



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA

INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIAS MÉDICAS Y NUTRICIÓN
SALVADOR ZUBIRÁN

COMPARACIÓN DE FÓRMULAS BASADAS EN CREATININA SÉRICA
EN LA ESTIMACIÓN DE LA TASA DE FILTRADO GLOMERULAR DE
PACIENTES CON OBESIDAD MÓRBIDA SOMETIDOS A CIRUGÍA
BARIÁTRICA

TESIS DE POSTGRADO

PARA OBTENER EL TÍTULO DE LA ESPECIALIDAD EN
NEFROLOGÍA

PRESENTA

DR. RICARDO EMILIO VARELA JIMÉNEZ

DR. RICARDO CORREA ROTTER

PROFESOR TITULAR DEL CURSO DE NEFROLOGÍA Y
METABOLISMO MINERAL

DR. LUIS EDUARDO MORALES BUENROSTRO
DIRECTOR DE TESIS

CIUDAD DE MÉXICO, JULIO DE 2017





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.

DR. SERGIO PONCE DE LEÓN ROSALES

Director de Enseñanza

Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán

DR. RICARDO CORREA ROTTER

Jefe del departamento de Nefrología y metabolismo mineral

Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán

DR. LUIS EDUARDO MORALES BUENROSTRO

Departamento de Nefrología y metabolismo mineral

Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán

Índice

1. Marco teórico.....	5
2. Planteamiento del problema.....	7
3. Pregunta de investigación.....	8
4. Justificación.....	8
5. Objetivo de la investigación	
• <u>5.1</u> Objetivo general.....	9
• <u>5.2</u> Objetivos secundarios.....	9
6. Material y método.....	10
• <u>6.1</u> Tipo de estudio.....	10
• <u>6.2</u> Universo de estudio	
o 6.2.1 Población.....	10
o 6.2.2 Periodo.....	10
7. Criterios de selección	
• <u>7.1</u> Criterios de inclusión.....	10
• <u>7.2</u> Criterios de exclusión.....	10
• <u>7.3</u> Criterios de eliminación.....	10
8. Variables de estudio.....	11
9. Procedimiento.....	11
10. Análisis estadístico.....	11
11. Resultados.....	12

12. Discusión.....	15
13. Conclusiones.....	17
14. Referencias.....	18

1. Marco teórico

El sobrepeso y la obesidad son un problema creciente a nivel mundial. De acuerdo al Instituto para la medición y evaluación de la salud (IHME por sus siglas en inglés), su prevalencia era del 49% en 1980 y aumentó a 69% para el año 2013. Al tomar en cuenta únicamente la prevalencia de obesidad, ésta aumentó del 15 al 27% en este mismo periodo de tiempo. Así, para el año 2015 se estimaba que 700 millones de personas padecían obesidad a nivel mundial (1), con una prevalencia del 35 al 40% en países desarrollados (2) y se estima que para el año 2030, el 51% de la población mundial padecerá obesidad (3).

Es ampliamente conocida la asociación entre la obesidad, enfermedades crónicas degenerativas y mortalidad (4). Dentro de las principales comorbilidades asociadas a la obesidad se encuentran la hipertensión arterial, diabetes mellitus tipo 2 y la enfermedad cerebrovascular. Diversos estudios han reportado además una asociación directa entre el grado de obesidad y el deterioro de la función renal (5,6). De acuerdo a un estudio publicado en 2005, la probabilidad de padecer enfermedad renal crónica (ERC) es 45% mayor en la población con un índice de masa corporal (IMC) > 26.6 en comparación con aquellos con un IMC menor (7). Esta asociación se ha atribuido a hipertensión sistémica y glomerular, disfunción endotelial, intolerancia a la glucosa, un estado pro inflamatorio crónico, etc. (8). El aumento en el flujo plasmático renal, consecuencia de la obesidad, ocasiona además un incremento en la presión transcápilar, y la excreción urinaria de albúmina (9). Así, en el paciente obeso, existe un estado basal de hiperfiltración glomerular. De acuerdo a un estudio realizado por Chagnac y colaboradores, la tasa de filtrado glomerular (TFG) medida en pacientes con IMC > 35 era de 178 ± 34 ml/min, mientras que en sujetos con peso normal fue de 110 ± 13 ml/min (10). Afortunadamente, estas alteraciones son en parte reversibles, ya que la pérdida de peso se relaciona con disminución de la presión intraglomerular, mayor sensibilidad a la insulina y un decremento en la excreción urinaria de proteínas (11).

La modificación en el estilo de vida y el tratamiento médico de la obesidad han sido medidas insuficientes en el tratamiento de la obesidad mórbida. Por este motivo, en la actualidad la cirugía bariátrica ha aumentado en frecuencia y se reconoce como un procedimiento eficaz para la reducción de peso. De acuerdo a las indicaciones del Instituto Nacional para la Salud (NIH por sus siglas en inglés) los pacientes con un IMC > 40 kg/m² o con un IMC > 35 kg/m² son candidatos a este tipo de cirugía (12).

La derivación gastroyeyunal en Y de Roux es el procedimiento bariátrico más comunmente realizado en los Estados Unidos (EU) (13). La reducción de peso alcanzada con este procedimiento (aproximadamente 60% en el primer año) se ha asociado a mejoría de las comorbilidades asociadas a la obesidad como lo son la hiperglucemia, dislipidemia, hipertensión arterial e incluso mortalidad (14). Además, estudios observacionales también han demostrado mejoría en albuminuria e hiperfiltración glomerular con la pérdida de peso asociada a cirugía (15,16). De acuerdo a un estudio publicado por Chang y colaboradores, los pacientes con un índice de masa corporal (IMC) > 35 kg/m² que se sometían a derivación gastroyeyunal tuvieron un riesgo 58% menor de doblar su creatinina basal o llegar a enfermedad renal crónica terminal en comparación con aquellos que no se sometieron a cirugía bariátrica. De forma similar, los pacientes sometidos a cirugía demostraron un descenso mayor en la proteinuria y la TFG estimada en el primer año tras la cirugía en comparación con el grupo control, lo que sugiere mejoría en el grado de hiperfiltración glomerular (17,18).

El uso de formulas que estiman la TFG provee de un valor más útil y certero que la creatinina sérica por sí sola. Las fórmulas más utilizadas para la estimación de la TFG son las propuestas por Cockcroft y Gault (CG) en 1976 (19), y las propuestas por Levey del estudio MDRD (Modified of Diet in Renal Disease) (20) y CKD EPI (Chronic Kidney Disease Epidemiology collaboration) (21). Existen otras fórmulas como la propuesta por Jelliffe en 1971 (22) y la de Salazar Corcorán publicada en 1988 y estudiada en población con obesidad (23). Puesto que en la obesidad mórbida el aumento de peso es sobre todo a expensas de masa grasa, el ajuste de peso en la fórmula de CG sobre estima la TFG. Por este motivo, esta fórmula se ha ajustado al peso corporal magro (CG-PCM), el peso corporal

ideal (CG-PCI) y el 40% del peso corporal total (CG-40%) (24). Por el contrario, las fórmulas de MRDR y CKD-EPI no contemplan el peso corporal, pero ajustan la TFG estimada a un área de superficie corporal (SC) de 1.73 m², un valor totalmente alejado de la realidad en la población obesa. Tan solo en la población general de EU, se considera que el área de SC actual es de 2.06 y 1.83 m² en hombres y mujeres respectivamente (25).

2. Planteamiento del problema

Las ecuaciones basadas en creatina sérica no han sido validas en pacientes con obesidad mórbida o en aquellos con un pérdida de peso tan importante como la asociada a la derivación gastroyeyunal (26). Aunado a esto, la pérdida de peso derivada de la cirugía bariátrica también se acompaña de pérdida de masa magra, lo que puede malinterpretarse como un descenso en la creatinina sérica y aumento en la TFG estimada. De acuerdo a un estudio realizado por Tamboli, la pérdida de masa magra constituyó un $27.8 \pm 10.2\%$ en pacientes con obesidad mórbida sometidos a cirugía bariátrica (27). Otros factores que modifican estos valores y por tanto deben considerarse son la edad, raza, dieta y sexo del paciente. Otro importante aspecto a considerar es que las fórmulas actualmente recomendadas ajustan la TFG estimada a un área de SC estándar de 1.73 m². Este ajuste asume erróneamente que la relación entre la TFG y la superficie corporal es lineal. Efectivamente, este ajuste tiene un impacto mínimo en el paciente con un IMC normal; sin embargo, en los pacientes obesos implica un impacto mucho mayor ya que inclusive las formulas para el cálculo de la superficie corporal se vuelven imprecisas (28).

A pesar de que la medición de la TFG mediante iohexol, iotalamato, EDTA, etc. son el estándar de oro para evaluar la función renal, ésta implica someter al paciente a un estudio invasivo, costoso y poco práctico (29). En un estudio realizado por Brochner-Mortensen y colaboradores en el que se midió la TFG mediante la administración de edetato de cromo-51 (EDTA) a pacientes con obesidad mórbida sometidos a cirugía bariátrica, se observó disminución en la TFG de 153 ± 16 a 123 ± 17 ml/min tras 1 año de seguimiento. Sin embargo, este resultado no se observó al ajustar la SC a 1.73 m² (30). Esta observación se ha corroborado en estudios similares (31-35). En otro trabajo realizado por

Lieske y colaboradores en el que se midió la TFG mediante la administración de iotalamo se observó una media de descenso de 121 a 90 ml/min, mientras que al estimar la TFG mediante la fórmula de CKD-EPI se observó un aumento de 84 a 90 ml/min/1.73m² SC (36).

Desafortunadamente, se desconoce cual es la fórmula idonea para estimar la TFG en pacientes con obesidad mórbida. Las recomendaciones actuales sugieren el uso de ecuaciones basadas en creatinina no validadas en población con obesidad mórbida.

3. Pregunta de investigación

¿Cómo se modifica la estimación de la tasa de filtrado glomerular de acuerdo a diferentes fórmulas en pacientes obesos mórbidos pre y post-cirugía de derivación gastroyeyunal?

4. Justificación

Con la creciente epidemia de obesidad resulta esencial contar con herramientas que permitan una adecuada estimación de la función renal, sin la necesidad de someter al paciente a procedimientos invasivos y tediosos. Un cálculo más acertado de la TFG es vital para el diagnóstico y tratamiento oportuno de la ERC, conocer el pronóstico renal, el ajuste en la dosis de fármacos, etc. (37).

Existe discrepancia entre las fórmulas para estimar la TFG basadas en creatinina (38). Además, se desconoce si en la población con obesidad mórbida la TFG estimada debe ajustarse a la superficie corporal real del paciente y no a la estandarizada (1.73 m²) por las fórmulas actualmente recomendadas.

5. Objetivo de la investigación

5.1 Objetivo general

- Evaluar el efecto de la cirugía bariátrica en la estimación de la tasa de filtrado glomerular mediante las siguientes fórmulas basadas en creatinina sérica: CKD-EPI ajustada a 1.73 m² (CKD EPI 1.73 m²), CKD-EPI ajustada a superficie corporal (SC) (CKD EPI-SC), MDRD ajustada a 1.73 m² (MDRD-1.73 m²), MDRD ajustada a SC (MDRD-SC), Jelliffe ajustada a 1.73 m² (Jelliffe 1.73 m²), Jelliffe ajustada a SC (Jellife-SC) Cockcroft Gault con peso corporal total (CG-PCT), Cockcroft Gault ajustada a peso coporal ideal (CG-PCI), Cockcroft Gault ajustada a peso corporal magro (CG-PCM), Cockcroft Gault ajustada al 40% del peso corporal total (CG-40%) y Salazar Corcorán (SaC) previo a la cirugía y 12 meses después.

5.2 Objetivos secundarios

- Evaluar las características y comorbilidades de los pacientes con obesidad mórbida que se someten de cirugía bariátrica.
- Evaluar el desenlace de parámetros bioquímicos (glucosa, hemoglobina glucosilada, creatinina sérica, albuminuria, ácido úrico, alanino aminotransferasa, aspartato aminotransferasa, triglicéridos, colesterol total, HDL colesterol y LDL colesterol) y antropométricos (peso, índice de masa corporal total, área de superficie corporal, circunferencia abdominal y presión arterial) en los pacientes con obesidad mórbida que se someten a cirugía bariátrica.
- Comparar la prevalencia en el uso de inhibidores de angiotensina previo a la cirugía y 12 meses después.

6. Material y método

6.1 Tipo de estudio

Retrospectivo, observacional

6.2 Universo de estudio

6.2.1 Población: Pacientes con obesidad mórbida que fueron sometidos a cirugía bariátrica en el Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán.

6.2.2 Periodo: Enero de 2000 a diciembre de 2014

7. Criterios de selección

7.1 Criterios de inclusión

- Pacientes de más de 18 años de edad y con IMC mayor a 40 que se hayan sometido a cirugía bariátrica (derivación gastroyeyunal) en el Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán en el periodo comprendido entre 2000 a 2014.

7.2 Criterios de exclusión

- Pacientes que se hayan sometido a derivación gastroyeyunal por alguna causa diferente a obesidad

7.3 Criterios de eliminación

- Pacientes con pérdida de seguimiento en los primeros 12 meses después de la derivación gastroyeyunal

8. Variables del estudio

- *Variables de identificación:* nombre, edad, sexo, fecha de nacimiento, fecha de la cirugía, comorbilidades (diabetes mellitus, hipertensión arterial, dislipidemia, síndrome de apnea obstructiva del sueño, hipotiroidismo, tabaquismo, otras), fármacos (inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina, antagonistas de los receptores de angiotensina II, estatinas, alopurinol).
- *Variables antropométricas:* peso, talla, índice de masa corporal, área de superficie corporal, circunferencia abdominal, presión arterial.
- *Variables bioquímicas:* hemoglobina, hematocrito, glucosa, hemoglobina glucosilada, tiroglobulina, creatinina sérica, tasa de filtrado glomerular estimada, albúmina, ácido úrico, alanina aminotransferasa, aspartato aminotransferasa, triglicéridos, colesterol total, HDL colesterol, LDL colesterol, albuminuria.

9. Procedimiento

Se solicitó al archivo clínico el registro de los pacientes con diagnóstico de obesidad mórbida sometidos a cirugía bariátrica en el periodo comprendido entre enero de 2000 y diciembre de 2014. De estos, se revisaron los expedientes para obtener las variables de identificación, antropométricas y bioquímicas previas al procedimiento y 12 meses después. Se estimaron las tasas de filtrado glomerular de acuerdo a las ecuaciones propuestas y finalmente se comparó el desenlace de las variables obtenidas.

10. Análisis estadístico

Se utilizó estadística descriptiva de acuerdo a la distribución de variables. Las variables categóricas se describieron como frecuencias y proporciones, mientras que las variables numéricas continuas como media \pm desviación estándar en distribución normal, y mediana e intervalo intercuartilar con distribución anormal. Para comparación de las variables numéricas antes y después de la reducción de peso, se utilizó una prueba de T

pareada. Para variables dicotómicas se utilizó prueba de Chi cuadrada de McNemar. Se consideró significancia estadística un valor de $p < 0.05$.

11. Resultados

Características clínicas y de laboratorio

Se analizaron 168 pacientes durante el periodo de estudio. La edad promedio de la población fue de 38.3 ± 9 años; 129 (76.8%) pacientes correspondieron al género femenino. La comorbilidad más frecuente fue hipertensión arterial sistémica (HAS) en 95 (57%) pacientes, seguido de síndrome de apnea obstructiva del sueño (SAOS) en 91 (54%), dislipidemia en 58 (34.5%), diabetes mellitus en 51 (30.4%) e hipotiroidismo en 46 (27.4%). En 68 (41%) pacientes se consignó el antecedente de tabaquismo.

A 12 meses después de la cirugía se observó mejoría significativa en parámetros clínicos y de laboratorio (Tabla 1). Se observó también reducción del uso de inhibidores de enzima convertidora de angiotensina (IECA) de 72 (42.9%) pacientes a 37 (22%) a los 12 meses del seguimiento ($p = 0.09$).

Tabla 1. Características de los pacientes en el periodo basal y 12 meses posteriores a la cirugía bariátrica

Variable	Basal Media \pm DE	12 meses Media \pm DE	Delta	<i>p</i>
Peso (kg)	132.5 \pm 29.5	91.3 \pm 23.2	-41.2 kg	< 0.0001
IMC (kg/m²)	48.8 \pm 8.2	33.3 \pm 6.9	-15.5kg/m ²	< 0.0001
Superficie corporal (m²)	2.45 \pm 0.3	2.02 \pm 0.3	-0.43 m ²	< 0.0001
Circunferencia abdominal (cm)	130.9 \pm 16.9	107.4 \pm 23	-23.5 cm	< 0.0001
< 0.0001TAS (mmHg)	126.3 \pm 14.4	115.9 \pm 13.7	-10.4 mmHg	< 0.0001
TAD (mmHg)	81.3 \pm 10.1	74.9 \pm 8.3	-6.4 mmHg	< 0.0001
Glucosa (mg/dl)	103.8 \pm 33.2	84.9 \pm 7.9	-18.9 mg/dl	< 0.0001

HbA1c (%)	6.2 ± 1.6	5.2 ± 0.6	-1.0%	0.0001
Creatinina sérica (mg/dl)	0.79 ± 0.22	0.71 ± 0.14	-0.08 mg/dl	0.0001
Albuminuria (mg/24 hrs)	83.7 (4-339)	21.6 (2.8-76)	-62.1 mg/24 hrs	0.38
Acido úrico (mg/dl)	6.1 ± 1.4	4.9 ± 1.3	-1.2 mg/dl	< 0.0001
ALT (UI/L)	29.7 ± 16.3	24.4 ± 16	-2.3 UI/L	0.0058
AST (UI/L)	26.9 ± 14.6	23.5 ± 10.4	-3.4 UI/L	0.0244
Colesterol total (mg/dl)	178 ± 31.2	154 ± 26.7	-24 mg/dl	< 0.0001
Triglicéridos (mg/dl)	146.5 ± 46.7	100.2 ± 44.5	-46.3 mg/dl	< 0.0001
HDL (mg/dl)	40.9 ± 17.8	44 ± 11.7	+3.1 mg/dl	0.0733
LDL (mg/dl)	109.3 ± 26.1	89.2 ± 20.7	-20.1 mg/dl	< 0.0001
DE: Desviación estándar; IMC: Índice de masa corporal; TAS: Tensión arterial sistólica; TAD: Tensión arterial diastólica; HbA1c: Hemoglobina glucosilada; ALT: Alanino-aminotransferasa; AST: Aspartato-aminotransferasa *Mediana (rango)				

Diferencias entre las ecuaciones utilizadas en la estimación de la tasa de filtrado glomerular

Las ecuaciones estandarizadas a una superficie corporal de 1.73 m² mostraron aumento en la TFGe posterior a la cirugía; mientras que aquellas que se ajustaron al peso y la superficie corporal del paciente, mostraron disminución de la TFGe (Figura 1). Los valores estimados de la TFG en el periodo basal y postquirúrgico de acuerdo a cada ecuación fueron: CKD- EPI 1.73m², 102.3 ± 17.8 vs 109.0 ± 14.7 (ml/min/1.73m²), *p* = < 0.001; CKD-EPI SC, 145.2 ± 33.6 vs 127.6 ± 26.5 (ml/min), *p* = < 0.001; MDRD-1.73m², 100.1 ± 23.1 vs 110.3 ± 23.9 (ml/min/1.73m²), *p* = < 0.001; MDRD-SC, 140.9 ± 40.2 vs 128.7 ± 34.2 (ml/min), *p* = < 0.001; Jellife-1.73m², 88.2 ± 18.4 vs 95.6 ± 19.1 (ml/min/1.73m²), *p* = < 0.001; Jellife-SC, 124.9 ± 30.7 vs 111.6 ± 25.8 (ml/min), *p* = < 0.001; CG-PCT, 191.6 ± 64.3 vs 141.8 ± 46.9 (ml/min), *p* = < 0.001; CG-PCI, 81.5 ± 20.9 vs 89.5 ± 22.1 (ml/min), *p* = < 0.001; CG-PCM, 88.9 ± 26.5 vs 80.7 ± 24.4 (ml/min), *p* = < 0.001; CG-40%, 125.7 ± 36.9 vs 110.3 ± 30.1(ml/min), *p* = < 0.001; SaC, 138.6 ± 38.6 vs 122.1 ± 32.2 (ml/min), *p*=<0.001

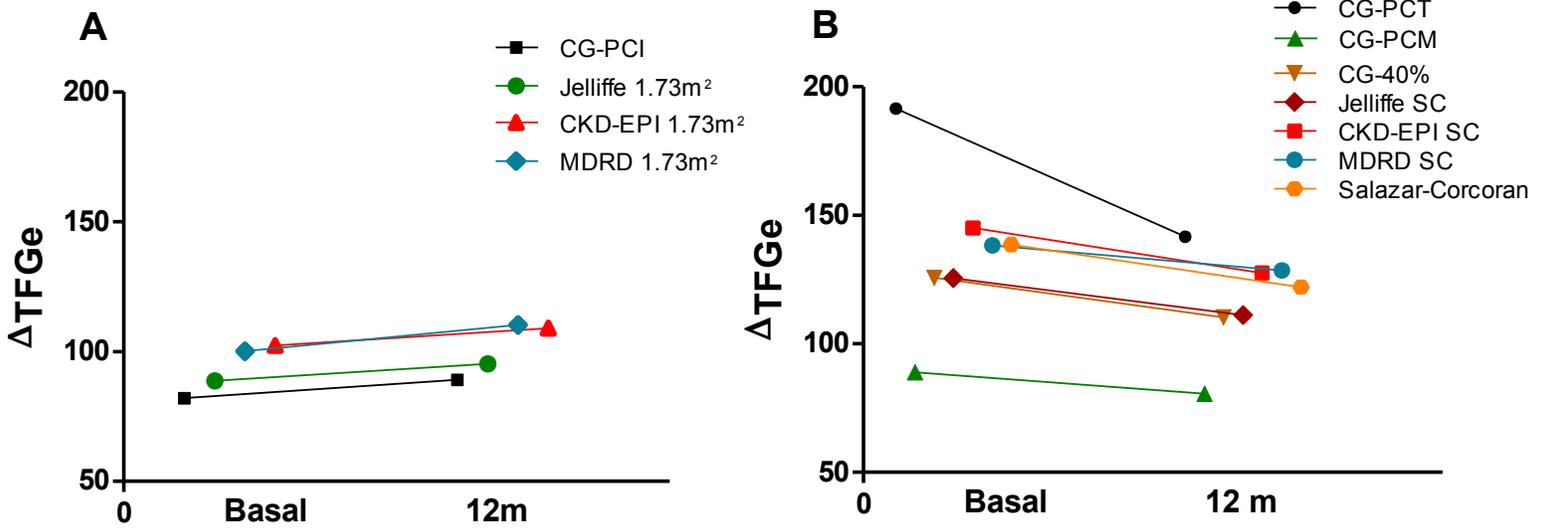


Figura 1. Comportamiento de ecuaciones basadas en creatinina en el periodo basal y 12 meses posterior a la cirugía bariátrica. A) Ecuaciones con incremento en la tasa de filtrado glomerular estimada. B) Ecuaciones con descenso en la tasa de filtrado glomerular estimada.

Asociación entre el cambio de peso y tasa de filtrado glomerular estimada

Al utilizar la ecuación de CKD-EPI SC se observó correlación entre el descenso del índice de masa corporal y la disminución en el grado de hiperfiltración glomerular, mientras que con la ecuación CKD-EPI 1.73m² no (Figura 2).

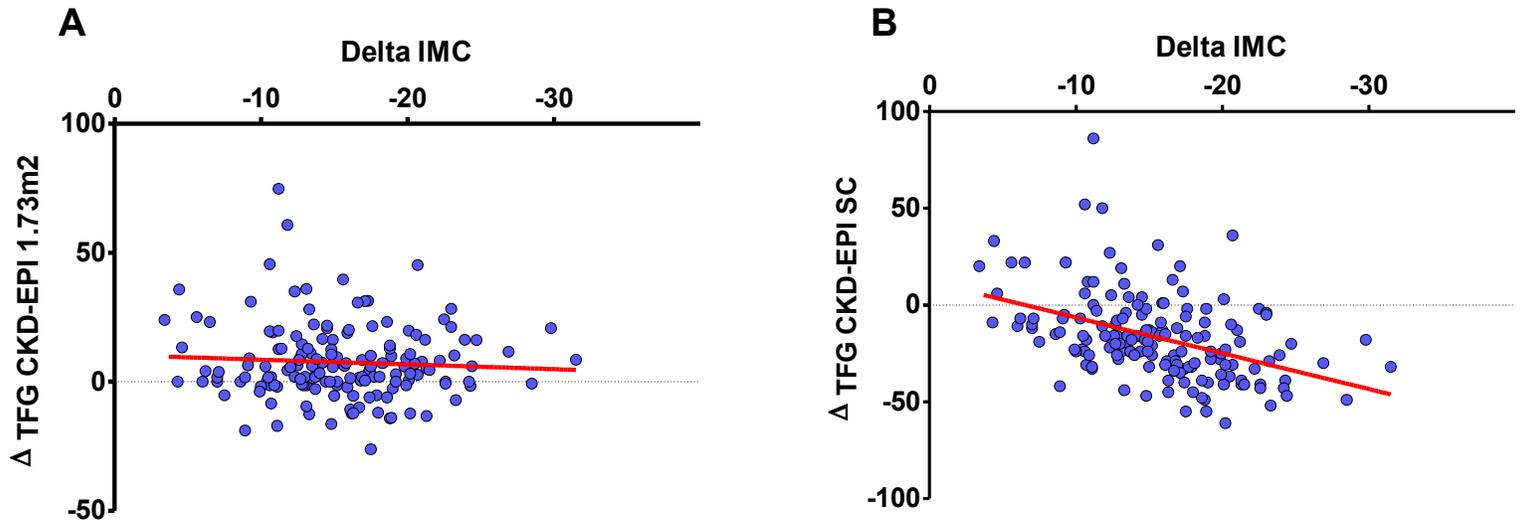


Figura 2. Correlación entre la disminución del índice de masa corporal y la tasa de filtrado glomerular estimada por CKD-EPI 1.73m² (A) y CKD-EPI ajustado a superficie corporal (B).

12. Discusión

En pacientes con obesidad mórbida, los estudios realizados por Friedman y Bird (39) ya habían demostrado una pobre correlación entre la TFG estimada y la TFG medida mediante iohexol y EDTA respectivamente.

En el presente estudio, estandarizar la TFG estimada a 1.73 m² de SC como lo hacen las fórmulas de MDRD y CKD-EPI resultó en un aparente aumento del filtrado glomerular; sin embargo, cuando las fórmulas fueron ajustadas a las variables antropométricas de cada paciente se observó disminución en este valor. Además, se observó disminución en los valores de proteinuria, lo que también sugiere mejoría en la hiperfiltración glomerular basal de estos pacientes. Desafortunadamente, esta diferencia no alcanzó a ser estadísticamente significativa por los pocos pacientes en quienes fue determinada. Así, nuestros hallazgos sugieren que cuando las formulas basadas en creatinina se ajustan la superficie corporal real del paciente, existe mejor correlación con los modelos de cirugía bariátrica donde se ha medido la TFG antes y después del procedimiento (40, 41).

El ajustar la estimación de la TFG a un área de superficie corporal estándar es especialmente equívoco en los extremos del peso corporal (42). Por tal motivo, algunos autores han propuesto que en las formulas que así lo hacen, se tome en cuenta el área de SC real del paciente (43).

La correlación entre el IMC y el porcentaje de grasa corporal se pierde a partir de un IMC > 35 k/m² (44). Por tanto, la fórmula de Cockcroft Gault es imprecisa en esta población, ya que asume que el exceso de peso del paciente es a expensas de masa muscular. Por esta razón, incluso Gault sugirió el ajuste de la fórmula de CG al peso corporal magro del paciente (45). Esta sugerencia fue posteriormente confirmada por Lim al observar una mejor correlación entre la fórmula de CG-PCM con la TFG medida mediante DTPA (46). Otras alternativas utilizadas han sido el empleo de las fórmulas de CG-PCI y CG-40% (47). La fórmula de Salazar Corcorán fue diseñada para la población obesa; sin embargo, ha sido criticada por no haber sido suficientemente validada en estos pacientes (48).

El incremento en los índices de obesidad se ha acompañado de un aumento proporcional en la prevalencia de enfermedades crónico degenerativas como hipertensión arterial sistémica, diabetes mellitus, cardiopatía isquémica y enfermedad renal crónica (49). Aún en ausencia de comorbilidades, la obesidad incrementa el riesgo y progresión de la ERC. Múltiples mecanismos han sido descritos: disregulación endócrina del tejido adiposo, incremento en la producción y resistencia a la insulina, hiperlipidemia, estrés oxidativo, inflamación crónica y sobre activación del eje renina-angiotensina-aldosterona (50). Se ha propuesto la cirugía bariátrica como opción para la prevención del desarrollo de estas comorbilidades y su progresión.

La principal limitación de nuestro estudio es el hecho de no haber medido directamente la TFG en nuestra población para así comparar el desempeño de las distintas fórmulas basadas en creatinina. Otras limitaciones del estudio son su carácter retrospectivo y el hecho de no contar con la determinación de proteinuria en la totalidad de

pacientes. Es necesario el desarrollo de métodos que permitan una mejor evaluación de la función renal en el paciente obeso, así como su asociación con desenlaces cardiovasculares.

13. Conclusiones

- A diferencia de las fórmulas estandarizadas, aquellas que se ajustan a variables antropométricas demuestran un descenso en la TFGe, similar a lo descrito en los estudios donde se ha medido TFG.
- Es necesaria la implementación de ecuaciones que contemplen a población con obesidad mórbida.
- En pacientes obesos mórbidos, la derivación gastroyeyunal se asocia a mejoría significativa en parámetros clínicos, bioquímicos y antropométricos.

14. Referencias

1. World Health Organization: Obesity and Overweight.
2. Flegal KM, Kruszon-Moran D, Carroll MD, Fryar CD, Ogden CL. Trends in obesity among adults in the United States, 2005 to 2014. *JAMA*. 2016 Jun 7;315(21):2284-91
3. Finkelstein E, Khavjou O, Thompson H, Trogdon J, Pan L, y cols. Obesity and severe obesity forecast through 2030. *Am J Prev Med* 2012. 42(6):563-570
4. Blair SN, Brodney S. Effects of physical inactivity and obesity on morbidity and mortality: current evidence and research issues. *Med Sci Sports Exerc* 1999; 31: S646-S662
5. Hall JE, Jones DW, Kuo JJ et al. Impact of the obesity epidemic on hypertension and renal disease. *Curr Hypertens Rep* 2003; 5: 386-392
6. Kambham N, Markowitz GS, Valeri AM et al. Obesity related glomerulopathy: an emerging epidemic. *Kidney Int* 2001; 59:1498-1509
7. Gelber RP, Kurth T, Kausz AT, y cols. Association between body mass index and CKD in apparent healthy men. *Am J Kidney Dis* 46:871-880, 2005.
8. Adams TD, Gress RE, Smith SC, y cols. Long- term mortality after gastric bypass surgery. *N Engl J Med*. 2007;357:753-761.
9. Chagnac A, Weinstein T, Korzets A, y cols. Glomerular hemodynamics in severe obesity. *Am J Physiol Renal Physiol* 278:F817-F822, 2000.
10. Chagnac A, Herman M, Zingerman B, y cols. Obesity induced glomerular hyperfiltration: its involvement in the pathogenesis of tubular sodium reabsorption. *Nephrol Dial Transplant* 23:3946-3952, 2008.
11. Cignarelli M, Lamacchia O. Obesity and kidney disease. *Nutr Metab. Cardiovasc Dis* 2007; 17: 757-762.
12. Gastrointestinal surgery for severe obesity: National Institutes of Health Consensus Development Conference Statement. *Am J Clin Nutr*. 1992;55(2 suppl):615S-619S.
13. Abraham A, Ikramuddin S, Jahansouz C, y cols. Trends in bariatric surgery: procedure selection, revisional surgeries, and readmissions. *Obes Surg*.
<http://dx.doi.org/10.1007/s11695-015-1974-2>, accessed March 6, 2016.
14. Adams TD, Gress RE, Smith SC, y cols. Long term mortality after gastric bypass surgery. *N Engl J Med*. 2007;357:753-761.

15. Agrawal V, Khan I, Rai B, y cols. The effect of weight loss after bariatric surgery on albuminuria. *Clin Nephrol.* 2008;70:194–202
16. Navaneethan SD, Yehnert H, Moustarah F, y cols. Weight loss interventions in chronic kidney disease: a systematic review and meta-analysis. *Clin J Am Soc Nephrol.* 2009;4:1565–1574.
17. Chang AR, Chen Y, Still C, y cols. Bariatric surgery is associated with improvement in kidney outcomes. *Kidney Int.* 2016;90:164–171.
18. Li K, Zou J, Ye Z, Di J, Han X, Zhang H, y cols. (2016) Effects of Bariatric Surgery on Renal Function in Obese Patients: A Systematic Review and Meta Analysis. *PLoS ONE* 11(10): e0163907.
19. Cockcroft DW, Gault MH: Prediction of creatinine clearance from serum creatinine. *Nephron* 1976;16:31–41.
20. Levey AS, Bosch JP, Lewis JB, Greene T, Rogers N, Roth D. A more accurate method to estimate glomerular filtration rate from serum creatinine: a new prediction equation. Modification of Diet in Renal Disease Study Group. *Ann Intern Med* 1999;130:461–470.
21. Levey AS, Stevens LA, Schmid CH, y cols. A new equation to estimate glomerular filtration rate. *Ann Intern Med* 150:604-612, 2009
22. Jelliffe RW. Creatinine clearance: bedside estimate (letter). *Ann Intern Med* 1973;79:604-5.
23. Salazar DE, Corcoran GB. Predicting creatinine clearance and renal drug clearance in obese patients from estimated fat-free body mass. *Am J Med* 1988; 84: 1053–1060.
24. Ozmen S, Kaplan MA, Kaya H, Akin D, Danis R, Kizilkan B, y cols. Role of lean body mass for estimation of glomerular filtration rate in patients with chronic kidney disease with various body mass indices. *Scand J Urol Nephrol* 2009; 43: 171–176.
25. Ogden CL, Fryar CD, Carroll MD, y cols. Mean body weight, height, and body mass index, United States. 1960-2002. *Adv Data* 347:1-17, 2004
26. Friedman AN, Moe S, Fadel WH, y cols. Predicting the glomerular filtration rate in bariatric surgery patients. *Am J Nephrol.* 2014;39:8–15.

27. Tamboli RA, Hossain HA, Marks PA, Eckhauser AW, Rathmacher JA, Phillips SE, y cols. Body composition and energy metabolism following Roux en Y gastric bypass surgery. *Obesity (Silver Spring)* 2010; 18: 1718 – 1724.
28. Bailey BJ, Briars GL. Estimating the surface area of the human body. *Stat Med* 1996;15: 1325–1332.
29. Stevens LA, Coresh J, Greene T, Levey AS. Assessing kidney function measured and estimated glomerular filtration rate. *N Engl J Med* 2006; 354: 2473 – 2483.
30. Brochner-Mortensen J, Rickers H, Balslev I. Renal function and body composition before and after intestinal bypass operation in obese patients. *Scand J Clin Lab Invest.* 1980;40:695–702.
31. Chagnac A, Weinstein T, Herman M, y cols. The effects of weight loss on renal function in patients with severe obesity. *J Am Soc Nephrol.* 2003;14:1480–1486.
32. Lieske JC, Collazo-Clavell ML, Sarr MG, y cols. Gastric bypass surgery and measured and estimated GFR in women. *Am J Kidney Dis.* 2014;64:663–665.
33. Navarro-Diaz M, Serra A, Romero R, y cols. Effect of drastic weight loss after bariatric surgery on renal parameters in extremely obese patients: long term follow up. *J Am Soc Nephrol.* 2006;17(12 suppl 3):S213–S217.
34. Serpa Neto A, Bianco Rossi FM, Dal Moro Amarante R, y cols. Effect of weight loss after Roux-en-Y gastric bypass, on renal function and blood pressure in morbidly obese patients. *J Nephrol.* 2009;22:637–646.
35. Saliba J, Kasim NR, Tamboli RA, et al. Roux en Y gastric bypass reverses renal glomerular but not tubular abnormalities in excessively obese diabetics. *Surgery.* 2010;147:282–287.
36. Lieske JC, Collazo-Clavell ML, Sarr MG, y cols. Gastric bypass surgery and measured and estimated GFR in women. *Am J Kidney Dis.* 2014;64:663–665.
37. Coresh J, Selvin E, Stevens LA, Manzi J, Kusek JW, Eggers P, Van Lente F, Levey AS: Prevalence of chronic kidney disease in the United States. *JAMA* 2007;298:2038–2047.
38. De Boer IH, Katz R, Fried LF, Ix JH, Luchsinger J, Sarnak MJ, y cols. Obesity and change in estimated GFR among older adults. *Am J Kidney Dis* 2009; 54: 1043 – 1051.

39. Bird NJ, Peters C, Michell AR, Peters AM. Reliability of the MDRD method for estimating glomerular filtration rate in relation to gender, body mass index and extracellular fluid volume. *Eur J Clin Invest*. 2008; 38: 486 – 493.
40. Clerte M, Wagner S, Carette C, y cols. The measured glomerular filtration rate (mGFR) before and 6 months after bariatric surgery: A pilot study. *Nephrol Ther*. 2017 May;13(3):160-167
41. Von Scholten B, Persson F, Svane M, y cols. Effect of large weight reductions on measured and estimated kidney function. *BMC Nephrology* (2017) 18:52
42. Delanaye P, Radermecker RP, Rorive M, De pas G, Krzesinski JM: Indexing glomerular filtration rate for body surface area in obese patients is misleading: concept and example. *Nephrol Dial Transplant*. 2005; 20: 2024– 2028.
43. Levey AS, Kramer H. Obesity, glomerular hyperfiltration, and the surface area correction. *Am J Kidney Dis* 2010;56:255–258.
44. Dulloo AG, Jacquet J, Solinas G, Montani JP, Schutz Y. Body composition phenotypes in pathways to obesity and the metabolic syndrome. *Int J Obes (Lond)* 2010; 34 (Suppl2):S4 – S17.
45. Gault MH, Longerich LL, Harnett JD, Wesolowski C. Predicting glomerular function from adjusted serum creatinine. *Nephron* 1992; 62: 249–256.
46. Lim WH, Lim EM, McDonald S. Lean body mass adjusted Cockcroft and Gault formula improves the estimation of glomerular filtration rate in subjects with normal range serum creatinine. *Nephrology (Carlton)* 2006; 11: 250–256.
47. Green B, Duffull SB: What is the best size descriptor to use for pharmacokinetic studies in the obese? *Br J Clin Pharmacol* 58:119-133, 2004.
48. Demirovic JA, Pai AB, Pai MP. Estimation of creatinine clearance in morbidly obese patients. *Am J Health Syst Pharm*. 2009; 66: 642 – 648.
49. Garofalo C, Borrelli S, Minutolo R, Chiodini P, De Nicola P y cols. A systematic review and meta-analysis suggests obesity predicts onset of chronic kidney disease in the general population. *Kidney International* (2017) 91, 1224–1235.
50. Kovedsky C, L Furth S, Zoccali C. Obesity and kidney disease: hidden consequences of the epidemic. *Clin Kidney J*. 2017 Feb;10(1):1-8.