tutor principal de la tesis Dra. Paola Vázquez Cárdenas, con fecha febrero de 2019 para su impresión final.



Dr. José Pablo Maravilla Campillo
Subdirector de Investigación Biomédica



Dra. Paola Vázquez Cárdenas
Investigador Principal

“EVALUACIÓN DE CAMBIOS EN LOS ÍNDICES SUBROGADOS DE RESISTENCIA A LA INSULINA Y VARIABLES METABÓLICAS ANTES Y 12 MESES DESPUÉS DE LA CIRUGÍA BARIÁTRICA EN EL HOSPITAL GENERAL DR. MANUEL GEA GONZÁLEZ”

Este trabajo fue realizado en el Hospital General “Dr. Manuel Gea González” en la Clínica de Obesidad bajo la dirección de Dra. Paola Vázquez Cárdenas con el apoyo de Dra. Joana Balderas Juárez quienes orientaron y aportaron a la conclusión de este trabajo.

COLABORADORES:



Dra. Paola Vázquez Cárdenas
Investigador Principal



Dr. Félix Gibrant Márquez Villegas
Investigador Asociado Principal



Dra. Joana Balderas Juárez
Investigador Asociado

ÍNDICE

- 1. Resumen**
- 2. Introducción**
- 3. Material y métodos**
- 4. Resultados**
- 5. Discusión**
- 6. Conclusión**
- 7. Referencias Bibliográficas**
- 8. Tablas**
- 9. Figuras**

Resumen

Introducción. La obesidad es un factor de riesgo mayor para desarrollar diabetes mellitus tipo 2, la resistencia a la insulina (RI) es el enlace fisiopatológico entre ambas condiciones, en este estudio se evaluó la detección de resistencia a la insulina mediante distintos subrogados dependientes o no de insulina y sus cambios posterior a la cirugía bariátrica.

Objetivo. Evaluar los cambios en los índices subrogados de resistencia a la insulina (HOMA-IR, METS-IR, el producto de triglicéridos/glucosa (TyG), índice triglicéridos/colesterol HDL (TG/c-HDL)) y variables metabólicas (perfil de lípidos, hemoglobina glucosilada) antes y después de 12 meses de la cirugía bariátrica (bypass gástrico en Y de Roux o manga gástrica) en el Hospital General Dr. Manuel Gea González.

Materiales y Métodos. Se realizó un estudio observacional analítico de comparación, retrospectivo, longitudinal de expedientes clínicos de pacientes mayores de 18 años de edad de ambos géneros que fueron sometidos a bypass gástrico en Y de Roux o manga gástrica en la clínica de obesidad, en un periodo de enero 2006 a mayo 2017, se obtuvieron datos clínicos y bioquímicos y se calcularon índices subrogados de resistencia a la insulina (HOMA IR, METS-IR, TyG, TG/c-HDL) de manera basal, 3, 6 y 12 meses posterior a la cirugía bariátrica.

Resultados. Se revisaron 135 expedientes de pacientes con datos clínicos y bioquímicos completos, 116 (88.1%) genero femenino, la media de edad fue 39.5 (rango 18-63), la media del IMC 45.39 kg/m², peso 120.7 kg, Insulina 22.65 µU/ml, hemoglobina glucosilada (HbA1c) 6.03%, colesterol total 197 mg/dl, triglicéridos 182.17 mg/dl, colesterol HDL 40.79 mg/dl, colesterol LDL 109.95 mg/dl, glucosa 109.5 mg/dl, índices subrogados pre-quirúrgicos fueron HOMA-IR 6.34 ± 5.19 , TyG 9.08 ± 0.54 , TG/HDL 4.23 ± 2.37 , METS-IR 73.54 ± 15.6 de los expedientes evaluados. La proporción de resistencia a la insulina por el índice HOMA-IR fue de 82.71 %, TyG 100 %, TG/HDL 73.13%, METS-IR 97.01 %.

Posterior a la cirugía los índices subrogados de insulina fueron menores en ambos grupos de pacientes y se mantenían de esa manera posterior a 12 meses, mejoría en cifra de hemoglobina glucosilada y

perfil de lípidos. A los 12 meses posteriores a cirugía el peso 83 kg, IMC 31.9 kg/m², glucosa 86 mg/dl, Insulina 6.31 µU/ml, hemoglobina glucosilada (HbA1c) 5.94 %, colesterol total 160.39 mg/dl, triglicéridos 107.05 mg/dl, colesterol HDL 50.42 mg/dl, colesterol LDL 89.41 mg/dl y los índices subrogados de insulina fueron HOMA-IR 1.34 ± 0.70, TyG 8.3 ± 0.35, TG/HDL 2.23±1.05, METS-IR 44.61 ± 9.31. Se encontró adecuada correlación entre IMC y METS-IR, reversión de la resistencia a la insulina medida con HOMA IR y METS-IR en los primero 3 meses posterior a la cirugía. Índices dependientes de lípidos correlacionan de manera inadecuada para detectar cambio de resistencia a la insulina posterior a la cirugía en la población estudiada.

El índice HOMA-IR muestra significancia estadística (valor p < 0.05) si comparamos el valor previo a la cirugía con el resto de mediciones, METS-IR valor prequirúrgico con el resto de las mediciones, 3 vs 6 meses, 3 vs 12 meses, TyG su valor basal con el resto de mediciones 3 vs 6 meses, 3 vs 12 meses, TG/HDL valor basal vs 3, 6, 12 meses. Los índices TyG y Tg/HDL cuentan con menor valor informativo para discriminar los cambios a la resistencia a la insulina en nuestra población.

Conclusión. La RI es común en obesos mórbidos, ambos tipos de cirugía bypass gástrico y manga gástrica son efectivos para revertir la resistencia a la insulina en pacientes con obesidad severa, el METS-IR se puede utilizar con seguridad para y seguimiento de resistencia a la insulina, utiliza variables de fácil obtención y no depende de insulina para su medición.

Palabras clave: Obesidad; resistencia a la insulina; HOMA; hemoglobina glucosilada, cirugía bariátrica

2. Introducción.

La resistencia a la acción periférica a la insulina (RI) o la disminución de la sensibilidad a la insulina, es un estado donde la acción de esta hormona es inefectiva en los tejidos periféricos, lo que ocasiona hiperinsulinemia y alteración de la homeostasis de glucosa y los lípidos, es uno de los rasgos principales que se agrupan en el síndrome metabólico. La regulación de la secreción de insulina es muy estrecha para mantener la concentración de glucosa plasmática dentro de un rango normal. La insulina ejerce su acción a través de órganos blanco impidiendo la liberación de glucosa del hígado y promoviendo la captura de glucosa por el tejido adiposo y el músculo. Existe un amplio rango de sensibilidad a la insulina, sin embargo, cuando sus concentraciones fisiológicas son incapaces de desarrollar esta respuesta, se considera RI (1,2). La obesidad es un problema de salud a nivel mundial y continúa incrementando su prevalencia, en Estado Unidos en el 2014 fue de 35% en hombres y de 40% en mujeres. En el 2013 la obesidad fue oficialmente reconocida como enfermedad por la Asociación Médica Americana (3,4). Se estima que 39% de la población mundial tiene obesidad o sobrepeso, lo que representa más de 2.1 billones de adultos. En México según datos de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012, la prevalencia de sobrepeso y obesidad combinada es mayor en mujeres (73%) que en los hombres (69.4%), y la prevalencia de obesidad es más alta en grupo de edad de 40 a 49 años en hombres y de 50 a 59 años en las mujeres, siendo la obesidad unos de los principales problemas de salud en México (5).

La obesidad se define como la desproporción del peso respecto a la estatura, con la acumulación excesiva de tejido adiposo que usualmente se acompaña de inflamación crónica sistémica de bajo grado. Este depósito excesivo de grasa es multifactorial, pero se considera que es resultado de un desequilibrio entre el consumo de energía por los alimentos aumentado sobre las necesidades del individuo y el gasto de energía como resultado de baja actividad física. La obesidad resulta en múltiples complicaciones para la salud. Las consecuencias metabólicas son resultado de las funciones hormonales e inflamatorias del tejido adiposo. Entre las principales complicaciones metabólicas se

encuentran la resistencia a la insulina, y este a su vez es un factor de riesgo para el desarrollo de diabetes mellitus tipo 2, lo que se asocia a mayor riesgo cardiovascular aterosclerótico, lo cual causa una carga de salud importante de nivel global, dado que la obesidad es uno de los principales factores de riesgo para el desarrollo de diabetes mellitus tipo 2, en este sentido, la resistencia a la insulina es considerado el enlace fisiopatológico entre la diabetes mellitus tipo 2 y la obesidad, los mecanismos que contribuyen al desarrollo a la RI son: inflamación, disfunción mitocondrial, hiperinsulinemia y lipotoxicidad, estrés oxidativo, estrés del retículo endoplásmico hígado graso, pero no se ha unificado los mecanismo que contribuyen al desarrollo de resistencia a la insulina en estos tipos de pacientes (1, 6).

La evaluación de la sensibilidad de insulina se basa en métodos invasivos y no invasivos, algunos de los cuales requieren de equipos o metodologías sofisticadas que no están disponibles para la práctica clínica diaria. El clamp o pinzamiento euglucémico-hiperinsulinémico es el método directo de medición de resistencia a la insulina y se considera el método de referencia o estándar de oro, el clamp es la técnica más validada in vivo, no puede ser aplicado a grandes poblaciones por ser una metodología compleja e invasiva que requiere de material y manipulación especial en el medio hospitalario. Por esta razón, en la práctica clínica diaria se han utilizado varios índices subrogados de la resistencia a la insulina como sustitutos de esta técnica, los cuales han sido validados ampliamente y muestran una adecuada correlación con el clamp (7). Los índices subrogados de resistencia a la insulina buscan estimar el equilibrio entre la glucosa y la insulina, para esto pueden incluir mediciones directas de glucosa e insulina séricas en ayuno o postprandiales, o bien, prescindir de la medición de insulina e incluir otros indicadores metabólicos indirectamente relacionados con la resistencia a la insulina (ej. triglicéridos, colesterol de alta densidad (HDL)). Los índices subrogados basados en la medición de insulina en ayuno, incluyen el modelo homeostático o HOMA-IR (Homeostatic model assessment for Insuline resistance, por sus siglas en ingles) y el QUICKI (Quantitative insuline sensitivity check index), que se han empleado por largo tiempo en la evaluación

de resistencia a la insulina. HOMA-IR es un método indirecto sencillo, no invasivo y barato para determinar la sensibilidad a la insulina, correlaciona bien con los estimados de sensibilidad a la insulina utilizando la técnica del pinzamiento euglicémico hiperinsulinémico (8). Se han desarrollado índices subrogados no basados en la insulina, en los cuales se sustituye la insulina por la medición de los triglicéridos, colesterol ligado a lipoproteínas. La hipertriacilgliceremia e hipoalfalipoproteinemia es la dislipidemia característica del paciente con resistencia a la insulina. El aumento de las cifras de triglicéridos está relacionado con una disminución en la sensibilidad a la insulina, por esto la relación entre la concentración plasmática de triglicéridos y colesterol HDL ha sido sugerida como una alternativa para la estimación de la acción de la insulina. Otros subrogados de resistencia a la insulina son el índice de triglicéridos/glucosa (TyG), y otro que considera el IMC (TyG-IMC) (9). Más recientemente se desarrolló y validó un índice no basado en la insulina, subrogado de la acción de la insulina con mayor precisión. Este índice se denominó METS-IR (metabolic score for insulin resistance, por sus siglas en inglés) (2). En la práctica clínica, la resistencia a la insulina se evalúa con el modelo hemostático HOMA-IR, se encuentra elevada prevalencia de resistencia a la insulina en pacientes obesos determinada por este método, reportan hasta 61% (10) y 78.4% (11), hay correlación entre más alto sea el IMC mayor será el valor del índice HOMA-IR. En sujetos operados de cirugía bariátrica tanto por la técnica de manga gástrica o bypass con Y de Roux la disminución de la resistencia a la insulina por el método HOMA-IR es de hasta 92%, y se reporta que si este índice disminuye en los primeros 3 meses posterior a la cirugía es predictor de remisión de diabetes mellitus tipo 2 (10). El uso de estos índices parte de la premisa de la respuesta a la insulina, para mantener normogluceemia, sobretudo en eventos fisiopatológicos tempranos, donde se necesita mayor cantidad de insulina para la captación de glucosa por tejido adiposo, músculo y para la supresión de la producción hepática de glucosa con el objetivo de mantener la glucosa en rangos normales, cuando la secreción de insulina no es suficiente para producir este efecto, se desarrolla hipergluceemia y posteriormente diabetes mellitus tipo 2, por lo tanto la resistencia a la insulina es el estado donde la concentración de insulina es inapropiadamente alta para

el nivel de glucosa, y como se comentó la obesidad se asocia de manera importante a resistencia a la insulina, es importante el uso de las pruebas para evaluar la sensibilidad a la insulina, y si las estrategias implementadas en el tratamiento son útiles para disminuir la resistencia a la insulina, reflejada con el uso de estas pruebas de manera continua (12).

El aumento de peso y la obesidad son causas claramente establecidas de resistencia a la insulina, la pérdida de peso mejora el control glucémico en paciente con obesidad. El tratamiento de cambios de estilo de vida, manejo médico usualmente fallan para mantener y lograr los objetivos en pacientes con obesidad mórbida, por lo que la cirugía bariátrica emerge como un método efectivo de tratamiento, por lograr pérdida sostenida de peso en obesos mórbidos lo que incluye mejora en el control metabólico de la glucosa. La cirugía bariátrica se ha asociado a mejoría del componente metabólico, por lo que también se le denomina “cirugía metabólica”, los criterios que se consideran son IMC > 40 kg/m² o 35 kg/m² con comorbilidades, como hipertensión, dislipidemia, diabetes (6, 13).

La asociación entre obesidad y resistencia a la insulina y su progresión a diabetes mellitus tipo 2, ha ganado interés en encontrar estrategias de tratamiento efectivas para prevenir sus complicaciones, por lo que el uso de herramientas para detectar de manera temprana RI y posterior evaluar su reversibilidad con algún tratamiento es importante como medida de éxito, con el uso de estas herramientas dependientes de insulina e índices subrogados de resistencia de insulina no dependientes de esta. De los índices estudiados no invasivos HOMA-IR, el producto de triglicéridos y glucosa, índice triglicéridos-cHDL y METS-IR correlacionan adecuadamente para identificar pacientes con resistencia a la insulina, la cual está presente en la mayoría de los pacientes obesos, su disminución de manera temprana puede predecir potencialmente mejoría en el control metabólico, ya que esta disminución de la resistencia es sostenida en los pacientes sometidos a cirugía bariátrica. Es por esto que el objetivo de este estudio fue explorar la resistencia a la insulina en pacientes con obesidad mórbida, la relación entre resistencia a la insulina y obesidad y evaluar los cambios en los

índices subrogados de resistencia a la insulina (HOMA-IR, METS-IR, índice triglicéridos y colesterol HDL y el producto de triglicéridos/glucosa (TyG) y variables metabólicas (perfil de lípidos, hemoglobina glucosilada) antes y después de 12 meses de la cirugía bariátrica (bypass gástrico en Y de Roux o manga gástrica) en el Hospital General Dr. Manuel Gea González.

Material y métodos.

Se realizó un estudio observacional analítico de comparación, retrospectivo, longitudinal de expedientes clínicos de pacientes mayores de 18 años de edad, de ambos géneros que fueron sometidos a bypass gástrico en Y de Roux o manga gástrica en la clínica de obesidad del Hospital General Dr. Manuel Gea González, en un periodo de enero 2006 a mayo 2017.

Se excluyeron los expedientes clínicos de pacientes con menos de 12 meses de seguimiento postquirúrgico, con falta de datos o no valorables, y pacientes con diagnóstico de diabetes mellitus en la evaluación prequirúrgica.

Se revisaron y recabaron datos de los expedientes clínicos, y se llenó la hoja de recolección de datos para posteriormente llenar la base de datos, a partir de los datos obtenidos se calcularon los índices subrogados de resistencia a la insulina con las siguientes fórmulas: HOMA IR $((\text{Glucosa} * \text{Insulina}) / 405)$ (8), índice TyG $(\text{Ln}((\text{glucosa} * \text{triglicéridos}) / 2))$ (14, 15), TG/c-HDL (triglicéridos/c-HDL) (16,17), METS-IR $(\text{Ln}((2 * \text{glucosa}) + \text{TG}) * \text{IMC}) / (\text{Ln}(\text{c-HDL}))$ (2), de manera basal, 3, 6 y 12 meses posterior a la cirugía bariátrica. Los valores de corte para definir resistencia a la insulina para cada índice fueron 2.5, 4.68, 2.27 y 51.13, respectivamente.

Análisis estadístico

Se realizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov con la corrección de significación propuesta por Lilliefors para evaluar la distribución de las variables. Se consideró un valor de $p > 0.05$ para definir normalidad. Las variables que no se distribuyeron normalmente se transformaron logarítmicamente para lograr la normalidad, y se realizaron pruebas estadísticas en los datos transformados.

Se describieron los datos reportando las medias y desviaciones estándar para las variables continuas y frecuencias absolutas y relativas (porcentajes) para las variables categóricas.

Los datos se analizaron mediante medidas repetidas ANOVA utilizando STATA versión 13. El ANOVA probó las diferencias en los valores antes y después de la cirugía bariátrica (medidas repetidas). Se realizaron pruebas entre cirugías (bypass vs manga) utilizando la variable tipo de cirugía como factor mediante ANOVA de dos vías. Se considerará una $p < 0.05$ como estadísticamente significativa. Se aplicó la prueba de Duncan como post hoc test cuando la prueba F del análisis de varianza indico que existen diferencias entre algunas de las medias de los tiempos analizados.

Resultados.

Se revisaron un total de 245 expedientes, de los cuales se seleccionaron para el análisis 135 con datos completos de manera basal y 12 meses posteriores a la cirugía. Se encontraron 116 (88.1%) mujeres y 16 (11.9%) hombres, la media de edad fue 39.5 años (rango 18 y 63) de los expedientes de pacientes que participaron en este estudio. Las características clínicas y bioquímicas basales se muestran en la tabla 1. De la población analizada la media del peso 120.7 kilogramos (rango 79-201), IMC 45.3 kg/m^2 (rango 28.5-83.00). El peso inicial, IMC, circunferencia abdominal resultaron con diferencia estadística significativa, esto se explica porque en la cirugía bypass gástrico se eligen los pacientes con mayor peso comparado con los que se someten a manga gástrica, pero no fue significativo el resto de las variables. La cifra media de insulina fue 22.65 $\mu\text{U/ml}$, hemoglobina glucosilada 6.03 %, colesterol total 197 mg/dl, triglicéridos 182.17 mg/dl, colesterol HDL 40.79 mg/dl, glucosa 109.5 mg/dl. Los índices subrogados de resistencia a la insulina de manera basal de la muestra analizada fueron HOMA-IR 6.34 ± 5.19 , TyG 9.08 ± 0.54 , TG/HDL 4.23 ± 2.37 , METS-IR 73.54 ± 15.6 , para toda la muestra de pacientes. A los 12 meses posteriores a cirugía el peso 83 kg, IMC 31.9 kg/m^2 , glucosa 86 mg/dl, Insulina 6.31 $\mu\text{U/ml}$, hemoglobina glucosilada (HbA1c) 5.94 %, colesterol total 160.39 mg/dl, triglicéridos 107.05 mg/dl, colesterol HDL 50.42 mg/dl, colesterol LDL 89.41 mg/dl

y los índices subrogados de insulina fueron HOMA-IR 1.34 ± 0.70 , TyG 8.3 ± 0.35 , TG/HDL 2.23 ± 1.05 , METS-IR 44.61 ± 9.31 .

Índices subrogados de insulina y obesidad

Basado en el índice HOMA-IR se encontró una resistencia a la insulina de 82.71 % (110) con TyG 100 % (n=135), TG/HDL 73.13% (n=98), METS-IR 97.01 % (n=130) de los pacientes estudiados. Se encontró correlación significativa entre en índice de masa corporal y el índice subrogado METS-IR ($r = 0.91$) ($p < 0.001$) la cual continuo de manera sostenida hasta los 12 meses posteriores a la cirugía en ambos grupos de pacientes ($r = 0.95$) ($p < 0.001$) (figura 1).

En base a índice HOMA-IR, índice más estudiado y validado, se obtuvo sensibilidad y especificidad para METS-IR, 98 Y 4 %, respectivamente, con un valor predictivo positivo de 83.1, valor predictivo negativo de 33.3 %, área bajo la curva de 0.51.

Índices subrogados de insulina y pérdida de peso

Posterior a los 12 meses de cirugía, se obtuvo una reducción significativa en la pérdida de peso e IMC (figura 2). El IMC previo a la cirugía fue de 45.3 kg/m^2 y disminuyo a 31.09 kg/m^2 12 meses posteriores a la cirugía, por tipo de cirugía en las mediciones basales y 12 meses posteriores al procedimiento quirúrgico se encontró para bypass el IMC fue de 46.4 kg/m^2 y disminuyo a 31.3 kg/m^2 y para manga gástrica el IMC fue de 39.56 y disminuyo a 29.6 kg/m^2 . Antes de la cirugía de bypass gástrico los índices subrogados fueron; HOMA-IR 6.6, TyG 9.12, TG/HDL 4.3, METS-IR 75.75, y para manga gástrica de HOMA-IR 5.15, TyG 8.92, TG/HDL 4.04, METS-IR 62.67, posterior a cirugía en ambos grupos se obtuvo una reducción mantenida de los índices HOMA-IR, METS-IR, TG/HDL (tabla 2).

En la tabla 2, se muestran los valores pre y 3,6, 12 meses postcirugía, dividido por cirugía, en el grupo de bypass gástrico presentaban mayor peso al inicio, el porcentaje de reducción de peso fue similar en ambos grupos, con una reducción mayor y más rápida en el grupo de bypass gástrico, la reducción en el índice HOMA-IR, se nota desde los primeros 3 meses, al igual que el METS-IR (figura 3).

Cuando estudiamos a los sujetos acorde al estatus de resistencia a la insulina con los índices subrogados respecto a su valor previo a la cirugía y sus cambios en el tiempo posterior a la cirugía (BPG y MG) por análisis de varianza (ANOVA), para pruebas de significancia estadística ($p < 0.05$), el índice HOMA-IR muestra significancia estadística si comparamos el valor previo a la cirugía comparado con resto de mediciones, METS-IR valor prequirúrgico con el resto de las mediciones, 3 vs 6 meses, 3 vs 12 meses, TyG su valor basal con el resto de mediciones 3 vs 6 meses, 3 vs 12 meses, TG/HDL valor basal vs 3, 6, 12 meses. Los índices TyG y Tg/HDL cuentan con menor valor informativo para discriminar los cambios a la resistencia a la insulina en nuestra población (tabla 3).

Discusión.

La cirugía bariátrica ha mostrado ser una estrategia de tratamiento eficaz para la reducción de peso y la reducción de la resistencia a la insulina (10,11). La pérdida de peso por cirugía bariátrica mejora el control glucémico de manera más eficaz cuando se compara con el tratamiento médico, por lo que existen mecanismos independientes a la pérdida de peso. La restricción calórica mejora la cifra de glucosa en ayuno y la acción de la insulina, efecto visto de manera temprano posterior a la cirugía, antes de la pérdida de peso, la restricción calórica es inmediata posterior a la cirugía, probablemente juega un papel importante en los cambios metabólicos iniciales junto con los cambios en los patrones de secreción de las hormonas derivadas del intestino como las incretinas, estudios han demostrado que la secreción de GLP-1 esta sustancialmente aumentada en pacientes postoperados de bypass gástrico con Y de Roux, efecto no encontrado con la pérdida de peso inducida por dieta y ejercicio

solamente, el incremento de GLP-1 ocurre en etapas tempranas posterior a la cirugía, antes de que se vea la pérdida significativa de peso, esto está claramente relacionado al cambio anatómico por la cirugía, la clave es la llegada más rápida de nutrientes al intestino delgado distal. La recuperación de la función de las células beta por el incremento de la secreción del GLP-1 posterior a la cirugía bypass, se refleja en mejor control glucémico por la reducción en la resistencia a la insulina (1,18). El GLP-1 y el péptido YY (PYY) son anorexigénicos, implicados en la disminución del hambre e incremento de la saciedad, ambos liberados por las células L intestinales en respuesta al alimento, además retrasan el vaciamiento gástrico. Las funciones de estos péptidos se ven afectadas en sujetos obesos, los niveles de PYY están dramáticamente incrementados en pacientes con bypass gástrico en Y de Roux, esto sugiere que los cambios en las hormonas intestinales causan cambios en el apetito, lo que adicionalmente mejora la sensibilidad a la insulina por la disminución del consumo de alimentos. El compromiso en la secreción de grelina, péptido orexigénico, producido en el fondo y cuerpo gástrico, ha sido descrito como mecanismo potencial de la disminución del hambre y mejoría en el control glucémico posterior a cirugía tipo bypass y manga gástrica (6,18). Otros mecanismos descritos incluyen en la reducción de tejido graso visceral, la adiponectina, relacionada inversamente con la masa grasa, IMC, índice cintura-cadera, insulina sérica y niveles de glucosa, los niveles bajos están correlacionados con resistencia a la insulina, al disminuir la grasa visceral con la pérdida de peso por la cirugía bariátrica aumentan los niveles de adiponectina, lo que se correlaciona con disminución en la resistencia a la insulina. La disminución de la grasa intravisceral es difícil de estimar en la clínica, una ventaja del índice subrogado de la resistencia a la insulina, METS-IR, es que se correlaciona significativamente con la disminución en grasa intravisceral, índice válido por Bello-Chavolla et al 2018 usando espectroscopia por resonancia magnética ($r=0.636$) ($p < 0.001$), por lo que lo hace un índice valioso en esta población de pacientes, además se encontró mejoría en cifras de hemoglobina glucosilada y los niveles de lípidos en las mediciones posteriores a la cirugía, esta mejoría en el perfil de lípidos favorece el control de las variables que componen el síndrome metabólico, que a su vez podría disminuir eventos cardiovasculares (2, 18).

Se ha evaluado en diferentes estudios que los índices subrogados de resistencia a la insulina son métodos aplicables para identificar resistencia a la insulina, la mayoría en pacientes con obesidad severa, su aplicación en paciente sometidos a cirugía bariátrica, y para identificar los cambios posteriores a la cirugía (10,11,19). En estudios “head-to-head” aleatorizados controlados, el tratamiento quirúrgico contra el tratamiento médico intensivo para diabetes mellitus tipo 2 mejora de manera consistente el control de la glucosa en el grupo quirúrgico (20). Ballantyne et al, realizaron un estudio para comparar directamente los cambios en la resistencia a la insulina posterior a banda gástrica y Bypass gástrico con Y de Roux, se utilizó el índice HOMA-IR para medir la resistencia a la insulina, los valores preoperatorios fueron comparados con los valores postoperatorios obtenidos en los primeros 90 días posterior a la cirugía. En el grupo de banda gástrica 56 pacientes, el HOMA IR 4.1 (1.4-39.2), 61 pacientes del grupo de pacientes con bypass con Y de Roux, HOMA IR preoperatorio de 5 (0.6-56.6), la media del seguimiento fue de 45 y 46 días respectivamente, con HOMA IR postoperatorio de 2.2 (0.7-12.2) en grupo Bypass y 2.6 (0.8-29.6) en grupo de banda gástrica, sin cambio estadísticamente significativo entre las dos técnicas quirúrgicas (20), al igual que en nuestro estudio ambos tipo de cirugía (bypass gástrico y manga gástrica) mejoran de manera significativa la resistencia a la insulina.

En 2018, Bello-Chavolla y colaboradores, validaron el índice puntaje metabólico para resistencia a la insulina o METS-IR, un índice no basado en insulina para resistencia a la insulina y predecir grasa visceral, se comparó con el estándar pinzamiento hiperinsulinémico euglucémico, en 125 pacientes (68 con diabetes mellitus tipo 2) se usó el pinzamiento hiperinsulinémico euglucémico, además se cómo se mencionó anteriormente evaluó la correlación con grasa intrapancreática e intrahepática medida por resonancia magnética con espectroscopia. Reportaron una mejor correlación para la detección de resistencia a la insulina y adecuada correlación para la detección de grasa intravisceral, lo que hace a este puntaje como una herramienta valiosa para la evaluación del componente cardiometabólico y evaluar resistencia a la insulina (2), en nuestro estudio METS-IR, se correlaciono

adecuadamente con la reducción de peso y la disminución en la resistencia a la insulina, utiliza dentro de sus variables el IMC y otras variables fáciles de obtener en la práctica clínica del día a día, no depende de insulina para su medición y en nuestro estudio el índice con mayor correlación entre peso y la resistencia a la insulina. En un estudio, se realizó la prueba de tolerancia a la glucosa intravenosa a 26 paciente con obesidad previo a la cirugía y 6 días posterior y en 71 pacientes que se sometieron a bypass gástrico, se evaluaron con HOMA IR antes y de nuevo a los 6 días, 3,6,9 y 12 meses después de la cirugía, los pacientes se dividieron en 3 grupos, diabéticos, tolerancia a la glucosa alterada y tolerancia a la glucosa normal, en todos los grupos se encontró que tenían resistencia a la insulina previo a la cirugía, se encontró disminución de la resistencia a la insulina a los 6 días en el grupo de bypass gástrico en ambos métodos en todos los grupos, de los 31 diabéticos, solo 3 se egresaron con medicamentos, a disminución en la resistencia a la insulina en los primeros 6 días, es independiente de la pérdida de peso, este hallazgo implica cambios en los mecanismo humorales de tracto gastrointestinal (19). En un estudio Benaiges et al. Compararon la remisión de la resistencia a la insulina posterior a cirugía bariátrica laparoscópica con bypass gástrico en Y de Roux o manga gástrica laparoscópica, usando HOMA IR, con seguimiento a 24 meses, 56 pacientes (48.7%) de 115 pacientes del grupo de bypass gástrico en Y de Roux y 48 (61.5%) de 78 en grupo de manga gástrica tenían resistencia a la insulina, sin diferencia significativa en la remisión de la resistencia a la insulina entre los dos procedimientos (92.9% y 87.5%, respectivamente, con una $p= 0.355$), ambas técnicas quirúrgicas son igualmente efectivas en la normalización en la resistencia a la insulina en la mayoría de los pacientes obesos, hallazgo encontrado en nuestro estudio, donde independiente del tipo de procedimiento, la disminución de HOMA-IR, en los primeros meses posteriores a la cirugía (10).

En un estudio de Jei Lee et al, reportaron 517 pacientes de 660 con resistencia a la insulina, la media del HOMA IR fue de 7.62 ± 13.13 , el HOMA IR se correlaciono con IMC, circunferencia cintura, hiperlipidemia, anormalidad enzimas hepáticas, posterior a cirugía bariátrica a los 36 meses de seguimiento, por porcentaje medio de disminución de peso fue 70.5% en paciente que se sometieron

a bypass y 41.9% en pacientes que se sometieron a banda gástrica con un HOMA IR de 1 ± 0.79 y 1.51 ± 1.25 respectivamente (11). Esta describe el adecuado rendimiento diagnóstico de los distintos índices subrogados de resistencia a la insulina, el índice HOMA-IR correlaciona bien con los estimados de sensibilidad a la insulina usando el pinzamiento euglucémico hiperinsulinémico ($r=0.88$, $P < 0.0001$), pero su precisión es baja, con un coeficiente de variación de 31%, en los estudios en los cuales se utiliza para identificar a pacientes con resistencia a la insulina y su disminución como reflejo de pérdida de la resistencia a la insulina, tiene adecuada representación que se ve reflejado en que los pacientes mejoran su control glucémico, disminución de hemoglobina glucosilada, y suspensión de tratamiento farmacológico, por lo que hace que sea una herramienta útil y eficaz (10,18). El producto de los triglicéridos y la glucosa (TyG) representa una técnica adecuada y reproducible, Mohammadabadi et al, evaluaron a 61 mujeres obesas entre 18 y 45 años con un peso medio de 86 kg, con resistencia a la insulina en 21 (34%) por HOMA-IR y 36 (61%) TyG, con significativa relación entre ambos índices, $r=0.044$ ($p < 0.001$) (22), esto es importante desde el punto de vista de la determinación de insulina no está siempre disponible en los hospitales y el método de medición no está estandarizado y el índice HOMA-IR pierde sensibilidad en diabéticos tipo 2, por la insulinopenia e hiperglucemia (21). En un estudio en población mexicana mostró que el índice TyG es adecuado para identificar pacientes obesos con resistencia a la insulina, se examinó la sensibilidad y la especificidad comparado con el estándar de oro, encontrando sensibilidad de 96.5% y especificidad de 85% (9). En otro estudio en 82 pacientes obesos brasileños, demostró que el índice TyG tiene mejor desempeño que el HOMA-IR, con correlación más fuerte con IMC ($r=0.47$), insulina en ayuno ($r=0.57$) circunferencia abdominal ($r=0.52$) (21), en nuestro estudio, usando los valores de corte descritos por Guerrero-Romero et al, de 4.68 para resistencia a la insulina, ningún paciente obtuvo disminución en los 12 meses postcirugía, pero en un estudio realizado por Unger et al, usando valores de 8.8, la pérdida de la resistencia a la insulina se hubiera alcanzado al 3er mes, estos índices basados en lípidos, presentan limitación por el efecto de tratamiento y no se encontró adecuada correlación con el IMC, lo que los hace índices imperfectos y varían según el grupo étnico, mismo hallazgo para

lo descrito para índice Tg/HDL, este índice basado en la dislipidemia en pacientes con resistencia a la insulina, que se compone de hipertriacilgliceremia y HDL bajo, valores de corte descritos varían según la población estudiada, baja correlación con IMC, no hay diferencia notable entre el índice TG/Colesterol total, con los valores de corte descritos por Gianni et al, solo al final del periodo de 12 meses se nota la disminución, y si usamos los descritos por Unger et al, 3.3 para hombres y 2.2 para mujeres, otra desventaja que varía con el género, solo los hombres alcanzarían algún cambio más temprano, considerando la mayoría de la población estudiada fue del género femenino, por lo expuesto estos índices que dependen de lípidos son inadecuados para identificar resistencia a la insulina en nuestra población (14,15,16,17,22).

Los adultos con obesidad presentan riesgo aumentado de trastornos cardiovasculares los cuales derivan en gran parte de la resistencia a la insulina y su progresión a diabetes mellitus tipo 2, la evaluación de la resistencia a la insulina juega un papel importante para estos pacientes. En los pacientes con obesidad mórbida que se someten a cirugía bariátrica, es frecuente encontrar previo a la cirugía resistencia a la insulina, la cual es detectada con los diferentes índices subrogados de insulina, METS-IR, uno de los índices que no depende de insulina para su obtención, puede tener importancia, ya que la insulina no está disponible en muchos laboratorios, tiene variabilidad interindividual, pero dentro de sus variables está el IMC, y en estos paciente el rendimiento diagnóstico es bajo (S 98%, E 4%), lo que podría sobreestimar la detección de resistencia en esta población, pero útil para el seguimiento. De los índices subrogados de resistencia a la insulina, el encontrar en este estudio uno con adecuada correlación de este índice con HOMA-IR, considerado por muchos como el estándar después de la prueba de clamp o pinzamiento euglucémico-hiperinsulinémico, el METS-IR cuenta con correlación significativa con el IMC, utiliza variables fáciles de obtener para su cálculo, este índice se puede utilizar con seguridad sobre todo para seguimiento de reversión de resistencia a la insulina. La cirugía bariátrica es efectiva para la remisión de la resistencia a la insulina vista en la disminución de los índices subrogados (10, 19,18, 23). De

las limitantes de nuestro estudio, tenemos que es retrospectivo y no es posible controlar variables con el tratamiento con hipolipemiantes entre otros, que pueden modificar los índices dependientes de lípidos.

Conclusión. En conclusión, en nuestro estudio se demuestra de manera significativa la mejoría de la resistencia a la insulina en pacientes obesos posterior a cirugía bariátrica. La mejoría a corto plazo de la resistencia a la insulina debe contribuir la restricción calórica, y a largo plazo la pérdida sostenida de peso. Para evaluar de manera adecuada los índices subrogados más útiles en nuestro estudio fueron el METS-IR Y HOMA-IR.

Referencias.

1. Ye J. Mechanims of insulin resistance in obesity. *Front met* 2013;7:14-24.
2. Bello-Chavolla et al. METS-IR, a novel score to evaluate insulin sensitivity, is predictive of visceral adiposity and incident type 2 diabetes. *European Society of Endocrinology* 2018;178;533-544.
3. P, Martínez M, Hu F, et al. Obesity. *Nature Reviews Disease Primer* 2017; 3:1-18.
4. WHO Obesity and Overweight Fact sheets 2016. Available at: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311>.
5. Gutierrez JP, Rivera-Dommarco J, Shamah-Levy T, Villalpando-Hernandez S, Franco A, Cuevas-Nasu L, Romero-Martinez M, Hernandez-Avila M. Encuesta Nacional de Salud y Nutricion 2012. Resultados Nacionales. Cuernavaca, Mexico: Instituto Nacional de Salud Publica (MX), 2012.
6. P, Martínez M, Hu F, et al. Obesity. *Nature Reviews Disease Primer* 2017; 3:1-18.
7. Unger G, Benozii S, Perruzza F, Pennacchiotti G. Índice triglicéridos y glucosa: un indicador útil de insulinoresistencia. *Endocrinol Nutr* 2014;61:533-540.

8. Matthews DR, et al. Homeostasis model assessment: insulin resistance and beta-cell function from fasting plasma glucose and insulin concentrations in man. *Diabetologia* 1985; 28: 412-9.
9. Guerrero-Romero F, Simental-Mendía LE, González-Ortiz M, Martínez-Abundis E, Ramos-Zavala MG, Hernández-González SO, et al. The product of triglycerides and glucose, a simple measure of insulin sensitivity. Comparison with the euglycemic-hyperinsulinemic clamp. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 2010;95(7):3347-51.
10. Benaiges D, Flores Le-Roux J, Botet JP, et al. Sleeve gastrectomy and Roux-en-Y gastric bypass are equally effective in correcting insulin resistance. *International Journal of Surgery* 2013;11: 309-313.
11. Lee W, Chih Y, Han K, et al. Improvement of Insulin resistance after obesity surgery: A comparison of gastric banding and bypass procedures. *OBES SURG* 2018;18:1119-1125.
12. Borai A, Livingstone C, Ferns G. The biochemical assessment of insulin resistance. *Ann Clin Biochem* 2007; 44:324-342.
13. Umashanker D, Igel L, Kumar R, Aronne L. Current and future medical treatment of obesity. *Gastrointest Endoscopy Clin N Am* 27 (2017) 181–190.
14. Mohammadabadi F, Vafaiyan Z, Mehran S, et al. Assessment of insuline resistance with two methods: HOMA-IR and TyG index in Iranian Obese Women. *Iranian Journal of Diebetes and Obbesity* 2014;6:23-27.
15. Simental-Mendía LE, Rodríguez-Morán M & Guerrero-Romero F. The product of fasting glucose and triglycerides as surrogate for identifying insulin resistance in apparently healthy subjects. *Metabolic Syndrome and Related Disorders* 2008 6 299–304.
16. Kannel WB, Vasan RS, Keyes MJ, Sullivan LM & Robins SJ. Usefulness of the triglyceride-high-density lipoprotein versus the cholesterol high-density lipoprotein ratio for predicting insulin resistance and cardiometabolic risk (from the Framingham Offspring Cohort). *American Journal of Cardiology* 2008;101:497–501.

17. Ginnini Cm Santoro N, Caprio S, et al. The Triglyceride-to-HDL Cholesterol Ratio. *Diabetes Care* 2011;24:1869-1874.
18. Nguyen, K. T. & Korner, J. The sum of many parts: potential mechanisms for improvement in glucose homeostasis after bariatric surgery. *Curr. Diab. Rep* 2014;14:481-488.
19. Wirkremesekera K, Miller G, Desilva T, Knowles G, Stubbs R. Loss of Insulin resistance after Roux-en-Y gastric bypass surgery: a time course study. *Obesity Surgery* 2004;15:474-481.
20. Ballantyne G.H, Farkas D, Laker S, Wasielewski RN. Short-term changes in insulin resistance following weight loss surgery for morbid obesity: Laparoscopic adjustable gastric banding versus laparoscopic Roux-en-Y gastric bypass. *Obesity Surgery* 2006;16:1189-1197.
21. Vasques ACJ, Novaes FS, Matos Souza JR, Yamanaka A, Pareja JC, Tambascia MA, et al. TyG index performs better than HOMA in a Brazilian population: A hyperglycemic clamp validated study. *Diabetes research and clinical practice*. 2011;93(3):98-100.
22. Unger g, Benozzi S, Perruza F, Pennacchiotti G. Índice triglicéridos y glucosa: un indicador útil de insulinoresistencia. *Endocrinol Nutr* 2014;10:533-540.
23. Bastard J-P, Lavoie M-E, Messier V, Prud'homme D, Rabasa-Lhoret R. Evaluation of two new surrogate indexes including parameters not using insulin to assess insulin sensitivity/resistance in nondiabetic postmenopausal women: A MONET group study. *Diabetes & metabolism*. 2012;38(3):258-63.

Figuras y tablas.

Tabla 1. Características basales de los pacientes obesos sometidos a cirugía BPG y MG

	BPG (n=109)	MG (n=25)	valor de P*
Edad (años)	39 ± 9.5	40.5 ± 11.0	0.592
Género (% fem)	92 (84.4)	21 (84.0)	0.398
Peso inicial	123 ± 123.6	106 ± 22.6	< 0.001
IMC (kg/m ²)	46.4 ± 8.3	39.5 ± 6.87	< 0.001
Circunferencia de cintura (cm)	132.37 ± 17.07	121.42 ± 16.40	< 0.001
Hipertensión (%)	39 (35.78)	8 (32)	0.721
Resistencia a la insulina (%)	59 (54.13)	15 (60)	0.594
HbA1c (%)	6.17 ± 1.55	5.61 ± 0.3	0.096
Glucosa (mg/dL)	112.2 ± 39.8	98.3 ± 9.3	0.086
Insulina (uU/ml)	22.92 ± 14.2	20.8 ± 10.4	0.576
Colesterol (mg/dL)	183.81 ± 32.39	185 ± 48.1	0.865
LDL (mg/dL)	109.65 ± 27.43	109.7 ± 41.7	0.983
HDL (mg/dL)	40.39 ± 8.1	42.7 ± 11.4	0.217
TG (mg/dL)	185.74 ± 86.4	170 ± 79.6	0.406
HOMA-IR	6.6 ± 5.6	5.15 ± 2.67	0.232
METS-IR	75.5 ± 15.24	62.67 ± 11.48	0.001
TG/HDL	4.3 ± 2.6	4.04 ± 3.2	0.667
TG/G	9.12 ± 0.5	8.92 ± 0.4	0.1008

*P < 0.05; BPG, Bypass gástrico; MG, manga gástrica; IMC, Índice de Masa Corporal; HbA1c, Hemoglobina glucosilada; LDL, Colesterol de baja densidad; HDL, Colesterol de alta densidad; TG, triglicéridos; HOMA-IR, Homeostatic Model Assessment; METS-IR, Metabolic score for insuline resistance; TG/HDL Índice triglicéridos/colesterol de alta densidad; TyG, Índice de triglicéridos y glucosa

Tabla 2. Comparación de los valores preoperatorios y postoperatorios en paciente sometidos a cirugía BPG Y MG

		pre PO	3 m PO	6 m PO	12 m PO
IMC	BPG	46.4	36.87	33.93	31.33
	MG	39.5	32.4	30.5	29.6
% REDUCCIÓN DE PESO	BPG		20.21	26.53	32.04
	MG		17.96	22.73	25.07
HOMA-IR	BPG	6.6	2.02	1.58	1.29
	MG	5.15	1.94	1.55	1.5
METS-IR	BPG	75.75	57.3	49.97	44.68
	MG	62.67	48.14	45.28	43.44
TyG	BPG	9.12	8.61	8.38	8.34
	MG	8.92	8.63	8.43	8.49
TG/HDL	BPG	4.3	2.73	2.69	2.15
	MG	4.04	2.26	2.38	2.6

BPG, Bypass gástrico; MG, manga gástrica; IMC, Índice de Masa Corporal; PO, postoperado; m, mes; HOMA-IR, Homeostatic Model Assesment; METS-IR, Metabolic score for insuline resistance; TG/HDL Índice trigliceridos/colesterol de alta densidad; TyG, Índice de trigliceridos y glucosa

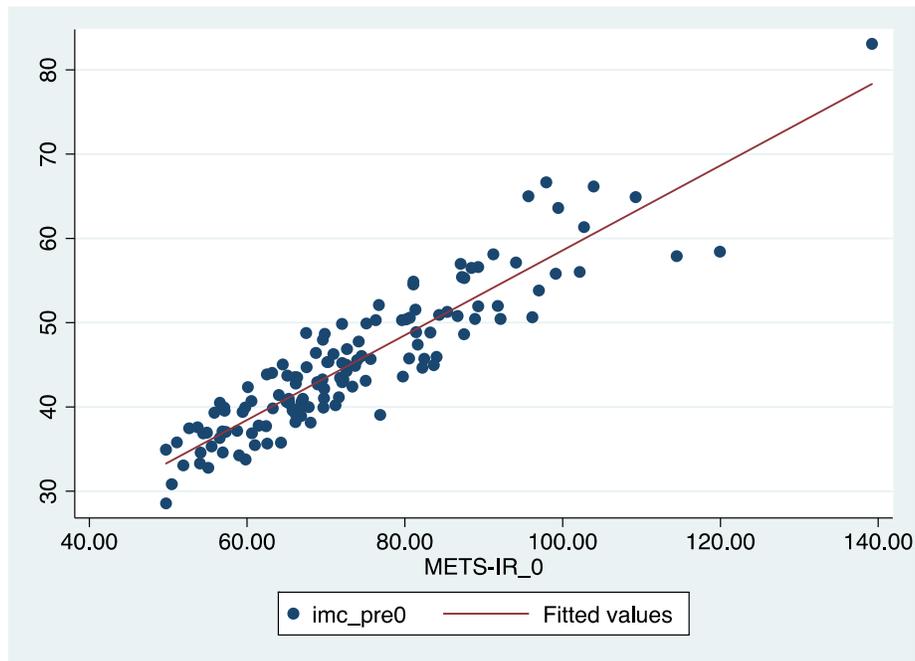
Tabla 3. Comparación de los valores preoperatorios y postoperatorios en paciente sometidos a cirugía BPG Y MG

	Pre-Qx	PO 3 m	PO 6 m	PO 12 m
HOMA-IR	6.19 ± 4.18	2.01 ± 1.26*	1.59 ± 0.95*	1.34 ± 0.71*
METS-IR	73.12 ± 15.45	55.42 ± 16.72* ⁺	49.04 ± 1.4* ⁺	44.94 ± 9.18* ⁺
TyG	9.08 ± 0.54	8.61 ± 0.39* ⁺	8.45 ± 0.49* ⁺	8.37 ± 0.34* ⁺
TG/HDL	4.45 ± 2.74	2.66 ± 1.64*	2.58 ± 1.16*	2.24 ± 1.05*

BPG, Bypass gástrico; MG, manga gástrica; PO, postoperado; m, mes; HOMA-IR, Homeostatic Model Assesment; METS-IR, Metabolic score for insuline resistance; TG/HDL Índice trigliceridos/colesterol de alta densidad; TyG, Índice de trigliceridos y glucosa

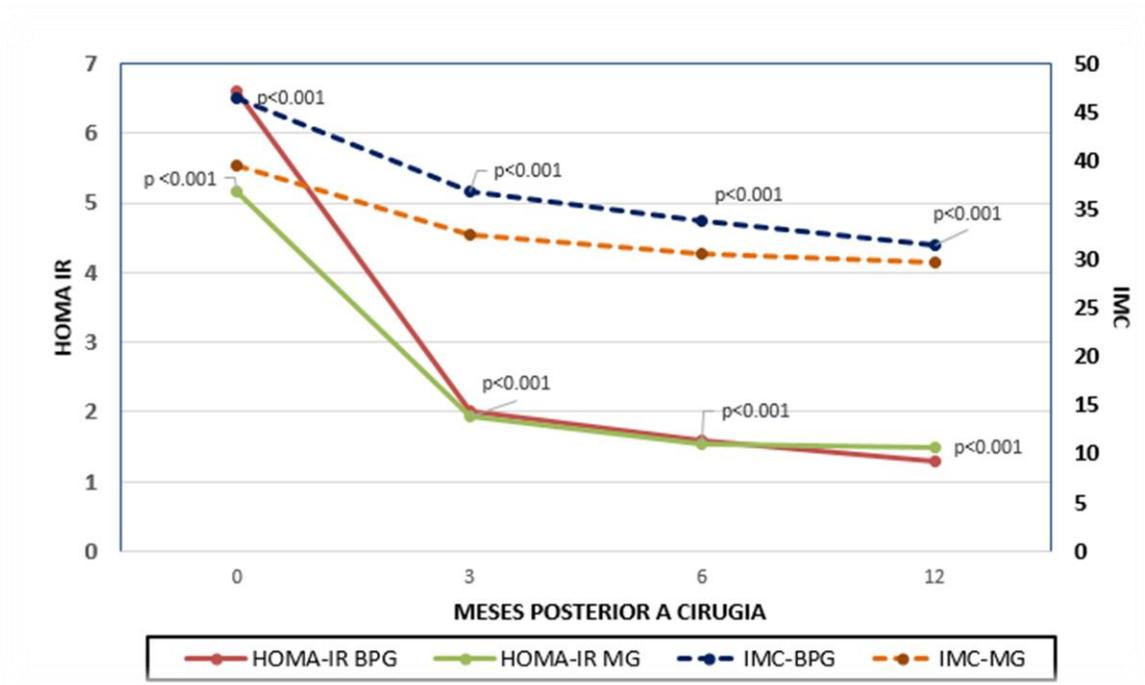
Significancia estadística valor de P < 0.05 con analisis de varianza (ANOVA) Y prueba postHoc de Duncan, *basal vs 3,6,12 m; + 3 vs 6, 3 vs 12 m

FIGURA 1. Correlación entre Índice de masa corporal (IMC, Kg/m²) y METS-IR (Metabolic score for insuline resistance) antes y posterior a cirugía BPG y MG. En ambos grupos de pacientes se encontro disminución de la resistencia a la insulina con la pérdida de peso



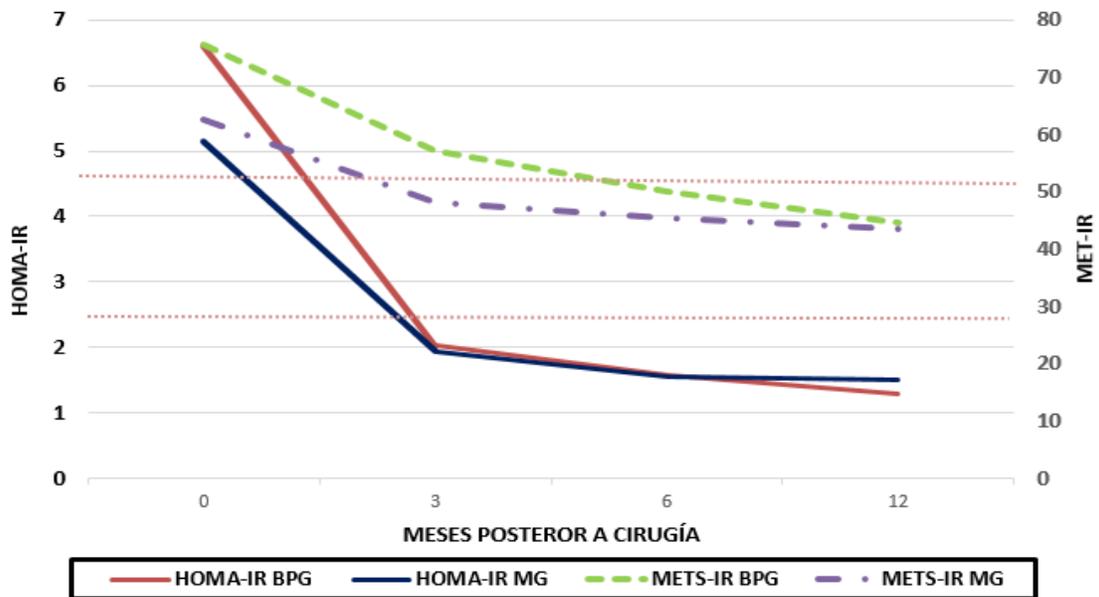
Resistencia a la insulina y pérdida de peso ($r = 0.91$) ($p < 0.001$) la cual continuo de manera sostenida hasta los 12 meses posteriores a la cirugía en ambos grupos de pacientes ($r = 0.95$) ($p < 0.001$) BPG, Bypass gástrico; MG, manga gástrica

FIGURA 2. Cambios en el Índice de masa corporal (IMC, Kg/m²) y el índice HOMA-IR, antes y posterior a cirugía BPG y MG. En ambos grupos de pacientes se encontró disminución de la resistencia a la insulina con la pérdida de peso.



BPG, Bypass gástrico; MG, manga gástrica; HOMA-IR, Homeostatic Model Assesment; METS-IR, Metabolic score for insuline resistance; TG/HDL Índice trigliceridos/colesterol de alta densidad; TyG, Índice de trigliceridos y glucosa
 Significancia estadística valor de $P < 0.05$ con analisis de varianza (ANOVA) Y prueba postHoc de Duncan, comparando valor previo a ciruga (BPG y MG) vs resto de mediciones

FIGURA 3. Cambios en el índice HOMA-IR y METS-IR, antes y posterior a cirugía BPG y MG. En ambos grupos de pacientes se encontró disminución de la resistencia a la insulina, efecto visto primero usando el HOMA-IR, el grupo BPG hasta el 6 mes usando el índice METS-IR.



Las líneas punteadas representan el valor de corte 2.5 para HOMA-IR y 51.13 para METS-IR. BPG, Bypass gástrico; MG, manga gástrica; HOMA-IR, Homeostatic Model Assesment; METS-IR, Metabolic score for insuline resistance; TG/HDL Índice trigliceridos/colesterol de alta densidad; TyG, Índice de trigliceridos y glucosa