



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
UNIDAD MÉDICA DE ALTA ESPECIALIDAD HOSPITAL DE PEDIATRÍA "DR.
SILVESTRE FRENK FREUND" CENTRO MÉDICO NACIONAL SIGLO XXI

TÍTULO:

**CORRELACION DEL IMC Y LA FUNCION RENAL EN ESCOLARES Y
ADOLESCENTES CON SOBREPESO Y OBESIDAD**

TESIS PARA OBTENER
EL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN:

ENDOCRINOLOGIA PEDIATRICA

TESISTA:

Dra. Merly Jisset Bustillo Barrios

TUTORES DE TESIS:

Dra. Eulalia Piedad Garrido Magaña
Especialista en Endocrinología Pediátrica
Departamento de Endocrinología UMAE Pediatría CMN SXXI

Dra. Claudia del Carmen Zepeda Martínez
Especialista en Nefrología Pediátrica
Departamento de Nefrología UMAE Pediatría CMN SXXI

Ciudad de México, 2020



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
UNIDAD MÉDICA DE ALTA ESPECIALIDAD HOSPITAL DE PEDIATRÍA "DR.
SILVESTRE FRENK FREUND" CENTRO MÉDICO NACIONAL SIGLO XXI

**CORRELACION DEL IMC Y LA FUNCION RENAL EN ESCOLARES Y
ADOLESCENTES CON SOBREPESO Y OBESIDAD**

Esta investigación fue realizada con autorización del Comité Nacional de
Investigación y Ética en salud, con el número de registro:

R-2020-3603-022

Dra. Eulalia Piedad Garrido Magaña

Presidente

Dra. Julia Rocío Herrera Márquez

Secretaria

Dra. Aleida de Jesús Rivera Hernández

Vocal

DICTAMEN DE APROBACIÓN

4/6/2020

SIRELCIS



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
DIRECCIÓN DE PRESTACIONES MÉDICAS



Dictamen de Aprobado

Comité Local de Investigación en Salud **3603**.
HOSPITAL DE PEDIATRIA, CENTRO MEDICO NACIONAL SIGLO XXI

Registro COFEPRIS 17 CI 09 015 042

Registro CONBIOÉTICA CONBIOETICA 09 CEI 032 2017121

FECHA Jueves, 04 de junio de 2020

Dra. Eulalia Piedad Garrido Magaña

PRESENTE

Tengo el agrado de notificarle, que el protocolo de investigación con título **CORRELACION DEL IMC Y LA FUNCION RENAL EN ESCOLARES Y ADOLESCENTES CON SOBREPESO Y OBESIDAD** que sometió a consideración para evaluación de este Comité, de acuerdo con las recomendaciones de sus integrantes y de los revisores, cumple con la calidad metodológica y los requerimientos de ética y de investigación, por lo que el dictamen es **APROBADO**:

Número de Registro Institucional

R-2020-3603-022

De acuerdo a la normativa vigente, deberá presentar en junio de cada año un informe de seguimiento técnico acerca del desarrollo del protocolo a su cargo. Este dictamen tiene vigencia de un año, por lo que en caso de ser necesario, requerirá solicitar la reaprobación del Comité de Ética en Investigación, al término de la vigencia del mismo.

ATENTAMENTE

Dra. Rocío Cárdenas Navarrete
Presidente del Comité Local de Investigación en Salud No. 3603

[Imprimir](#)

IMSS

SEGURIDAD Y SOLIDARIDAD SOCIAL

INDICE

RESUMEN	6
ANTECEDENTES	8
JUSTIFICACION	19
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	20
PREGUNTA DE INVESTIGACION	20
HIPOTESIS GENERAL	21
HIPOTESIS ESPECIFICAS	21
OBJETIVO GENERAL	22
OBJETIVOS ESPECIFICOS	22
MATERIAL Y METODOS	23
VARIABLES	24
DESCRIPCION GENERAL DEL ESTUDIO	27
ANALISIS ESTADISTICO	28
RESULTADOS	29
DISCUSION	39
CONCLUSIONES	45
BIBLIOGRAFIA	46

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la fuerza y permitirme llegar a este momento tan importante en mi vida.

A mis Padres Jorge y Carmen, por darme todo su apoyo, a ustedes les debo lo que soy, por brindarme la mejor herencia que un padre puede darle a un hijo: la educación, solo pido a Dios que me ayude a retribuirles todo el sacrificio que han hecho por mí.

A mis hermanos James y Kelly, a mis sobrinas hermosas Valery y Marianna, a mi madrina Lesvia, gracias por su apoyo que hicieron que este camino fuera más fácil.

A mis amigos y compañeros de residencia, que se convirtieron en mi familia, gracias por todo su cariño, y por hacerme sentir como en casa.

A mi asesora de tesis Dra. Eulalia Garrido, gracias por su tiempo, dedicación, paciencia y orientación durante este proyecto.

A mi novio Abel José, gracias por tu apoyo incondicional, por ser mi soporte en momentos difíciles, por compartir conmigo este logro.

Para finalizar a mi gran amigo Mario, por ser mi hermano en esta aventura de nombre residencia, ser mi confidente, creer en mí y acompañarme en todo momento, pero sobre todo a compartir los rayos de cada tormenta.

A este lindo país México, gracias por brindarme la oportunidad de cumplir mis metas.

RESUMEN

ANTECEDENTES: La obesidad infantil es una epidemia mundial, la cual se ha triplicado en las últimas tres décadas. En la actualidad uno de cada cinco niños y adolescentes en países industrializados, tiene sobrepeso u obesidad. La obesidad produce efectos adversos a largo plazo en la morbilidad y la mortalidad, dentro de estas los problemas renales han cobrado mayor interés durante los últimos años, por el incremento del riesgo de presentar enfermedad renal crónica en la etapa adulta.

OBJETIVO GENERAL Determinar la correlación entre IMC y alteraciones en la función renal en escolares y adolescentes con sobrepeso y obesidad.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar la frecuencia de alteraciones en el filtrado con TFG_e combinada por cistatina C-creatinina en escolares y adolescentes con sobrepeso y obesidad.
- Determinar la correlación de los niveles séricos de marcadores de la función renal (creatinina, cistatina C, urea, nitrógeno ureico) e IMC en escolares y adolescentes con sobrepeso y obesidad.
- Identificar la frecuencia de microalbuminuria y proteinuria en escolares y adolescentes con sobrepeso y obesidad.
- Describir la frecuencia y correlación del tamaño renal $>Pc\ 95$ e IMC en escolares y adolescentes con sobrepeso y obesidad.
- Identificar los factores cardio metabólicos más frecuentes en los pacientes con alteración en la función renal por TFG_e combinada de cistatina y creatinina.

MATERIAL Y METODOS: Estudio observacional, clínico, transversal, analítico, que se realizó en la consulta externa del servicio de Endocrinología Pediátrica del Hospital de Pediatría “Dr. Silvestre Frenk Freud” Centro Médico Nacional Siglo XXI, se incluyeron pacientes de edades entre 6 a 16 años, de ambos sexos, con diagnóstico de sobrepeso ($IMC \geq 85$) y obesidad ($IMC \geq 95$). Se tomaron medidas antropométricas, tensión arterial, toma de muestra sérica para medición de química

sanguínea, perfil de lípidos, cistatina C, y recolección de orina de 24 horas para determinación de proteinuria, microalbuminuria, depuración de creatinina, y ultrasonido renal.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO: De acuerdo con la distribución de nuestra población los datos se expresaron en media, mediana, DE, mínimo y máximo, frecuencias simples y porcentajes, para determinar la asociación entre IMC y función renal se utilizó correlación de Pearson.

RESULTADOS: Se incluyeron 82 pacientes, 23 de sobrepeso y 59 de obesidad, edad media de 11.8 ± 2.7 años. Se presentó una correlación positiva leve del IMC con creatinina $r=0.303$ $p < 0.05$ y cistatina C de $r=0.341$ $p < 0.05$ respectivamente. El coeficiente de correlación del IMC y creatinina sérica en el total de los pacientes correlacionó en forma positiva leve (r 0.303 $p < 0.05$), y negativa leve con TFG_e por CKD-EPI (r -0.376 $p < 0.05$).

CONCLUSIONES: Los escolares y adolescentes con sobrepeso y obesidad presentan correlación positiva baja entre el IMC y la función renal con los parámetros bioquímicos de cistatina y creatinina sérica. TFG estimada por cistatina y creatinina (CKD-EPI) presentan una correlación negativa baja. El Tamaño renal $>$ pc 95 se identificó con mayor frecuencia en el grupo de pacientes con obesidad en forma unilateral en 27.1%, bilateral en 14% y correlacionó positivamente en forma moderada con IMC.

ANTECEDENTES

En México según los resultados en la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2016, la prevalencia combinada de sobrepeso y obesidad en la población en edad escolar fue de 33.2%, donde el 17.9% corresponde a sobrepeso y el 15.3% a obesidad, se observó una mayor proporción de obesidad en los niños 18.3% en comparación con las niñas 12.2%. La prevalencia combinada de sobrepeso y obesidad en la población adolescente fue de 36.3%, 1.4 puntos porcentuales superior a la reportada en 2012 (34.9%), donde el 22.4 % corresponde a sobrepeso y el 13.9% a obesidad (ENSANUT 2016).¹

De acuerdo con la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), uno de cada 6 niños presenta obesidad y sobrepeso. A pesar de las políticas implementadas en los países de la OCDE durante varios años, la cantidad de jóvenes de 15 años que reportan tener sobrepeso u obesidad ha aumentado de manera constante desde el año 2000 en la mayoría de los países. ²

La obesidad se define como una enfermedad sistémica, crónica, inflamatoria y recurrente, no exclusiva de los países económicamente desarrollados, caracterizada por una acumulación anormal o excesiva de grasa corporal, con riesgo de complicaciones a nivel sistémico. Se ha sugerido que la obesidad es un proceso de programación multifactorial, dado por un desequilibrio energético ocasionado por una alta ingesta de energía y un bajo gasto influenciado por factores genéticos, alimentarios y ambientales. Aunque existen causas patológicas asociadas al aumento de peso, estas son poco frecuentes y representan menos del 3% de los casos de obesidad. Por lo que predominan factores prenatales, biológicos, psicológicos, sociales, culturales, de política pública y personales relacionadas al estilo de vida. ³

Niños y adolescentes mayores de 2 años son diagnosticados con sobrepeso si el IMC es mayor del percentil 85 pero menor que el percentil 95 y obesidad si el IMC ≥ 95 por edad y género en base a las tablas CDC del año 2000. En niños menores de 2 años se diagnostica obesidad si el peso para la talla es mayor del percentil 97.7 de los estándares de crecimiento de la OMS. La obesidad extrema se define

como un IMC mayor al 120% del percentil 95 o $\geq 35 \text{ kg/m}^2$. Una propuesta reciente sugiere redefinir este estado como obesidad tipo 2. Se ha propuesto obesidad pediátrica tipo 3 pero aún no ha sido totalmente aceptado correspondiente a un IMC mayor 140% del percentil 95 o $\geq 40 \text{ kg/m}^2$. La obesidad tipo 2 y 3 está aumentando significativamente en las niñas de todas las edades, más claramente entre 6 y 11 años, y en niños entre 12 y 19 años.^{4,5}

La obesidad infanto-juvenil constituye un factor de riesgo para el desarrollo a corto plazo (infancia y adolescencia) y a largo plazo (vida adulta), de complicaciones ortopédicas, respiratorias, cardiovasculares, digestivas, dermatológicas, neurológicas, endocrinas, renales, ciertas formas de cáncer y en general una menor esperanza de vida. La obesidad infantil tiende a perpetuarse en la edad adulta produciendo alteraciones en el metabolismo de los hidratos de carbono y en el perfil de los lípidos plasmáticos, favoreciendo el desarrollo de hipertensión arterial y el desarrollo precoz de la aterogénesis. La obesidad durante la adolescencia aumenta el riesgo de síndrome metabólico (SM) y la mortalidad cardiovascular en la vida adulta.⁶

COMPLICACIONES DE LA OBESIDAD INFANTIL	
Neurológico	Hipertensión intracraneal
Cardiovascular	Dislipidemia, hipertensión, coagulopatía, inflamación crónica, disfunción endotelial.
Endocrinológico	Diabetes Mellitus tipo 2, pubertad precoz, hipogonadismo, síndrome de ovario poliquístico.
Renal	Glomeruloesclerosis
Musculoesquelético	Epifisiólisis, Enfermedad de Blount, fracturas.
Pulmonar	Apnea del sueño, asma
Gastrointestinal	Colelitiasis, esteatosis hepática.
Psicosocial	Depresión, trastornos alimentarios.

La mayor parte de las complicaciones metabólicas y cardiovasculares de la obesidad están estrechamente relacionadas con la presencia de hiperinsulinemia y de resistencia a la insulina. ⁶

Trastornos del metabolismo de la glucosa.

En poblaciones pediátricas obesas la existencia de estados de resistencia a la insulina pueden ser el punto de partida para el desarrollo posterior de diabetes tipo 2 y/o síndrome metabólico. La resistencia a la insulina a nivel celular ocurre en múltiples tejidos y resulta en un incremento de la liberación de glucosa de origen hepático y una captación disminuida a nivel muscular y del tejido graso. ⁶

Las determinaciones basales de glucemia, insulinemia y los índices HOMA y QUICKI no han permitido discriminar adecuadamente todos los niños y adolescentes obesos con intolerancia a la glucosa. Sin embargo, los índices de resistencia a la insulina fueron los mejores predictores de las concentraciones plasmáticas de glucemia a las 2 h del TTOG (test de tolerancia oral a la glucosa). ⁶

Estos resultados llevan a seguir recomendando la realización del TTOG en el diagnóstico y el seguimiento de las poblaciones obesas mientras no se disponga de otros parámetros bioquímicos más específicos y con mejor capacidad para discriminar los estados de intolerancia a la glucosa. ⁶

Síndrome metabólico.

En la actualidad está bien establecido que la asociación de la obesidad con el SM y el riesgo cardiovascular no depende exclusivamente del grado de obesidad, sino que se encuentra muy estrechamente relacionado con el patrón corporal de distribución grasa y con el contenido de grasa abdominal (adiposidad central). Por este motivo, recientemente la Asociación Americana de Cardiología y la Federación Internacional de Diabetes recomiendan estimar indirectamente su contenido mediante la medición del perímetro de la cintura en aquellos pacientes pediátricos y adolescentes con riesgo de insulinoresistencia e incluirla como criterio imprescindible para diagnosticar el SM en la edad pediátrica, ya que el IMC es un indicador poco sensible para evaluar la distribución grasa y que la sensibilidad a la insulina en los niños y adolescentes obesos y con un IMC similar se encuentra

significativamente más reducida en aquellos que tienen un mayor contenido de grasa visceral. ⁷

Obesidad y efecto sobre la función renal.

Se han descrito diversos cambios fisiopatológicos a nivel glomerular que ocurren en la obesidad, tanto en humanos como en modelos animales. Estos cambios incluyen hipertrofia glomerular, hiper celularidad leve, y ensanchamiento variable de las regiones mesangiales, lo cual es un importante mecanismo patogénico para la presencia de esclerosis glomerular focal y segmentaria. ⁸.

Hipertrofia glomerular

Numerosos estudios morfométricos, estudiaron los factores relacionados a el tamaño glomerular, usando autopsias o biopsias de riñones enfermos y no enfermos. Se ha observado de manera consistente en muchos de estos estudios que el tamaño corporal, especialmente definido por el IMC es uno de los factores determinantes para el tamaño glomerular. En sujetos obesos, el tamaño glomerular es mayor, inclusive en ausencia de aparente enfermedad o lesión renal. La hipertrofia glomerular en la obesidad se puede atribuir a los cambios compensatorios, que acompañan a la hiperfiltración glomerular. ^{9,10}

Hipertrofia tubular

Se han hecho algunos estudios que evalúan las alteraciones estructurales en los túbulos renales, asociados con obesidad. Análisis morfométricos pueden ser obstaculizados por la estructura compleja de los túbulos renales. Un estudio de biopsia de pacientes obesos con proteinuria encontró en un corte transversal del área tubular proximal, que las células epiteliales fueron 33% más grandes y en el lumen del túbulo proximal 54% más grande que en pacientes no obesos con proteinuria. ^{9,10}

Cambios hemodinámicos

Es conocido que los cambios intrarenales hemodinámicos son característicos de la obesidad. Experimentos previos en animales, y estudios intervencionistas en pacientes obesos han demostrado que el flujo renal plasmático y la tasa de filtración glomerular están incrementados en la obesidad. Una dilatación de las arteriolas

aferentes glomerulares conlleva a un incremento de la filtración glomerular, sin embargo, este círculo vicioso entre el incremento de la reabsorción de sal en los túbulos y la hiperfiltración glomerular permanece incierto, estas alteraciones renales hemodinámicas, constituyen la base fisiopatológica más importante de las anormalidades renales de la obesidad.^{10,11 12}

Resistencia a la insulina y lesión renal

La hiperinsulinemia sérica es un reflejo de la reducción a la sensibilidad a la insulina en tejidos periféricos, incluyendo tejido renal, siendo este el pivote de la fisiopatología del daño. La insulina a nivel del túbulo renal en condiciones normales tiene un efecto antidiurético, incrementando la reabsorción de sodio, sin afectar la TFG (tasa filtrado glomerular), el flujo plasmático renal, la carga filtrada de glucosa y los niveles plasmáticos de aldosterona. En estudios experimentales, se ha observado que la insulina parece que aumenta ligeramente el filtrado glomerular, posiblemente debido a un efecto vasodilatador directo. Más recientemente se ha demostrado una relación entre TFG y una sensibilidad reducida a la insulina; en pacientes muy obesos la alta TFG puede ser el resultado de un aumento en la diferencia de presión transcáptica. La hiperinsulinemia también parece estar relacionada con un aumento directo y selectivo en la tasa de excreción de albúmina urinaria en los pacientes con DM2. Asimismo, la insulina interfiere con el sistema renina-angiotensina-aldosterona, incrementando su actividad, independientemente de la concentración de sodio y el volumen. Por otro lado, la insulina también aumenta los efectos de la angiotensina II sobre las células mesangiales, lo que contribuye a la hipertensión, aumento de la presión intraglomerular empeoramiento la proteinuria, e induciendo producción de citocinas inflamatorias intrarrenales y factores de crecimiento, así como la apoptosis.^{13,14,15}

Así mismo, se ha determinado que la insulina per se puede promover la proliferación de células mesangiales y la producción extracelular de proteínas de la matriz, alterando el intersticio y la membrana basal de colágenos por las células mesangiales.¹⁴

Depósito de componentes lipídicos

La acumulación de componentes lipídicos en las células, originalmente una función vital para el almacenamiento de energía intracelular, esta aumentada en la obesidad. Numerosos experimentos in vivo e in vitro han sugerido una asociación entre la acumulación intrarenal de lípidos y la lesión renal. Un estudio reciente demostró que el grado de acumulación de triglicéridos en la corteza renal humana se correlaciona con el IMC. ^{14,15,16}

Evaluación de la función renal

La TFG, ofrece una excelente medición de la capacidad de filtrado de los riñones y es considerado el mejor índice de función renal. El aclaramiento de inulina ha sido por mucho tiempo el gold estándar de medición de la TFG, pero es un procedimiento costoso, difícil de ejecutar. Varias fórmulas se han empleado para la medición estimada de la tasa de filtración glomerular, la más usada en la población adulta es la de Cockcroft-Gault (CG) y en la población pediátrica la fórmula de Schwartz. ¹⁷

La fórmula de Schwartz estima TFG usando las concentraciones de creatinina y la talla, esta se conoce sobreestima la tasa estimada de filtración glomerular, en comparación con el aclaramiento de inulina. ¹⁸

La cistatina C ha sido identificada como un nuevo y prometedor marcador para la pronta detección del daño renal precoz, más sensible que la creatinina. Ésta es producida por todas las células nucleadas a un nivel constante, filtrada libremente por el glomérulo y casi completamente reabsorbida y degradada, pero no secretada, por las células tubulares proximales. Sin embargo, su producción no se ve afectada por la edad, por el sexo o por la masa muscular. La cistatina C está correlacionada de forma muy importante con medidas seriadas del FG por infusión intravenosa de un marcador exógeno (iotalamato). La terapia con altas dosis de corticoides, la disfunción tiroidea, las neoplasias y la infección por el virus de la inmunodeficiencia humana (VIH) pueden alterar los valores de cistatina C. ^{18,19}

Numerosos estudios han encontrado que la cistatina C es un mejor marcador de la TFG que la creatinina. Hallazgos recientes sugieren que la cistatina C esta independientemente asociada con la obesidad, IMC y circunferencia abdominal. ¹⁹

Roos et al, compararon 24 estudios de cistatina C y Creatinina, que involucraban un total de 2007 participantes. Se reporto intervalo de confianza de 95%, y de acuerdo con el modelo de regresión lineal de Moses-Littenberg, la cistatina C fue más precisa como indicador de disfunción renal, comparada con la creatinina. [cistatina C: 3.99 (3.41-4.57) versus Cr: 2.79 (2.12-3.4)].^{18,19}

Hay un número creciente de estudios que investigan la tasa estimada de filtración glomerular (TFGe) y los niveles de Cistatina C.¹⁹

Miliku et al, compararon la relación entre la composición corporal y la tasa estimada de filtración glomerular calculada con la cistatina C y la creatinina, encontraron que la TFGe estaban influenciadas por el IMC y el contenido de masa libre de grasa. La talla, peso, IMC y superficie corporal se correlacionaron positivamente con los niveles de creatinina y cistatina C, con fuertes coeficientes para las concentraciones de creatinina.²⁰

La Cistatina C se afecta menos con la masa muscular y la dieta comparada con la creatinina, y debería usarse en lugar de la creatinina para una medida más precisa de la tasa de filtración glomerular.²⁰

Correia-Costa et al, evaluaron 163 pacientes con peso normal y 150 con sobrepeso y obesidad, entre los 8 y 9 años, compararon TFGe, aclaramiento renal, Creatinina, niveles de cistatina C, los resultados mostraron que los pacientes con sobrepeso y obesidad tenían niveles bajos de TFGe, usando varias fórmulas, excepto cuando se usó el aclaramiento renal y la fórmula de Schwartz.²¹

En un estudio por Servais et al, en 925 pacientes con dislipidemia, niveles de cistatina C estaban significativamente incrementados, en pacientes con síndrome metabólico en comparación con los que no lo tenían (0.86 ± 0.23 vs 0.79 ± 0.20 mg/L, $p < 0.0001$), se correlacionó con la dislipidemia ($p < 0.001$).²²

Salman, et al, estudiaron 108 pacientes con obesidad y 46 sujetos sanos, con edades de 6 a 18 años, se midieron niveles séricos de cistatina, creatinina, proteinuria en 24 horas, aclaramiento de creatinina, y TFG fueron evaluados en ambos grupos. TFG estimada fue calculada con la creatinina, cistatina C. En este estudio se encontró que los niveles de cistatina C fueron significativamente altos en

pacientes con síndrome metabólico ($p < 0.001$), y el análisis de Spearman mostró una correlación positiva, entre los niveles de cistatina C y colesterol total, triglicéridos y LDL, pero una correlación negativa con los niveles de HDL. Este resultado sugiere que la cistatina C es más preciso que la creatinina como biomarcador para detectar efectos negativos de la dislipidemia en la función renal de los niños obesos, especialmente en pacientes con síndrome metabólico.¹⁸

B. Falakaflaki, et al, (2012) realizaron estudio de casos y controles, para evaluar función en pacientes con peso normal y sobrepeso, incluyeron 92 pacientes entre 7 y 12 años, reportaron en sus resultados ninguna diferencia significativa en la TFG, albuminuria, calciuria, presión arterial y niveles de creatinina sérica entre ambos grupos.²³

Algunos investigadores pediátricos, han hecho comparaciones entre Cistatina C y creatinina, para predecir lesión renal. En 5 de 12 estudios realizados, se confirmó que la cistatina C fue significativamente más sensible, que la creatinina, pero en otros 5 estudios no encontraron ninguna diferencia estadísticamente significativa entre estos marcadores. En los dos estudios restantes, las comparaciones estadísticas no fueron realizadas. Un estudio reportó a la cistatina C, ser significativamente mejor que la creatinina, mientras que la creatinina no fue superior que la cistatina C en ninguno de estos 12 estudios.^{26,27}

Ecuaciones de estimación del filtrado glomerular

Dado que la medida del FG (filtrado glomerular) no es factible en la práctica diaria, se han desarrollado ecuaciones que tratan de obtener una estimación del FG a partir de la concentración sérica de creatinina, cistatina C o ambas y de variables como la edad, el sexo, la talla y la raza. En los últimos años, se han publicado numerosas ecuaciones resultado de la utilización de diferentes sustancias exógenas para la medida del FG, de los procedimientos de medida de creatinina y cistatina C, de las características clínicas de las poblaciones y de los modelos matemáticos utilizados en la generación de estas.^{26, 27}

Basadas en la concentración sérica de creatinina

Las más conocidas son la ecuación de Schwartz y la de Counahan-Barratt, que incluyen una constante (k) multiplicada por la talla y dividida por la concentración

sérica de creatinina. La diferencia entre las constantes de ambas ecuaciones es debida al uso de métodos distintos para valorar la creatinina y al procedimiento de referencia utilizado para medir el FG. Schwartz publicó, posteriormente, diferentes valores de la constante (k) para niños de distintas edades ya que la relación entre la masa muscular y la talla varía en función de la edad.²⁶

Durante más de 30 años se ha utilizado, de modo preferente, la ecuación de Schwartz. Debido a la gran variación entre laboratorios en cuanto al método de medida de creatinina, la constante (k) debía de ser adaptada localmente, aunque esta corrección no se ha realizado habitualmente.²⁶

Los métodos de medida de creatinina estandarizados, utilizados en la actualidad de forma mayoritaria por los laboratorios clínicos, producen resultados del orden de un 10 a un 20% inferiores respecto a los del método utilizado en la ecuación original dando lugar a una sobreestimación del 20 al 40% en el valor de FG si se utiliza esta ecuación.²⁶

Hay que tener en cuenta que las ecuaciones basadas en creatinina no deben utilizarse cuando la función renal no es estable, como sucede en el fracaso renal agudo, ni tampoco en niños con desviaciones importantes del índice de masa corporal, amputaciones, paraplejía, enfermedades musculares o neuromusculares y con malnutrición importante.²⁶

Basadas en la concentración sérica de cistatina C

Estas ecuaciones son más simples que las elaboradas a partir de creatinina debido a que no incluyen datos antropométricos. Algunas de ellas se han desarrollado a partir de población adulta y pediátrica y otras, como la de Grubb, Filler, Zappitelli o Schwartz, solo incluyen población infantil.^{26, 27}

Los diferentes procedimientos de medida, calibradores, poblaciones en la derivación de estas ecuaciones y modelos matemáticos usados en la generación de estas hacen que solo sean aplicables en aquellas poblaciones de características similares y que no se puedan usar de modo generalizado.^{26,27}

Filler, (ml/min/1,73 m²) $91,62 \times \text{CisC}^{-1,123}$

Grubb, (ml/min/1,73 m²) $84,69 \times \text{CisC}^{-1,680} \times 1,384$ (si edad < 14)

Zappitelli, (ml/min/1,73 m²) $75,94/CisC^{1,17} \times 1,2$ (si trasplante renal)

Schwartz, (ml/min/1,73 m²) $70,69 \times CisC^{-0,9}$

Las diferentes fórmulas de Cistatina C muestran consistentemente una variación entre la TFG medida y la TFG estimada con cistatina C en una magnitud de 20% a 30%. Estas fórmulas han sido ejecutadas de manera diferente en estudios subsecuentes que en los originales. Los factores que contribuyen a la variabilidad en la ejecución de las fórmulas de cistatina C no está bien comprendida. ²⁵

Filler et al, recomiendan el uso de las ecuaciones basadas en la cistatina C para la estimación del FG en niños, en lugar del uso de la ecuación de Schwartz que sobreestima el FG en pacientes con un FG bajo (< 20ml/min/1,73 m²). ²⁴

Se ha propuesto el uso de ecuaciones basadas en la medida conjunta de creatinina, cistatina C y variables como la edad, el sexo y la raza, ya que aumentan la exactitud y precisión en la estimación del FG. ³¹

Ajay P. Sharma et al, realizaron un estudio de un grupo de 240 pacientes, con edad media de 11.7 años, midieron TFG en pacientes con morfología renal anormal (19.5%), glomerulopatías (14.4%), uropatía obstructiva (13.4%), nefropatía por reflujo (13%), proteinuria (9.9%), nefropatía asociada a enfermedad oncológica (6.8%), y otras (23%). Para TFG menor de 60 y 90 ml/min/1.73m² la fórmula de Zappitelli-Cys y Zapittelli-CysCr tuvo 90% de sensibilidad para categorizar la TFG. Para TFG mayor a 135 y 150 ml/min/1.73 m², y tuvieron una mayor precisión en un 10-30% respectivamente en comparación con Tc99-DTPA. ⁴⁰

Actualmente no existe un acuerdo sobre qué ecuación basada en la medida de cistatina C es la más adecuada para la estimación del FG, debido en parte a la falta de estandarización del método de medida de la cistatina C y a la heterogeneidad de los estudios realizados. ³¹

Marcadores exógenos

Diversas sustancias, radioisotópicas y no radioisotópicas, pueden ser utilizadas para medir el filtrado glomerular. Entre estas la inulina, iotalamato, iohexol.

Los marcadores radioisótopos más utilizados son el ¹²⁵I-iotalamato, el ⁵¹Cr-ácido etilendiaminotetraacético (⁵¹Cr-EDTA) y el ^{99m}Tc-ácido dietilentriaminopentaacético.

Cada uno de ellos presenta diversas ventajas e inconvenientes, pero el hecho de ser sustancias radioactivas limita su uso en niños. La complejidad técnica y la incomodidad que representa para los pacientes el uso de marcadores exógenos determinan que no sean utilizados en la práctica clínica habitual y que sean relegados para aquellas circunstancias en que se requiera una medida exacta del FG como el ajuste de dosis de fármacos de elevada nefrotoxicidad. ²⁶

Alteraciones del ultrasonido renal

Muchos estudios sugieren que el tamaño y volumen renal está fuertemente relacionado con la talla, peso e IMC del paciente. Existen varios métodos para medir el tamaño renal incluyendo la Tomografía de abdomen, RMN, sin embargo, estos tienen desventajas como la exposición a radiación y alto costo. En comparación con el ultrasonido que es un método simple y seguro para evaluar el tamaño y volumen renal. ²⁷

Buchholz, et al, realizaron un estudio que incluyo 194 sujetos entre los 13 y 80 años, sin alguna enfermedad renal, evaluaron las dimensiones renales por ultrasonido y determinaron su correlación con la edad, sexo e IMC, el análisis estadístico revelo una fuerte correlación entre el tamaño renal y el IMC, y también mostro que el tamaño renal incremento de manera correspondiente con el IMC, solo en el caso del riñón izquierdo. ²⁷

Parmaksız, et al, estudiaron la relación entre IMC y tamaño renal, realizaron medición a través de ultrasonido renal en 368 pacientes entre 5 y 18 años de edad, divididos en grupos de sobrepeso, obesidad y peso normal. El tamaño renal fue mayor en el grupo de obesidad ($96.9 \pm 13.4\text{mm}$) y menor en el grupo control ($88.3 \pm 12.9\text{ mm}$). No se encontró diferencia significativa en el tamaño renal izquierdo y derecho, entre los grupos ($p = 0.073$).³²

Muchos estudios han mostrado que la longitud y volumen renal están altamente influenciados con el IMC. Por otro lado, pocos estudios han mostrado que no hay ninguna correlación. Así el factor más importante relacionado con el volumen renal es el IMC. ³⁰

JUSTIFICACION

La obesidad infantil es una epidemia mundial, con un continuo incremento en su prevalencia, la cual se ha triplicado en las últimas tres décadas. En la actualidad uno de cada cinco niños y adolescentes en países industrializados, tiene sobrepeso u obesidad, y la tasa de prevalencia ha aumentado aproximadamente en 10 % en la mayoría de los países desarrollados.

La obesidad produce efectos adversos a largo plazo en la morbilidad y la mortalidad. Se ha asociado con patologías cardiovasculares, hepáticas, renales y desordenes metabólicos en la etapa adulta. Los problemas renales han cobrado mayor interés durante los últimos años, por el incremento del riesgo de presentar enfermedad renal crónica en la etapa adulta.

Estas complicaciones representan a corto y largo plazo un alto costo para la salud pública, tan solo en 2008, el gasto de recursos para pacientes con complicaciones de obesidad fue de 42.000 millones de pesos, lo que representa el 13% de gasto total en salud de ese año, y para 2017 el gasto se estimó entre 78.000 y 101.000 millones de pesos. Además de los gastos que implica el tratamiento directamente de la patología de base, se engloba el costo indirecto por pérdida de productividad en pacientes en edad de trabajar, lo que se estimó en cifras similares a las comentadas previamente para 2017.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A pesar del creciente interés en las complicaciones de la obesidad en niños y adolescentes, las complicaciones renales no han sido suficientemente investigadas, no hay un consenso real de los parámetros que evalúan la función renal y el que mejor represente la verdadera función renal. La tasa de filtración glomerular es uno de los parámetros más importantes usados para determinar la función renal y este puede ser calculado por diferentes fórmulas. Este usualmente se usa utilizando la superficie corporal, sin embargo, puede dar resultados incorrectos, particularmente en niños obesos, los cuales tienen una superficie corporal mayor que los niños con peso normal. La cistatina C es un biomarcador recomendado para usar en el cálculo de la tasa de filtración glomerular, ya que tiene un peso molecular bajo y no depende de la masa muscular. La obesidad tiene un efecto deletéreo en la función renal por lo que determinar de manera temprana alteraciones a este nivel, disminuirá el riesgo de complicaciones graves.

PREGUNTA DE INVESTIGACION:

¿Cuál es la correlación entre el IMC y la función renal en escolares y adolescentes con sobrepeso y obesidad?

HIPÓTESIS GENERAL

Los pacientes con mayor IMC presentaran una correlación positiva con la tasa de filtrado glomerular, en pacientes escolares y adolescentes con sobrepeso y obesidad.

HIPOTESIS ESPECIFICAS

- La frecuencia de alteraciones en el filtrado glomerular se presentará del 10%-20% con la ecuación combinada con cistatina C y creatinina.^{9,40}
- Los niveles de cistatina presentaran una correlación positiva con el IMC en los pacientes con obesidad.
- La microalbuminuria y proteinuria se presentará en 8-10% en el grupo de obesidad.³⁷
- El tamaño renal >pc 95 correlacionará positivamente con IMC.
- Los factores cardiometabólicos más frecuentes en los pacientes con alteraciones renales serán la hipoalfalipoproteinemia y hipertrigliceridemia.

OBJETIVO GENERAL

Determinar la correlación entre IMC y la función renal en escolares y adolescentes con sobrepeso y obesidad.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar la frecuencia de alteraciones en el filtrado con TFG_e combinada por cistatina C-creatinina en escolares y adolescentes con sobrepeso y obesidad.
- Determinar la correlación de los niveles séricos de marcadores de la función renal (creatinina, cistatina C, urea, nitrógeno ureico) e IMC en escolares y adolescentes con sobrepeso y obesidad.
- Identificar la frecuencia de microalbuminuria y proteinuria en escolares y adolescentes con sobrepeso y obesidad.
- Describir la frecuencia y correlación del tamaño renal $>P_c 95$ e IMC en escolares y adolescentes con sobrepeso y obesidad.
- Identificar los factores cardio metabólicos más frecuentes en los pacientes con alteración en la función renal por TFG_e combinada de cistatina y creatinina.

MATERIAL Y METODOS

Tipo de estudio:

Se realizó un estudio observacional, transversal, descriptivo y analítico, en pacientes con sobrepeso y obesidad.

Lugar donde se realizará el estudio:

Unidad Médica de Alta Especialidad Hospital de Pediatría, Centro Médico Nacional, Dr. Silvestre Frenk Freud, servicio de Endocrinología Pediátrica.

Criterios de inclusión:

Edad de 6 a 16 años.

Sexo: masculino y femenino.

Con diagnóstico de sobrepeso ($IMC \geq 85$) y obesidad ($IMC \geq 95$) atendidos en el servicio de Endocrinología Pediátrica del Hospital de Pediatría “Dr. Silvestre Frenk Freud” Centro Médico Nacional Siglo XXI.

Criterios de exclusión:

Pacientes con patología tiroidea descontrolada y otras patologías como diabetes Mellitus, antecedente de neoplasias, tratamiento actual con esteroides o diuréticos.

Tamaño de muestra:

Se incluyeron a todos los pacientes que cumplieron con los criterios de selección de junio 2019 a marzo del 2020.

Para fines de aprendizaje se realizó cálculo de tamaño de muestra para correlación con una r de 0.40, de acuerdo con reporte de estudio realizado en pacientes pediátricos.²⁰ El cálculo se realizó con programa EpiDat versión 4.1, poder de $1-\beta$ 0.80 y $1-\alpha$ 95% obteniéndose una muestra de 47 pacientes.

VARIABLES

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE	UNIDAD DE MEDICION
Edad	Lapso en años que transcurre desde el nacimiento hasta el momento de referencia.	Edad al momento de realizar el estudio	Cuantitativa Continua	Años
Sexo	Condición de un organismo que distingue entre masculino y femenino.	De acuerdo con el sexo asignado al nacimiento.	Cualitativa Nominal	Femenino Masculino
VARIABLES INDEPENDIENTES				
IMC	Indicador que se utiliza para valorar el estado nutricional Cociente entre el peso en kilogramos y la talla en metros al cuadrado.	De acuerdo con CDC IMC ≥ 85 Sobrepeso IMC ≥ 95 Obesidad	Cualitativa ordinal	Sobrepeso Obesidad
VARIABLES DEPENDIENTES				
Tamaño renal	Percentil renal de acuerdo con longitud renal y talla del paciente determinado por Us renal.	De acuerdo Kidney Size in childhood. Sonographical growth charts Pediater Radiol 1985; 15:38-43.	Cualitativa Ordinal	Pc 5 Pc 50 Pc 95

Hipertensión arterial	Se define como el aumento de la presión arterial ≥ 95 correspondiente para la edad, sexo y la talla.	Se determinará hipertensión si presenta cifras tensionales mayor a la Pc 90. (anexo 4-5).	Cualitativa Dicotómica	Presente Ausente
Cistatina C	Proteína producida por las células nucleadas del cuerpo, la cual es libremente filtrada por los riñones.	Concentración sérica tomada en una sola determinación. VR: 0.58-0.92 mg/dl.	Cuantitativa Continua	mg/dl
Proteinuria	Presencia en orina de proteínas en una cantidad superior a la normal.	Concentración de proteínas mayor 4mg/m ² /h en orina recolectada en muestra de 24 horas.	Cuantitativa Continua	Mg/m ² /h
Microalbuminuria	Presencia de albumina en la orina.	Concentración de albúmina en orina entre 30-300 mg de muestra recolectada en 24 horas	Cuantitativa continua	mg/dl
Tasa de filtrado glomerular	Volumen de líquido filtrado desde los capilares glomerulares renales hacia la	Estimada por las fórmulas de Schwartz modificada:	Cuantitativa	Estadio1: TFG 90 - 119 ml/min/1.73 m ² Estadio 2: TFG $\geq$ 60–89 ml/min/1.73 m ²),

	cápsula de Bowman por unidad de tiempo.	$0.413 \times \text{Talla} /$ Creatinina sérica CKD-EPI: $141 \times$ $\min(\text{Scr}/k, 1) \alpha \times$ $\max(\text{Scr}/k, 1) -$ $1.209 \times$ $0.993 \text{Edad} \times$ $1.018 [\text{mujer}] \times$ $1.159 [\text{raza}$ negra]	Estadio 3: TFG 30–59 ml/min/1.73 m ²) Estadio 4 TFG 15– 29 ml/min/1.73 m ²) Estadio 5: TFG <15 ml/min/1.73 m ²) Hiperfiltración: TFG ≥ 120 ml/min/1.73 m
--	---	--	---

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ESTUDIO

1. Posterior a la autorización del Comité Local de Investigación con número de registro R-2020-3603-022 y Ética en Investigación en Salud (CLIEIS) del Hospital de Pediatría, CMN Nacional Siglo XXI, IMSS, se realizó un estudio observacional, analítico, descriptivo, transversal en pacientes con sobrepeso y obesidad, para el cual se evaluaron a un total de 82 pacientes que cumplieron los criterios de inclusión, sin distinción de género, quienes se contactaron en el área de consulta externa de endocrinología pediátrica Hospital de Pediatría, CMN Nacional Siglo XXI, IMSS, en el periodo de junio 2019 a Marzo 2020.
2. En su cita habitual, se realizó previa firma de consentimiento y asentimiento informado. Se realizó:
 - Medición de talla:
 - El paciente descalzo, sobre una superficie firme, con la cabeza en posición neutral con el canto externo del ojo al mismo nivel que la implantación superior del pabellón auricular (línea de Frankfort) Se tomó la medición en el punto más alto,
 - Medición de peso:

La determinación se tomó estando el paciente con la menor cantidad de ropa posible, salvaguardando siempre su pudor y de ser necesario se utilizará bata la cual se restará de su peso, con vejiga e intestinos vacíos y permanecer parado en el centro de la base de la báscula.
 - Determinación de tensión arterial:

Se sentó cómodamente 15-20 min, poniendo el brazo derecho apoyado y horizontal a la altura del corazón.

Se espero en esta posición 5 minutos.

El paciente no hablo durante la toma TA.

Hipertensión arterial, en población pediátrica, se definió como una PA sistólica y/o diastólica mayor o igual del percentil 95 (p95) para edad, sexo y percentil de talla. Las tablas de referencia utilizadas fueron las del National High Blood Pressure Education Program Working Group on High Blood Pressure in Children and Adolescents.

- Medición cintura: la medida se realizó con cinta métrica flexible al final de una espiración normal, con brazos relajados a cada lado, a la altura de la mitad entre el punto que se encuentra entre la parte inferior de la última costilla y la parte más alta de la cadera.
- En su cita habitual a laboratorio previo ayuno de 12 h se les realizó extracción de 5 ml de muestra sanguínea para medir química sanguínea, perfil de lípidos, HbA1c y Cistatina C.
- Se realizó recolección de orina de 24 horas con la siguiente técnica: en la mañana el día de la recolección, se descartó la primera orina, posteriormente se recolectó la orina durante 24 horas, para determinación de microalbuminuria, proteinuria, depuración de creatinina.
- Se realizó ultrasonido renal en el servicio de Imagenología y se percentiló la talla renal. De acuerdo con las gráficas de longitud y volumen renal con ultrasonografía. Dinkel E, et al. Pediatric Radiology 1985.
- Se capturó la información obtenida en hoja de recolección de datos

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se utilizó el programa IBM SPSS Statistics versión 25 para Windows. De acuerdo con la distribución de nuestra población los datos se expresaron en media, mediana, DE, mínimo y máximo, frecuencias simples y porcentajes para determinar la correlación entre IMC y la función renal se utilizó correlación de Pearson.

RESULTADOS

Descripción de la población.

Se incluyeron 82 pacientes que cumplieron los criterios de inclusión, edades comprendidas de 6 a 16 años, media de 11.8 ± 2.7 años, el género femenino represento el 47.6% (39) y masculino 52.4% (43). Se formaron 2 grupos de acuerdo con el Pc del IMC, grupo de sobrepeso (GSP) y obesidad (GOB).

Grupo de Sobrepeso

Formado de 6 escolares, edad media de 8.3 ± 1.36 años, peso de 38.7 ± 11.95 kg, talla de 133.3 ± 14.11 cm IMC 21.16 ± 4.02 kg/m² y 17 adolescentes edad media 13.2 ± 1.49 años peso 68.11 ± 10.06 kg, talla 154.1 ± 12.45 cm e IMC 24.3 ± 1.49 kg/m².

Grupo de obesidad

Se incluyeron 22 escolares con edad media de 8.7 ± 1.24 años, peso de 52.5 ± 10.4 kg, talla 140 ± 10.3 cm en IMC 26.02 ± 2.8 kg/m², grupo de adolescentes 37 pacientes edad media de 13.59 ± 1.58 años, peso 87.28 ± 18.47 kg, talla 162.78 ± 10.81 cm e IMC 32.7 ± 4.8 kg/m². **Tabla 1.**

Tabla 1. Características generales de la población				
	Sobrepeso n=23		Obesidad n=59	
	Escolares n=6	Adolescentes n=17	Escolares n=22	Adolescentes n=37
Edad (años)	8.3±1.36	13.2 ±1.49	8.7±1.24	13.59±1.58
Género % (n)				
Femenino	66.7% (4)	35.3% (6)	59.1% (13)	43.2% (16)
Masculino	33.3% (2)	64.7% (11)	40.9% (9)	56.8% (21)
Peso (kg)	38.7 ±11.95	68.11 ± 10.06	52.5 ± 10.4	87.28 ± 18.47
Talla (cm)	133.3 ± 14.11	154.1 ± 12.45	140 ± 10.3	162.78± 10.81
IMC (kg/m2)	21.16 ± 4.02	24.3±1.49	26.02± 2.8	32.7±4.8
Score Z	1.48 ± 0.47	1.44±0.18	2.21 ± 0.35	2.23±0.30
Perímetro de cintura (cm)	73.3 ± 11.58	85.4±8.56	85.02 ± 8.07	102.4±13.06
Índice cintura-talla	0.53±0.05	0.58±0.04	0.63 ± 0.07	0.61±0.06

En cuanto a los factores cardiometabólicos se determinó índice de HOMA de 4.25 (0.9-18.7), siendo este mayor en el grupo de obesidad con valores de 5.8 ± 3.5 , se determinó hipertensión arterial en el 13% (3) de los pacientes con sobrepeso y 32.2% (19) en el grupo de obesidad. **Tabla 2.**

Tabla 2. Factores cardiometabólicos en pacientes con sobrepeso y obesidad		
	Sobrepeso n=23	Obesidad n=59
Triglicéridos (mg/dl)	156 (50.9-596)	175 (58.6-532)
Colesterol (mg/dl)	168 (117-236)	156 (100-208)
HDL (mg/dl)	40.99 ± 9.63	40.2 ± 9.7
LDL (mg/dl)	88.2 (24.5-150)	82.08(39.6-128)
Glucosa (mg/dl)	86.5 ± 7.88	90.41 ± 9.11
HOMA*	3.60 ± 2.07	5.8 ± 3.6
HbA1c (%)	5.28 ± 0.31	5.47 ± 0.46
Hipertensión arterial % (n)	13 (3)	32.2 (19)

* Glucosa (mg/dl) x Insulina μ UI/ml

Función Renal de acuerdo con grupo etario.

Se realizó medición de marcadores séricos de función renal en escolares, y adolescentes con sobrepeso (GSP) y obesidad (GOB).

Escolares.

GSP: creatinina sérica media 0.48 ± 0.08 mg/dl, cistatina C 0.93 ± 0.08 mg/L, depuración de creatinina 138.78 ± 29.07 ml/min/m²sc, TFGe por creatinina 114.4 ± 16.98 ml/min/1.73m², TFGe por creatinina y cistatina C 126.33 ± 11.43 ml/min/1.73m².

GOB: creatinina sérica 0.50 ± 0.08 mg/dl, cistatina C 0.99 ± 0.11 mg/L, depuración de creatinina 131.08 ± 32.31 ml/min/m²sc, TFGe por creatinina 118.35 ± 18.56 ml/min/1.73m². TFGe por creatinina y cistatina C 120.95 ± 13.48 ml/min/1.73m².

Adolescentes.

GSP: creatinina 0.61 ± 0.15 mg/dl vs, Cistatina C 0.96 ± 0.12 mg/L, depuración de creatinina se reportó con media de 136.91 ± 46.23 ml/min/m²sc, TFGe por creatinina 107.75 ± 23.8 ml/min/1.73m², TFGe por creatinina y cistatina C 117.82 ± 14.67 ml/min/1.73m².

GOB: creatinina $0.66 \pm 0.11 \text{ mg/dl}$, Cistatina C $1.02 \pm 0.12 \text{ mg/L}$, depuración de creatinina $132.02 \pm 45.62 \text{ ml/min/m}^2\text{sc}$, TFGe por creatinina $105.02 \pm 20.16 \text{ ml/min/1.73m}^2$, TFGe por creatinina y cistatina C $109.27 \pm 11.61 \text{ ml/min/1.73m}^2$. **Tabla 3.**

Tabla 3. Función renal en escolares y adolescentes con sobrepeso y obesidad				
	Sobrepeso n = 23		Obesidad n =59	
	Escolares n=6	Adolescentes n=17	Escolares n=22	Adolescentes n=37
Creatinina sérica (mg/dl)	0.48 ± 0.08	0.61 ± 0.15	0.50 ± 0.08	0.66 ± 0.11
Urea (mg/dl)	24.5 ± 3.01	22.63 ± 5.56	23.86 ± 5.38	24.7 ± 6.00
Nitrógeno ureico (mg/dl)	11.90 ± 1.74	10.84 ± 2.70	11.19 ± 2.54	11.58 ± 2.92
Cistatina C (mg/L)	0.93 ± 0.08	0.96 ± 0.12	0.99 ± 0.11	1.02 ± 0.12
Depuración de creatinina (ml/min/m ² sc)	138.78 ± 29.07	136.91 ± 46.23	131.08 ± 32.31	132.02 ± 45.62
TFG estimada por creatinina (ml/min/1.73m ²) *	114.4 ± 16.98	107.75 ± 23.8	118.35 ± 18.56	105.02 ± 20.16
TFG estimada por CKD-EPI (ml/min/1.73m ²)**	126.33 ± 11.43	117.82 ± 14.67	120.95 ± 13.48	109.27 ± 11.61
Proteinuria (mg/dl)	2.42 ± 0.97	2.38 ± 0.99	2.72 ± 1.08	2.11 ± 0.70
Microalbuminuria (mg/24h)	5.5(1.8-14.4)	4.8 (1.5-18.8)	5.2(1.49-14.7)	8.7(1.6-83)

* Schwartz $0.413 \times \text{Talla/Cr}$ ** CKD-EPI: $141 * \min(\text{Scr}/\kappa, 1)^\alpha \times \max(\text{Scr}/\kappa, 1)^{-1.209} \times 0.993^{\text{Edad}} \times 1.018 [\text{mujer}] \times 1.159$ [raza negra]

Función Renal en sobrepeso y obesidad.

De acuerdo con la función renal se categorizo las diferentes estimaciones de la TFG en los niños con sobrepeso y obesidad, encontrando la TFG estimada por creatinina se reportó normal en GSP 52.2% y 47.5% en GOB, estadio 2 en 21.7% vs 16.9%, respectivamente. Hiperfiltración 26.1% pacientes con sobrepeso y 35.6% en los de obesidad.

La TFG estimada basada en las concentraciones séricas de creatinina y cistatina con la fórmula CKD-EPI se reportó normal en el 47.8% de los pacientes con sobrepeso y 93.2% con obesidad, Estadio 2 4.3% vs 5.1% respectivamente. Hiperfiltración en 47.8% GSP y 27.1% GOB.

La medición de depuración de creatinina en recolección de orina 24 horas se reportó normal en 21.7% sobrepeso y 23.7% en obesidad, estadio 2 en 21.7% vs 16.9% respectivamente. Hiperfiltración 36.5% GSP y 61% en GOB. **Tabla 4.**

Tabla 4. Tasa de filtrado glomerular			
		Sobrepeso n=23	Obesidad n=59
TFG estimada por creatinina (ml/min/1.73m ²)* % (n)	Estadio 1 (90-119)	52.2 (12)	47.5 (28)
	Estadio 2 (60-89)	21.7 (5)	16.9 (10)
	Hiperfiltración (≥120)	26.1 (6)	35.6 (21)
TFG estimada por CKD-EPI (ml/min/1.73m ²)** % (n)	Estadio 1 (90-119)	47.8 (11)	67.8(40)
	Estadio 2 (60-89)	4.3 (1)	5.1 (3)
	Hiperfiltración (≥120)	47.8 (11)	27.1 (16)
Depuración de creatinina (ml/min/1.73m ²) % (n)	Estadio 1 (90-119)	21.7 (5)	23.7 (14)
	Estadio 2 (60-89)	21.7 (5)	15.3 (9)
	Hiperfiltración (≥120)	36.5 (13)	61 (36)

* Schwartz 0.413xTalla/Cr **CKD-EPI: 141 x min(Scr/κ,1)^α x max(Scr/κ, 1)^{-1.209} x 0.993Edad x 1.018 [mujer] x 1.159 [raza negra]

Correlación IMC y función renal.

El coeficiente de correlación del IMC con la creatinina en el grupo de obesidad fue de 0.341 (p <0.05), y negativo con la TFG estimada por CKD-EPI -0.358 (p 0.005), sin encontrarse correlación con las otras mediciones de la función renal en ambos grupos. **Tabla 5. Gráfico 1.**

Tabla 5. Coeficiente de correlación de Pearson IMC y pruebas de función renal en grupos de sobrepeso y obesidad.				
	Sobrepeso n=23	p	Obesidad n=59	p
Creatinina sérica (mg/dl)	0.346	0.106	0.341	0.008
Urea (mg/dl)	-0.058	0.794	-0.031	0.815
Nitrógeno ureico (mg/dl)	-0.092	0.678	-0.036	0.784
Cistatina C (mg/L)	0.048	0.828	0.171	0.195
Depuración de creatinina (ml/min/1.73m ²)	-0.032	0.884	0.182	0.168
TFG estimada por creatinina (ml/min/1.73m ²) *	-0.135	0.539	-0.188	0.153
TFG estimada por CKD-EPI (ml/min/1.73m ²)**	-0.199	0.362	-0.358	0.005

Proteinuria (mg/dl)	-0.137	0.534	-0.168	0.204
Microalbuminuria (mg/24h)	-0.185	0.398	0.060	0.605

* Schwartz $0.413 \times \text{Talla} / \text{Cr}$ **CKD-EPI: $141 \times \min (\text{Scr} / \kappa, 1) \alpha \times \text{máx.} (\text{Scr} / \kappa, 1) - 1.209 \times 0.993 \text{Edad} \times 1.018 [\text{mujer}] \times 1.159$
[raza negra]

El coeficiente de correlación del IMC y creatinina sérica en el grupo de los 82 pacientes correlacionó en forma positiva leve (r 0.303 $p < 0.05$), y negativa leve TFGe por CKD-EPI. (r -0.376 $p < 0.05$) **Tabla 6. Gráfico 2 y 3.**

Tabla 6. Coeficiente de correlación de Pearson IMC y función renal		
	r	p
Creatinina sérica (mg/dl)	0.303	0.006
Urea (mg/dl)	0.27	0.808
Nitrógeno ureico (mg/dl)	-0.008	0.946
Cistatina C (mg/L)	0.238	0.032
Depuración de creatinina (ml/min/1.73m ²)	0.084	0.451
TFG estimada por creatinina (ml/min/1.73m ²) **	-0.116	0.298
TFG estimada por CKD-EPI (ml/min/1.73m²) ***	-0.376	0.001
Proteinuria (mg/dl)	-0.145	0.192
Microalbuminuria (mg/24h)	0.096	0.391

Gráfico 1.

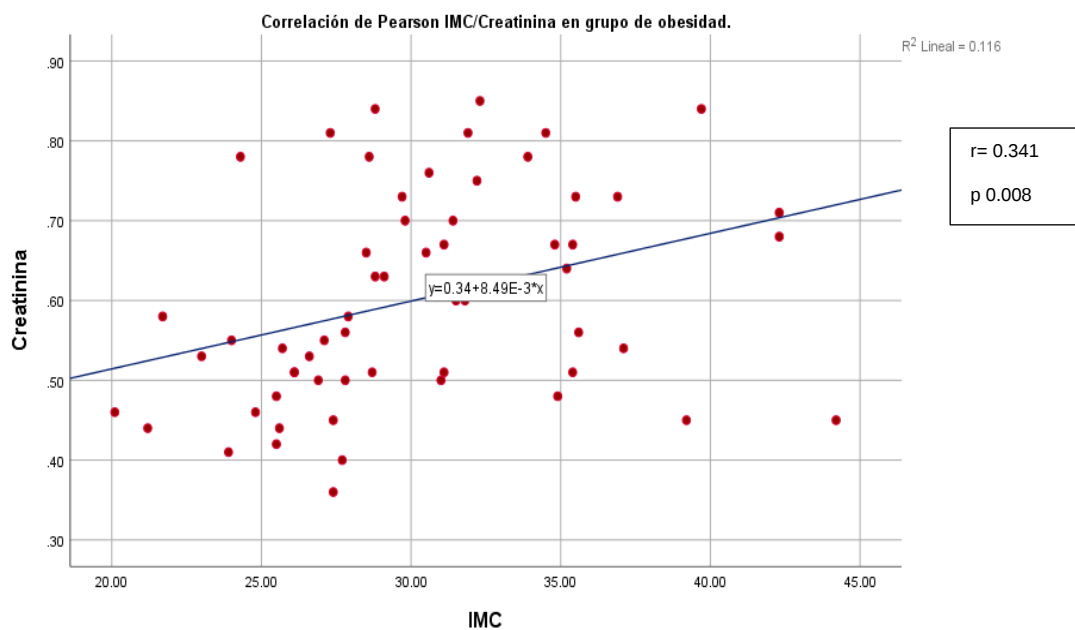


Gráfico 2.

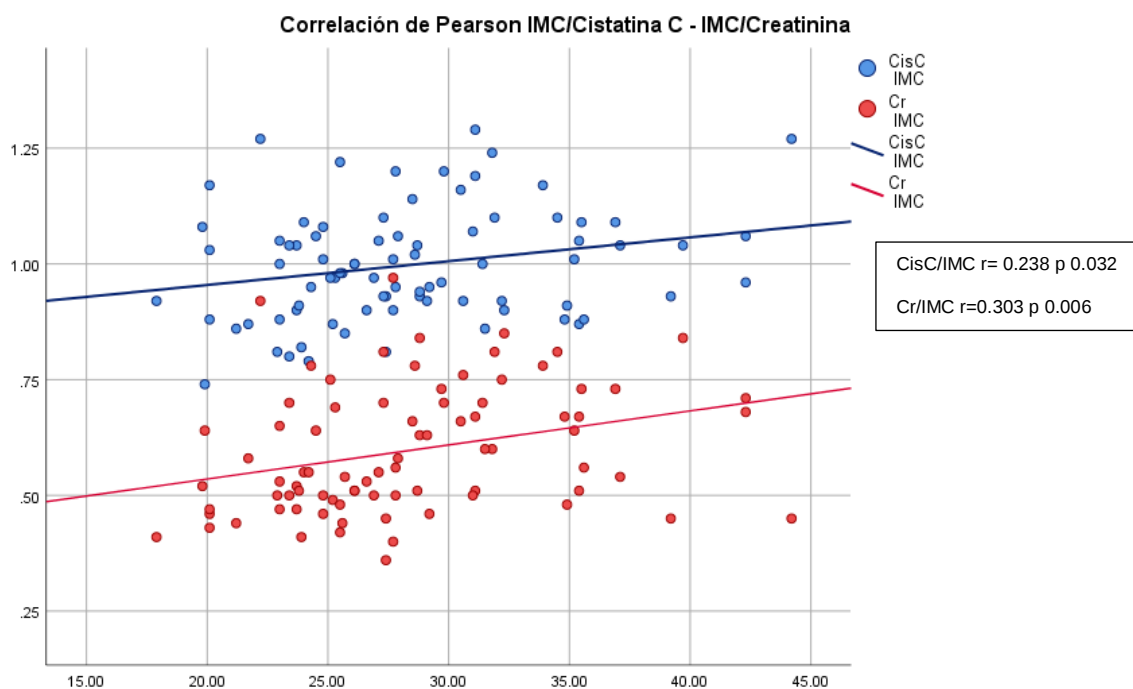
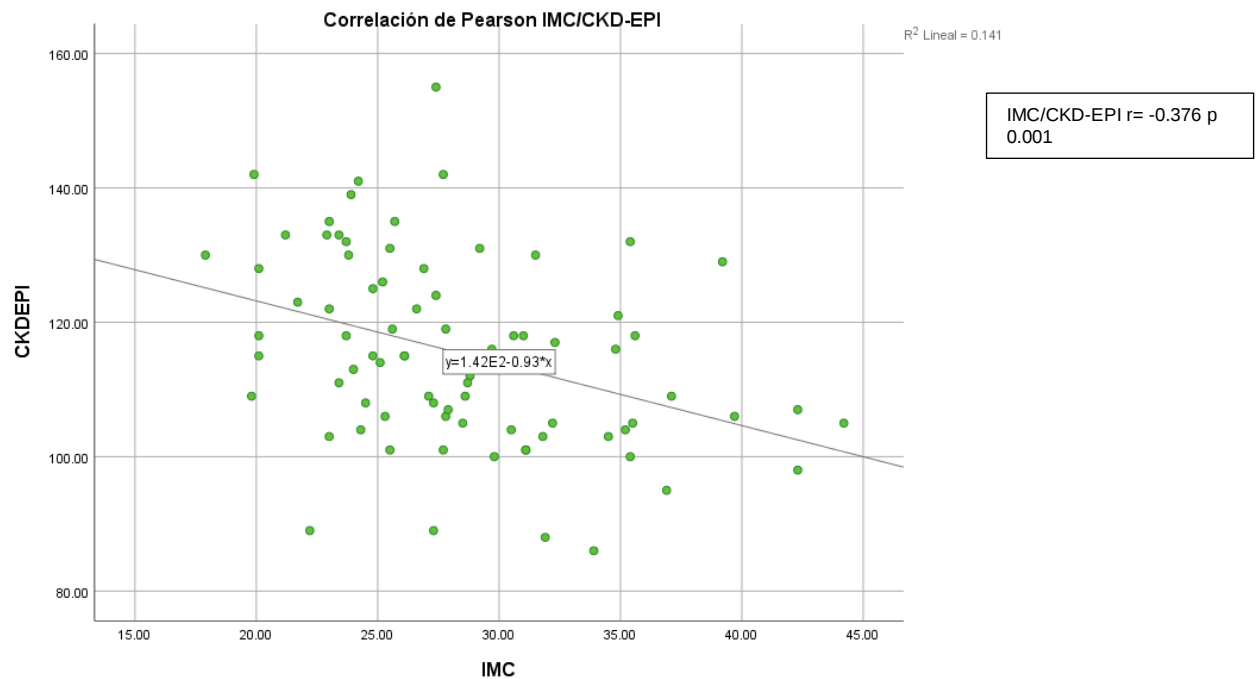


Gráfico 3.



Presentó proteinuria significativa un (4.3%) paciente en GSP y 2 (3.4%), sin encontrarse proteinuria en rango nefrótico en ambos grupos de pacientes. Se reportó microalbuminuria en un paciente en GOB. **Tabla 7.**

Tabla 7. Proteinuria y microalbuminuria en pacientes con sobrepeso y obesidad			
	Sobrepeso n=23	Obesidad n=59	Total n=82
Proteinuria significativa % (n) 4-40 mg/m2/h	4.3% (1)	3.4% (2)	3.6% (3)
Proteinuria en rango nefrótico % (n) > 40 mg/m2/h	0	0	0
Microalbuminuria % (n) >30 mg/24h	0	1.7% (1)	0.01% (1)

Tamaño renal en pacientes son sobrepeso y obesidad

Se realizó medición del tamaño renal a través de ultrasonografía renal, GSP: riñón derecho longitud media 95.5 ± 12.5 mm, riñón izquierdo 96.1 ± 11.04 mm.

GOB: riñón derecho longitud media 97.34 ± 11.8 mm, riñón izquierdo de 98.6 ± 11.3 mm. **Tabla 8.**

Determinándose incremento de tamaño renal $> Pc 95$, de manera unilateral en 27.1% en el grupo de obesidad contra el 8.7% en el grupo de sobrepeso, y de manera bilateral en 14% del grupo de obesidad contra 13% grupo de sobrepeso.

Gráfico 4.

Se encontró correlación positiva moderada entre el IMC y el tamaño renal $r=0.445$, $p<0.01$. **Gráfico 5.**

Tabla 8. Tamaño renal en pacientes con sobrepeso y obesidad			
	Sobrepeso n=23	Obesidad n=59	Total n=82
Riñón derecho (mm)	95.5 ± 12.5	97.34 ± 11.8	96.8 ± 12.02
Riñón izquierdo (mm)	96.1 ± 11.04	98.6 ± 11.3	97.96 ± 11.2

Gráfico 4. Tamaño renal

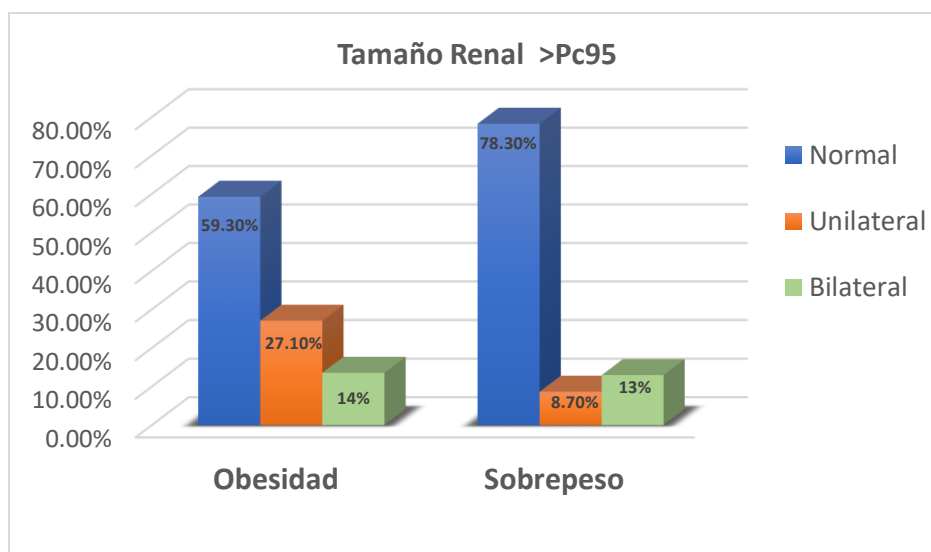
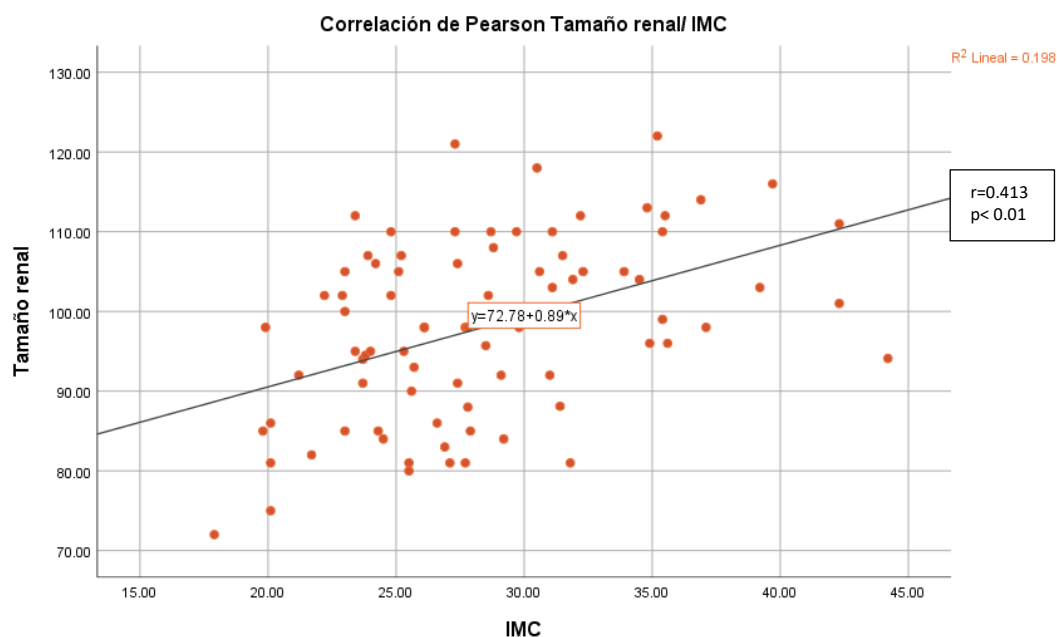


Gráfico 5.



Función Renal Alterada y Factores cardio metabólicos.

La TFGe por CKD-EPI fue la tasa de filtración que mejor correlacionó con incremento del IMC reportándose 31 pacientes con alteración (Estadio 2 (TFG 60-89 ml/min/1.73m²), 4 pacientes e Hiperfiltración (TFG >120 ml/min/1.73m²), 27 pacientes) presentando los siguientes factores cardio metabólicos. **Tabla 7.**

Los factores cardiometabólicos que se presentaron con mayor frecuencia fueron hipertrigliceridemia e hipoalfalipoproteinemia 42% para ambos. **Tabla 8.**

Tabla 7. Factores cardio metabólicos y tamaño renal en pacientes con TFGe Alterada			
	Estadio 2 n=4	Hiperfiltración n= 27	Total n=31
Triglicéridos ** (mg/dl)	123 (63.3-157)	124 (58.6-532)	124 (58.6-532)
Colesterol (mg/dl)	152 ± 19.8	161 ± 35.8	159 ± 34.06
HDL (mg/dl)	43.5 ± 8.0	42.2 ± 10.4	42.4 ± 10.09
LDL (mg/dl)	85 ± 12.6	85.2 ± 27.9	85.19 ± 26.31
Glucosa (mg/dl)	94.2 ± 2.56	86.6 ± 7.15	87.6 ± 71.8
Hipertensión arterial % (n)	0	18.5 (5)	16.1 (5)
HOMA**	5.2 (4.3-5.9)	3.4 (0.9-16.5)	4 (0.9-16.5)

HbA1c (%)	5.69 ± 0.27	5.33 ± 0.49	5.37 ± 0.48
Tamaño renal > Pc 95 unilateral % (n)	50 (2)	22.2 (6)	25.8 (8)
Tamaño renal > Pc 95 bilateral % (n)	0	7.4 (2)	6.4 (2)

HOMA se determinó con la formula Glucosa (mg/dl) x Insulina μ UI/ml / 405 ** se expresa mediana (min. máx.)

Tabla 8. Frecuencia de factores cardio metabólicos en pacientes con TFGe Alterada			
% (n)	Estadio 2 n=4	Hiperfiltración n= 27	Total n=31
Hipertrigliceridemia (≥ 150mg/dl)	50 (2)	40.7 (11)	42 (13)
Hipercolesterolemia (≥ 200mg/dl)	0	11.1 (3)	9.6 (3)
Hipoalfalipoproteinemia (<40 mg/dl)	50 (2)	40.7 (11)	42 (13)
LDL≥ 130 mg/dl	0	7.4 (2)	6.4 (2)
Glucosa (≥ 100 mg/dl)	0	7.4 (2)	6.4 (2)
Hipertensión arterial % (n)	0	18.5 (5)	16.1 (5)

DISCUSION

La obesidad produce un efecto deletéreo en la función renal, debido a diversos cambios fisiopatológicos a nivel glomerular, estudios recientes han demostrado que los pacientes pediátricos con enfermedad renal presentan Z score de IMC mayor que la población normal. Estos resultados indican que la obesidad es un factor de riesgo independiente para la enfermedad renal crónica.³³

La creatinina sérica es uno de los marcadores de la función renal más comúnmente utilizados, pero tiene limitaciones fuertes ya que presenta secreción activa en el túbulo proximal y relación con la masa muscular. La cistatina C se ha descrito como un biomarcador prometedor, ya que es una molécula de bajo peso molecular libremente filtrada, y no secretada, y es independiente del peso corporal y la talla en niños. A diferencia de la creatinina, no está influida por la masa muscular o la ingesta proteica.^{26, 27}

En estudios realizados para determinar la función renal en los pacientes con obesidad se detectaron niveles más altos de cistatina C en los pacientes con obesidad y síndrome metabólico comparados con el grupo de los pacientes con obesidad sin síndrome metabólico, recomiendan el uso de la cistatina C como un biomarcador de la función renal cuando los niveles de creatinina aún no se han afectado, como en etapas tempranas de daño renal y con leves disminuciones de la TFG así lo demuestra el estudio de de Önerli Salman D et al. (2019), realizado en niños de 6- 8 años, 108 obesos y 46 sanos,.¹⁸

De acuerdo al estudio de Roos et al, en un metaanálisis donde revisaron 24 estudios se determinó cistatina C y Creatinina, en un total de 2007 participantes, reportaron de acuerdo con el modelo de regresión lineal, que la cistatina C fue más precisa como indicador de disfunción renal, comparada con la creatinina. [cistatina C: 3.99 (3.41-4.57) versus Cr: 2.79 (2.12-3.4)]. Los resultados de este metaanálisis indicaron que la cistatina C tiene una sensibilidad (81%) comparada con la creatinina (69%), y una especificidad similar comparada con la creatinina sérica (88%).³⁵

En el presente estudio se encontró correlación positiva baja entre los niveles de cistatina C ($r=0.303$, $p<0.05$) y creatinina sérica ($r=0.238$, $p <0.05$), con el IMC, en cuanto a los niveles de cistatina C y creatinina no se observó variación entre ambos grupos, sin embargo, se reportaron niveles de cistatina ligeramente más elevados en el grupo de adolescentes con obesidad con media de 1.02 ± 0.12 mg/L esto probablemente por el tamaño de muestra de nuestra población.

La tasa de filtrado glomerular (TFG), es una variable dinámica que demuestra la variabilidad interindividual dado a diferencias en la edad, género, y tamaño corporal, ofrece una excelente medición de la capacidad de filtrado de los riñones y es considerado el mejor índice de función renal. El aclaramiento de inulina ha sido por mucho tiempo el gold estándar de medición de la TFG, pero es un procedimiento costoso y difícil de ejecutar. Por lo que varias fórmulas se han empleado para la medición estimada de la tasa de filtración glomerular, siendo la más usada en la población pediátrica la fórmula de Schwartz.¹⁷

Sin embargo, las fórmulas para estimar la TFG tienen limitaciones conocidas ya que derivan de estudios en pacientes con enfermedad renal crónica, por lo que son menos precisas en niveles extremos de filtrado glomerular, por otro lado, las limitaciones de medir la depuración de creatinina de 24 horas son la sobreestimación del valor del FG como consecuencia de la secreción tubular de creatinina y la dificultad e incomodidad que representa recolectar la orina de 24 h en niños.^{21, 27}

Correia-Costa et al, (2015) evaluaron 163 pacientes con peso normal y 150 con sobrepeso y obesidad, entre los 8 y 9 años, compararon TFGe, aclaramiento renal, Creatinina, niveles de cistatina C, los resultados mostraron que los pacientes con sobrepeso y obesidad tenían niveles bajos de TFGe, usando varias fórmulas, excepto cuando se usó el aclaramiento renal y la fórmula de Schwartz, y reportaron correlación negativa con las ecuaciones basadas en cistatina C ($r = -0.30$, $p <0.001$) y las que combinan cistatina C y creatinina ($r= -0.22$, $p < 0.001$).²¹

En nuestro estudio se reportó disminución leve en el filtrado glomerular (valores entre 60-89 ml/min/1.73m²) catalogándose como Estadio 2 con todas las fórmulas

utilizadas, encontrándose correlación negativa baja con la fórmula que combina cistatina C y creatinina ($r=-0.376$, $p < 0.05$), hallazgos similares a lo reportado por Correia-Costa et al.

Está bien establecido que, en las primeras etapas de disfunción renal asociada con la obesidad, la hiperfiltración ocurre como una adaptación fisiológica renal por el incremento de la masa corporal. Algunos autores reportan correlación positiva fuerte entre la TFG y la obesidad, mientras otros estudios no observaron alguna diferencia entre la TFG en niños con sobrepeso/obesidad y peso normal. En nuestro estudio se encontró hiperfiltración en el 33% y disminución leve de FG 5%, estas variaciones podrían explicarse por el tiempo de evolución de la enfermedad, dato que se desconoce en nuestro estudio, lo cual es una limitante, sin embargo, se podría considerar que los pacientes pueden encontrarse en diferentes fases de la enfermedad.^{36, 37}

No hay un consenso sobre las fórmulas para estimar filtrado glomerular en pacientes con obesidad. En la población pediátrica normal la fórmula más usada es la de Schwartz, se conoce que esta sobreestima la TFG en comparación con el aclaramiento con inulina, mientras que la fórmula de Zappitelli no depende de medidas antropométricas, solo se basa en las concentraciones de cistatina C.^{27, 28}

Deng Fang y colaboradores valoraron la exactitud y concordancia de 14 diferentes fórmulas para estimar la TFG en niños; entre ellas se valoró la fórmula de Schwartz actualizada, utilizando el aclaramiento de iohexol como prueba de referencia. La fórmula de Schwartz actualizada mostró buena correlación ($r = 0.77$, $p < 0.001$), con una exactitud de 65%. Las fórmulas que presentaron mayor exactitud y mejor rendimiento fueron las que incluyeron los valores de creatinina sérica, cistatina, sexo y parámetros de crecimiento.³⁸

El uso de creatinina y cistatina C en combinación parece dar como resultado una mejor precisión, atenuándose los efectos de los factores no determinantes TFG de cada marcador que cuando se usa cada uno solo, por lo que el uso de estas fórmulas combinadas para estimar la TFG podría representar una alternativa válida

a la recolección prolongada y difícil de orina de 24 h en niños, tanto en niños sin sobrepeso como con obesidad.^{21, 26, 27, 37}

En nuestro estudio la fórmula combinada con cistatina C y creatinina (CKD-EPI) mostró mayor correlación inversa con el IMC, sin embargo, es importante reconocer que hay muchas condiciones asociadas a la obesidad, como la hipertensión, hiperlipidemia, resistencia a la insulina, que pueden condicionar descenso en la función renal. En estos pacientes no se encontró correlación entre estos factores y la alteración en la TFGe CKD-EPI, solo evidenciándose correlación negativa baja con los niveles de glucosa.

La proteinuria y la microalbuminuria se consideran indicadores, así como factores de riesgo para enfermedad renal crónica. Con respecto a la comparación de albuminuria en niños con peso normal y con sobrepeso, resultados diferentes se encuentran en la literatura. Algunos estudios no encontraron ninguna diferencia significativa en proteinuria y microalbuminuria. Por otro lado, en algunos estudios, la albuminuria fue mayor en los niños obesos que en los de peso normal. La microalbuminuria, que se usa para identificar la lesión renal en etapa temprana, es común en niños y adolescentes con una prevalencia informada de 10%, y se ha demostrado que tiene una relación positiva fuerte con el metabolismo anormal de la glucosa y la insulina.^{37, 39}

La presencia de microalbuminuria se ha considerado más que un marcador de nefropatía diabética temprana, como un predictor a largo plazo de mortalidad por enfermedad cardiovascular en sujetos adultos, considerando que la pérdida de albúmina a nivel glomerular es un reflejo de daño vascular general y una condición preclínica de aterosclerosis, así como un signo de disfunción endotelial; en adolescentes obesos con microalbuminuria se considera que también puede utilizarse como una condición predictora. Reportándose en este estudio proteinuria significativa en un caso de los pacientes con sobrepeso y en 2 de los pacientes del grupo de obesidad, se identificó en el paciente de sobrepeso insulinoresistencia e hipertensión arterial, factores que pudieron condicionar este hallazgo, y en los pacientes con obesidad todos cumplieron criterios de síndrome metabólico.

Buchholz, et al, realizaron un estudio donde evaluaron las dimensiones renales por ultrasonido y determinaron su correlación con la edad, sexo e IMC, el análisis estadístico reveló una fuerte correlación entre el tamaño renal y el IMC, y también mostró que el tamaño renal incremento de manera correspondiente con el IMC.²⁹

Parmaksız, et al, estudiaron la relación entre IMC y tamaño renal, encontrando que el tamaño renal fue mayor en el grupo de obesidad ($96.9 \pm 13.4\text{mm}$) y menor en el grupo control ($88.3 \pm 12.9\text{ mm}$). No se encontró diferencia significativa en el tamaño renal izquierdo y derecho, entre los grupos ($p = 0.073$).³²

En nuestro estudio, se encontró nefromegalia bilateral en el 14% (3) de los pacientes con obesidad y 13.6% (8) en los de sobrepeso, nefromegalia izquierda en 16.7% (3) en grupo de sobrepeso y 24.2% (15) en los de obesidad. Encontrándose correlación entre el IMC y tamaño renal en el grupo de obesidad.

La dislipidemia es un parámetro metabólico que indica un mayor riesgo de insuficiencia renal. Como resultado de la reabsorción de ácidos grasos y colesterol de las células del epitelio tubular, la inflamación tubulointersticial puede estimular la formación de células espumosas y daño tisular. Al mismo tiempo, la dislipidemia puede dañar las células mesangiales y las células endoteliales de los capilares glomerulares, como los podocitos. En nuestro estudio se encontró hipercolesterolemia en 3 (13%) pacientes del grupo de sobrepeso y 2 (3.4%) pacientes en el grupo de obesidad, en cambio en cuanto a la hipertrigliceridemia esta fue mayor en el grupo de obesidad reportándose en 32 pacientes vs 13 pacientes en el grupo de sobrepeso.^{9,13, 17, 18}

La hipertensión es común en niños con exceso de peso. La obesidad activa el sistema renina-angiotensina-aldosterona (RAAS) con vasoconstricción arteriolar eferente relativa debido al aumento de la producción de angiotensina II y aldosterona. Además, el aumento de la actividad simpática conduce a la constricción arteriolar eferente y a un aumento del flujo plasmático renal con expansión de volumen, lo cual se traduce en hipertensión.^{9,12,13, 17}

Un estudio realizado por Renda R, 2018, se estudiaron 147 pacientes con sobrepeso, obesidad y peso normal, la frecuencia de hipertensión fue significativamente mayor en los pacientes con sobrepeso, obesidad y obesidad mórbida que en el grupo de control, y fue significativamente mayor 66% en pacientes del grupo de obesidad mórbida que en los otros pacientes ($P < 0,05$). Además, 19 (17%) de los pacientes del grupo de obesidad cumplieron con todos los criterios de síndrome metabólico ³⁷. En nuestro estudio se encontró hipertensión en 3 (13%) pacientes del grupo de sobrepeso contra un 19 (32.2%) pacientes en el grupo de obesidad, de los cuales 38.2% cumplieron los criterios de síndrome metabólico.

Las fortalezas de estudio corresponden a que es de los pocos estudios realizado en nuestra población, en el cual se usaron múltiples fórmulas para la evaluación de la función renal.

Las limitaciones de estudio corresponden a falta de homogenización de la muestra dada la desproporción de pacientes con sobrepeso y obesidad, así mismo contar con un grupo de pacientes con peso normal.

De igual forma por tratarse de un estudio transversal, la falta de mediciones repetidas de la función renal podría ser una limitación para reducir las fluctuaciones a corto plazo debidas a factores externos, por lo que se considera idóneo realizar un estudio longitudinal.

Pretendemos confirmar nuestros hallazgos en estudios futuros utilizando mediciones de TFG exógenas, al no contar en nuestra unidad con el Gold estándar inulina, se pretende realizar gammagrama con DTPA en el grupo de pacientes que se encontraron con alteraciones renales para confirmar estos hallazgos y poder otorgar el tratamiento pertinente y poder establecer medidas preventivas.

CONCLUSIONES

- Los escolares y adolescentes con sobrepeso y obesidad presentan correlación negativa baja entre TFG_e combinada de creatinina y cistatina C (CKD-EPI) y el IMC.
- La frecuencia de alteraciones en la TFG_e en los pacientes con sobrepeso y obesidad fue del 38%, disminución leve FG 5% e hiperfiltración en 33% el cual es un marcador de daño renal temprano.
- Los escolares y adolescentes con sobrepeso y obesidad presentan correlación positiva baja entre el IMC y la función renal con los parámetros bioquímicos de cistatina y creatinina sérica.
- En pacientes con obesidad la creatinina sérica fue el marcador bioquímico que correlacionó en forma positiva baja con el IMC.
- El 6% de la población presentó proteinuria significativa y microalbuminuria.
- El Tamaño renal > pc 95 se identificó con mayor frecuencia en el grupo de pacientes con obesidad en forma unilateral en 27.1%, bilateral en 14% y correlacionó positivamente en forma moderada con IMC.
- Los factores cardio metabólicos más frecuentes en los pacientes con alteración en TFG_e fueron hipertrigliceridemia e hipoalfalipoproteinemia ambos 42%.

BIBLIOGRAFIA

1. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de Medio Camino. (2016). Consultado 04/04/2019. Disponible en: <https://www.insp.mx/ensanut/medio-camino-16.html>
2. Obesity update 2017, Consultado 04/04/2019, Disponible en: <https://www.oecd.org/health/obesity-update.htm>
3. Prevención y diagnóstico de sobrepeso y obesidad en niños y adolescentes. Guía de Práctica Clínica. México, CENETEC; 2018 (04/04/2019). Disponible en: <https://www.cenetec-difusion.com/CMGPC/SS-025-08/ER.pdf>
4. Datos y cifras sobre obesidad infantil. Consultado 04/04/2019, Disponible en: <https://www.who.int/end-childhood-obesity/facts/es/>
5. Styne et al. Pediatric Obesity Guidelines. J Clin Endocrinol Metab, 2017;102(3):709-757.
6. Yeste D. y A. Carrascosa. Complicaciones metabólicas de la obesidad infantil. An Pediatr (Barc), 2011; 75(2): 135.e1-135.e9
7. Fernández-Real JM, Ricart W. Insulin resistance and chronic cardiovascular inflammatory syndrome. Endocr Rev, 2003;24:278-301.
8. Srivastava, T. Nondiabetic consequences of obesity on kidney. Pediatr Nephrol. 2006; 21: 463-70.
9. Savino A, Pellicia P, Chiarelli F, Mohn A. Obesity related renal injury in childhood. Horm. Res Pediatr. 2010; 303-11.
10. Lateva, M, Bliznakova, B, Galcheva, S. Childhood obesity, renal injury and future disease risk. Scripta Scientifica Medica. 2017;49(1): 38-46.
11. Ritz E. Obesity and CKD: ¿How to assess the risk? Am J Kidney Dis. 2008; 52:1-6.
12. Redon J, Lurbe E. The kidney in obesity. Curr Hypertens Rep, 2015; 17:555
13. Zurita, J., y Villasís, M. La obesidad en la edad pediátrica y su relación con enfermedad renal crónica. Rev Med Inst Mex Seguro Soc. 2016; 54(4):514-20 515.
14. Gómez-Ambrosi, Rodríguez A, Catalán V, Frühbeck. Papel del tejido adiposo en la inflamación asociada a la obesidad. Rev Esp Obes, 2008; 6:264.

15. Marcovecchio, M., Mohn, A., & Chiarelli, F. Obesity and Insulin Resistance in Children. *European Journal of Endocrinology*, 2008; 159 S67–S74
16. Chu NF., et al. Plasma leptin concentrations and obesity in relation to insulin resistance syndrome components among school children in Taiwan - TheTaipei Children Heart Study. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2000; 24:1265-71.
17. Tsuboi, N., et al. Obesity and Renal Injury. *Kidney International Reports*. 2017; 2, 251-260.
18. Önerli Salman D et al. Renal Functions in Obese Children and Adolescents. *J Clin Res Pediatr Endocrinol*. 2019; 11(1):46-54.
19. Andersen TB. Estimating renal function in children: a new GFR model based on serum cystatin C and body cell mass. *Dan Med J*.2012; 59:4486.
20. Miliku, K., et al. Childhood Estimates of Glomerular Filtration Rate Based on Creatinine and Cystatin C: Importance of Body Composition. *Am J Nephrol*. 2017; 45:320–326
21. Corriea et al, Decreased renal function in overweight and obese prepubertal children. *Pediatr Res* 2015; 78:436-444.
22. Skinner, A., et al. Cardiometabolic Risks and Severity of Obesity in Children and Young Adults. *The New England Journal of Medicine*. 2015; 373:1307-17.
23. Falakaflaki, B., et al. Comparison of renal function between normal-weight and overweight children. *Indian Journal of Nephrology*,.2012;22(3):193-196
24. Filler G., Lepage N., Should the Schwartz formula for estimation of GFR be replaced by cystatin C formula? *Pedriatr Nephrol.*, 2003, 18: 981-985
25. Radica Z., et al. Direct and Indirect Effects of Obesity on the Kidney. *Advances in Chronic Kidney Disease*,.2013; 20(2):121-127
26. Montañés R, et al. Documento de consenso: recomendaciones sobre la utilización de ecuaciones para la estimación del filtrado glomerular en niños. *An Pediatr (Barc)*. 2014;80(5): 326.e1-326.e13

27. Bacchetta J, Cochat P, Rognant N, Ranchin B, Hadj-Aissa A, Dubourg L. Which creatinine and cystatin C equations can be reliably used in children? Clin J Am Soc Nephrol. 2011; 6:552-60.
28. Zappitelli M, Parvex P, Joseph L, Paradis G, Grey V, Lau S, et al. Derivation and validation of cystatin C-based prediction equations for GFR in children. Am J Kidney Dis. 2006; 48:221-30.
29. Buchholz NP, Abbas F, Biyabani SR, Javed Q, Talati J, et al. Ultrasonographic renal size in individual without known renal disease. JPMA 2000; 50: 12-6.
30. Jun-hwee, K. Length and Volume of Morphologically Normal Kidneys in Korean Children: Ultrasound Measurement and Estimation Using Body Size. Korean J Radiol. 2013;14(4): 677-682.
31. Fernández M, et al, Cistatina C en la evaluación de la función renal. Revista del Laboratorio Clínico, 2011; 4(1): 50-62
32. Parmazaksiz, G., The relationship between body mass index and renal length in obese children. Pediatric Nephrology, 2020.
33. Bostan Gayreta, O. Et Al, Are There Any New Reliable Markers to Detect Renal Injury In Obese Children? Renal Failure 2018, 40(1),416:422
34. Vupputuri S, Fox CS, Coresh J, et al. Differential estimation of CKD using creatinine- versus cystatin C based estimating equations by category of body mass index. Am J Kidney Dis. 2009; 53:993–1001.
35. Roos, J., Diagnostic accuracy of cistatin C compared to serum creatinine for the estimation of renal dysfunction in adults and children, A meta-analysis. Clinical Biochemistry 2007, 40: 383-391.
36. Correia, L., et al, Normalization of glomerular filtration rate in obese children. Pediatr Nephrol (2016) 31:1321–1328.
37. Renda, R., The Glomerular Filtration Rate and Proteinuria in Obese Children. Iran J Pediatr. 2018; 28(5): e65040.
38. Deng, F., et al. Applicability of estimating glomerular filtration rate equations in pediatric patients: comparison with a measured glomerular filtration rate by iohexol clearance. Transl Res. 2015; 165: 437-45.

39. Burgert TS, Dziura J, Yeckel C, et al. Microalbuminuria in pediatric obesity: prevalence and relation to other cardiovascular risk factors. *Int J Obes (Lond)*. 2006; 30:273–280
40. Ajay P. Sharma et al, Diagnostic Accuracy of Cystatin C–Based eGFR Equations at Different GFR Levels in Children. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2011 6: 1599–1608.