



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE AGUASCALIENTES
CENTRO DE CIENCIAS DE LA SALUD
CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO**

TESIS

**DIFERENCIAS ENTRE LONGITUD RENAL Y VOLUMETRÍA POR
ULTRASONIDO Y TOMOGRAFÍA EN ADOLESCENTES DE UNA
POBLACIÓN DE RIESGO CON MICROALBUMINURIA EN MUESTRA
AISLADA DE ORINA**

PRESENTA:

Angela Azucena Herrera Rodríguez

**PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALISTA EN IMAGENOLOGIA
DIAGNOSTICA Y TERAPEUTICA**

ASESORES:

**DR. SALOMÓN ISRAEL GONZÁLEZ DOMÍNGUEZ
DR. ALAN OMAR GONZÁLEZ HERNÁNDEZ
DR. JOSÉ MANUEL ARREOLA GUERRA**

AGUASCALIENTES, AGS. FEBRERO DE 2022



AUTORIZACIONES

Jefatura del Departamento de Enseñanza E Investigación
Dra. María de la Luz Torres Soto

Jefe del Servicio de Imagenología, Diagnóstica y Terapéutica
Dr. Salomón Israel González Domínguez

Profesor Titular del Posgrado de
Imagenología, Diagnóstica y Terapéutica
Dra. Elvia Patricia Soto Toledo

Asesor de Tesis
Dr. Salomón Israel González Domínguez

Asesor de Tesis
Dr. Alan Omar González Hernández

Asesor de Tesis
Dr. José Manuel Arreola Guerra



**COMITÉ DE INVESTIGACIÓN
CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO**

CI/086/21
Aguascalientes, Ags., a 18 de Octubre de 2021

**DRA. ANGELA AZUCENA HERRERA RODRÍGUEZ
INVESTIGADORA PRINCIPAL**

En cumplimiento con las Buenas Prácticas Clínicas y la Legislación Mexicana vigente en materia de investigación clínica, el Comité de Investigación del Centenario Hospital Miguel Hidalgo, en su Sesión del día 23 de Septiembre de 2021, con número de registro **2021-R-38** revisó y decidió Aprobar el proyecto de investigación para llevar a cabo en este Hospital, titulado:

"DIFERENCIAS ENTRE LONGITUD RENAL Y VOLUMETRÍA POR ULTRASONIDO Y TOMOGRAFÍA EN ADOLESCENTES DE UNA POBLACIÓN DE RIESGO CON MICROALBUMINA EN MUESTRA AISLADA DE ORINA"

Se solicita a los investigadores reportar avances y en su caso los resultados obtenidos al finalizar la investigación. En caso de existir modificaciones al proyecto es necesario que sean reportadas al Comité.

Sin otro particular, le envió un cordial saludo.

ATENTAMENTE


**DR. JOSE MANUEL ARREOLA GUERRA
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE INVESTIGACIÓN**



C.c.p.- DRA. MARIA DE LA LUZ TORRES SOTO.- JEFA DEL DEPTO. DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN.

JMAG/cmva*



**COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACION
CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO**

CEI/090/21
Aguascalientes, Ags., a 18 de Octubre de 2021

**DRA. ANGELA AZUCENA HERRERA RODRÍGUEZ
INVESTIGADORA PRINCIPAL**

En cumplimiento con las Buenas Prácticas Clínicas y la Legislación Mexicana vigente en materia de investigación clínica, el Comité de Ética en Investigación del Centenario Hospital Miguel Hidalgo, en su Sesión del día 23 de Septiembre de 2021, con número de registro **2021-R-38** revisó y decidió Aprobar el proyecto de investigación para llevar a cabo en este Hospital, titulado:

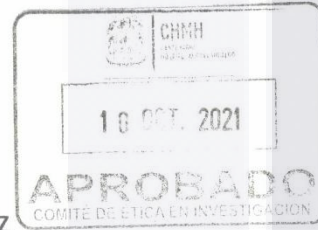
"DIFERENCIAS ENTRE LONGITUD RENAL Y VOLUMETRÍA POR ULTRASONIDO Y TOMOGRAFÍA EN ADOLESCENTES DE UNA POBLACIÓN DE RIESGO CON MICROALBUMINA EN MUESTRA AISLADA DE ORINA"

Se solicita a los investigadores reportar avances y en su caso los resultados obtenidos al finalizar la investigación. En caso de existir modificaciones al proyecto es necesario que sean reportadas al Comité.

Sin otro particular, le envió un cordial saludo.

ATENTAMENTE

**DR. JAIME ASAEL LÓPEZ VALDEZ
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN**



C.c.p.- DRA. MARIA DE LA LUZ TORRES SOTO.- JEFA DEL DEPTO. DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN.

JMAG/cmva*

**CARTA DE VOTO APROBATORIO
INDIVIDUAL**

**DRA. PAULINA ANDRADE LOZANO
DECANO (A) DEL CENTRO DE CIENCIAS DE LA SALUD**

PRESENTE

Por medio del presente como **TUTOR** designado del estudiante **ANGELA AZUCENA HERRERA RODRÍGUEZ** con ID 108305 quien realizó la tesis titulada: **DIFERENCIAS ENTRE LONGITUD RENAL Y VOLUMETRÍA POR ULTRASONIDO Y TOMOGRAFÍA EN ADOLESCENTES DE UNA POBLACIÓN DE RIESGO CON MICROALBUMINURIA EN MUESTRA AISLADA DE ORINA**, un trabajo propio, innovador, relevante e inédito y con fundamento en el Artículo 175, Apartado II del Reglamento General de Docencia doy mi consentimiento de que la versión final del documento ha sido revisada y las correcciones se han incorporado apropiadamente, por lo que me permito emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que ella pueda proceder a imprimirla así como continuar con el procedimiento administrativo para la obtención del grado.

Pongo lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, me permito enviarle un cordial saludo.

**ATENTAMENTE
"Se Lumen Proferre"**

Aguascalientes, Ags., a 10 de enero de 2022.

**Dr. Salomón Israel González Domínguez
Tutor de tesis**

c.c.p.- Interesado
c.c.p.- Secretaría Técnica del Programa de Posgrado

Elaborado por: Depto. Apoyo al Posgrado.
Revisado por: Depto. Control Escolar/Depto. Gestión de Calidad.
Aprobado por: Depto. Control Escolar/ Depto. Apoyo al Posgrado.

Código: DO-SEE-FO-07
Actualización: 01
Emisión: 17/05/19

**CARTA DE VOTO APROBATORIO
INDIVIDUAL**

**DRA. PAULINA ANDRADE LOZANO
DECANO (A) DEL CENTRO DE CIENCIAS DE LA SALUD**

PRESENTE

Por medio del presente como **TUTOR** designado del estudiante **ANGELA AZUCENA HERRERA RODRÍGUEZ** con ID 108305 quien realizó la tesis titulada: **DIFERENCIAS ENTRE LONGITUD RENAL Y VOLUMETRÍA POR ULTRASONIDO Y TOMOGRAFÍA EN ADOLESCENTES DE UNA POBLACIÓN DE RIESGO CON MICROALBUMINURIA EN MUESTRA AISLADA DE ORINA**, un trabajo propio, innovador, relevante e inédito y con fundamento en el Artículo 175, Apartado II del Reglamento General de Docencia doy mi consentimiento de que la versión final del documento ha sido revisada y las correcciones se han incorporado apropiadamente, por lo que me permito emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que ella pueda proceder a imprimirla así como continuar con el procedimiento administrativo para la obtención del grado.

Pongo lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, me permito enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE
"Se Lumen Proferre"

Aguascalientes, Ags, a 10 de enero de 2022.

Dr. Alan Omar González Hernández
Tutor de tesis

c.c.p.- Interesado
c.c.p.- Secretaría Técnica del Programa de Posgrado

**CARTA DE VOTO APROBATORIO
INDIVIDUAL**

**DRA. PAULINA ANDRADE LOZANO
DECANO (A) DEL CENTRO DE CIENCIAS DE LA SALUD**

PRESENTE

Por medio del presente como **TUTOR** designado del estudiante **ANGELA AZUCENA HERRERA RODRÍGUEZ** con ID 108305 quien realizó la tesis titulada: **DIFERENCIAS ENTRE LONGITUD RENAL Y VOLUMETRÍA POR ULTRASONIDO Y TOMOGRAFÍA EN ADOLESCENTES DE UNA POBLACIÓN DE RIESGO CON MICROALBUMINURIA EN MUESTRA AISLADA DE ORINA**, un trabajo propio, innovador, relevante e inédito y con fundamento en el Artículo 175, Apartado II del Reglamento General de Docencia doy mi consentimiento de que la versión final del documento ha sido revisada y las correcciones se han incorporado apropiadamente, por lo que me permito emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que ella pueda proceder a imprimirla así como continuar con el procedimiento administrativo para la obtención del grado.

Pongo lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, me permito enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE
"Se Lumen Proferre"
Aguascalientes, Ags., a 10 de enero de 2022.



Dr. José Manuel Arreola Guerra
Tutor de tesis

c.c.p.- Interesado
c.c.p.- Secretaría Técnica del Programa de Posgrado

Elaborado por: Depto. Apoyo al Posgrado.
Revisado por: Depto. Control Escolar/Depto. Gestión de Calidad.
Aprobado por: Depto. Control Escolar/ Depto. Apoyo al Posgrado.

Código: DO-SEE-FO-07
Actualización: 01
Emisión: 17/05/19

AGRADECIMIENTOS

Al Centenario Hospital Miguel Hidalgo, gracias a esta noble Institución pude realiza posgrado con mucha ilusión y anhelo para seguir superándome.

Agradezco a mis maestros, quienes han sido una guía importante.

A mi familia, mamá, hermano, tías (os), primas, quienes fueron pieza fundamental para lograr esta meta, ya que sin su apoyo incondicional no hubiera podido lograrlo. A mi hijo Emmanuel, mi inspiración para seguir adelante. A mi compañero de vida, que nunca dudó que lograría este pequeño paso, y a quien también agradezco su apoyo para lograrlo.

A mis compañeros de generación, quienes ahora son parte de mi vida, gracias por su compañerismo, apoyo y amistad.

Al resto de mis compañeros residentes de menor jerarquía, en quienes encontré también una familia y con los cuales disfruté aún más este proceso de aprendizaje.

ÍNDICE GENERAL

ACRÓNIMOS	6
RESUMEN	7
ABSTRACT	9
INTRODUCCIÓN	11
CAPÍTULOS	
Capítulo I. Marco Teórico	12
1.1 Enfermedad Renal Crónica	12
1.1.1 Marcadores	13
1.1.2 Factores de riesgo	16
1.1.3 Epidemiología	18
1.1.4 Impacto de la Enfermedad.....	20
1.2 Fisiopatología de la Enfermedad Renal Crónica	21
1.2.1 Enfermedad Renal Crónica de Origen Desconocido	22
1.3 Diagnóstico por imagen de la Enfermedad Renal Crónica	25
1.3.1 Ecografía	25
1.3.2 Tomografía	30
1.3.3 Volumen Renal	35
1.3.4 Longitud Renal.....	36
1.3.5 Longitud Renal en Pediatría	37
1.3.6 Percentilas	42
Capítulo II. Metodología	47
2.1 Justificación	47
2.1.1 Magnitud e impacto	47
2.1.2. Aplicabilidad	47
2.1.3. Factibilidad	47
2.1.4 Propósito del estudio	48
2.2 Pregunta de tesis	49
2.2.1 Hipótesis	49

2.3 Planteamiento del problema50

2.4 Objetivo general51

 2.4.1 Objetivos específicos51

2.5 Tipo de estudio52

2.6 Población de estudio53

2.7 Criterios de selección54

 2.7.1 Criterios de inclusión54

 2.7.2 Criterios de exclusión (no inclusión)54

2.8 Descripción y operacionalización de las variables55

 2.8.1 Variables55

2.9 Análisis estadístico57

2.10 Tipo de muestreo58

Capítulo III. Material, pacientes y métodos59

 3.1 Características particulares del lugar y población de estudio.....59

 3.2. Evaluación imagenológica60

 3.3 Consideraciones éticas61

 3.4 Recursos para el estudio62

 3.4.1 Recursos humanos62

 3.4.2. Recursos materiales62

 3.4.3. Recursos financieros62

Capítulo IV. Resultados63

 4.1 Validez del método US vs. TC66

 4.2 Riñón derecho vs. Riñón izquierdo76

DISCUSIÓN78

CONCLUSIONES80

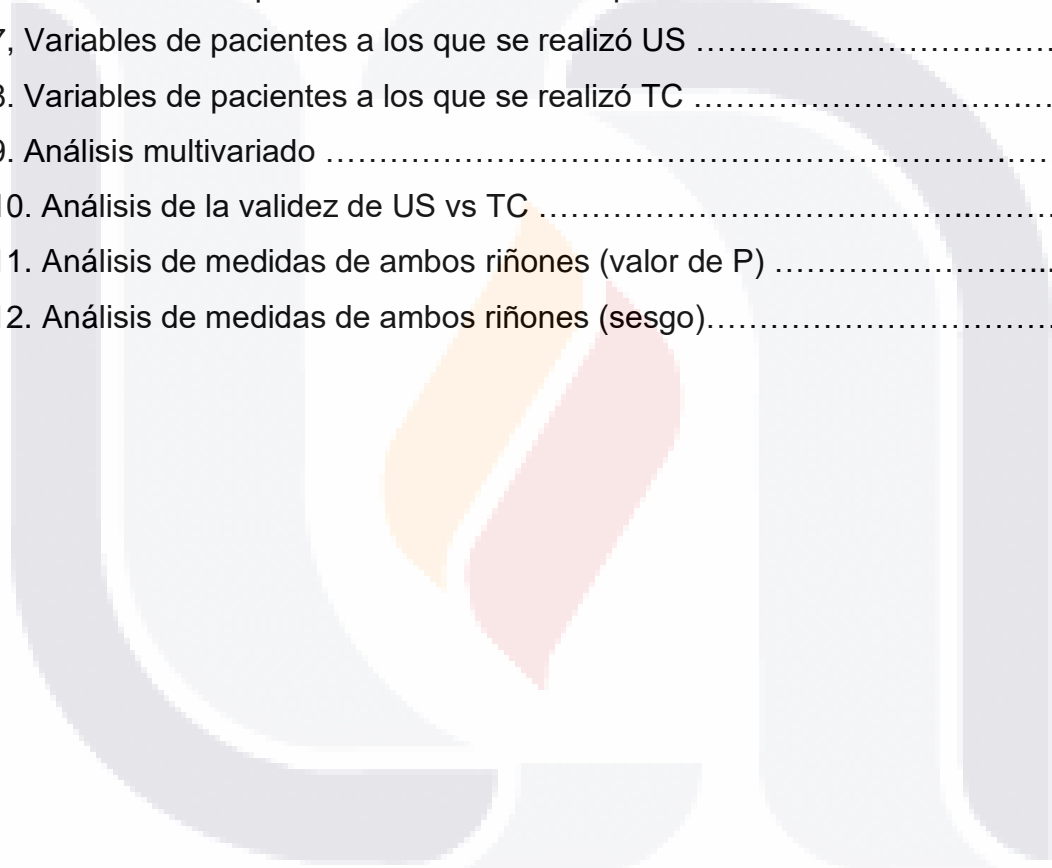
GLOSARIO81

REFERENCIAS82

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación de la ERC por FG y la proteinuria	13
Tabla 2. Fórmulas para calcular el FG	14
Tabla 3. Ecuación CKD-EPI	14
Tabla 4. Manifestaciones clínicas y bioquímicas de la ERC	17
Tabla 5. Variables del protocolo	55
Tabla 6. Co variables de pacientes incluidos en el protocolo	63
Tabla 7, Variables de pacientes a los que se realizó US	64
Tabla 8. Variables de pacientes a los que se realizó TC	65
Tabla 9. Análisis multivariado	65
Tabla 10. Análisis de la validez de US vs TC	66
Tabla 11. Análisis de medidas de ambos riñones (valor de P)	76
Tabla 12. Análisis de medidas de ambos riñones (sesgo).....	76



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Factores de riesgo ERC	16
Figura 2. Anatomía normal ecográfica del riñón derecho.....	26
Figura 3. Riñón pequeño e hiperecogénico que sugiere daño renal crónico.....	26
Figura 4. Ecografía del riñón derecho con espesor disminuido	27
Figura 5. Ecografía renal de un paciente con diabetes.....	28
Figura 6. Riñón que presenta disminución de tamaño.....	28
Figura 7. Patrones de ecogenicidad renal normal	29
Figura 8. Medición del riñón	29
Figura 9. Tomografía que muestra la morfología renal normal	31
Figura 10. Tomografía en cortes axiales en fase corticomedular	31
Figura 11. Tomografía en cortes axiales en fase nefrográfica parenquimatosa	32
Figura 12. Tomografía en cortes axiales en fase excretora	32
Figura 13. Tomografía que muestra la medición del riñón	33
Figura 14. Tomografía para medida anteroposterior y el eje transversal	33
Figura 15. Medición del riñón en sagital.....	34
Figura 16. Medición del riñón multiplanar.....	35
Figura 17. Distribución de la longitud renal con la edad.....	37
Figura 18. Longitud renal por edad en pacientes pediátricos.....	38
Figura 19. Longitud renal por talla en pacientes pediátricos.	39
Figura 20. Diagramas de dispersión.....	40
Figura 21. Post procesamiento de mediciones en tomografía.....	41
Figura 22. Longitud renal con valores mínimos, máximos y media según la edad.....	43
Figura 23. Longitud renal en percentilas.....	44
Figura 24. Distribución de la longitud renal en base al peso.....	45
Figura 25. Distribución de la longitud renal en base la edad.....	46
Figura 26. Longitud riñón derecho US vs TC	67
Figura 27. Longitud riñón izquierdo US vs TC	68
Figura 28. P30 de la longitud riñón derecho	68
Figura 29. P30 de la longitud riñón izquierdo	69

Figura 30. Anteroposterior riñón derecho US vs TC69

Figura 31. Anteroposterior riñón izquierdo US vs TC70

Figura 32. P30 de anteroposterior riñón derecho70

Figura 33. P30 de anteroposterior riñón izquierdo71

Figura 34. Transverso riñón derecho US vs TC71

Figura 35. Transverso riñón izquierdo US vs TC72

Figura 36. P30 de transverso riñón derecho72

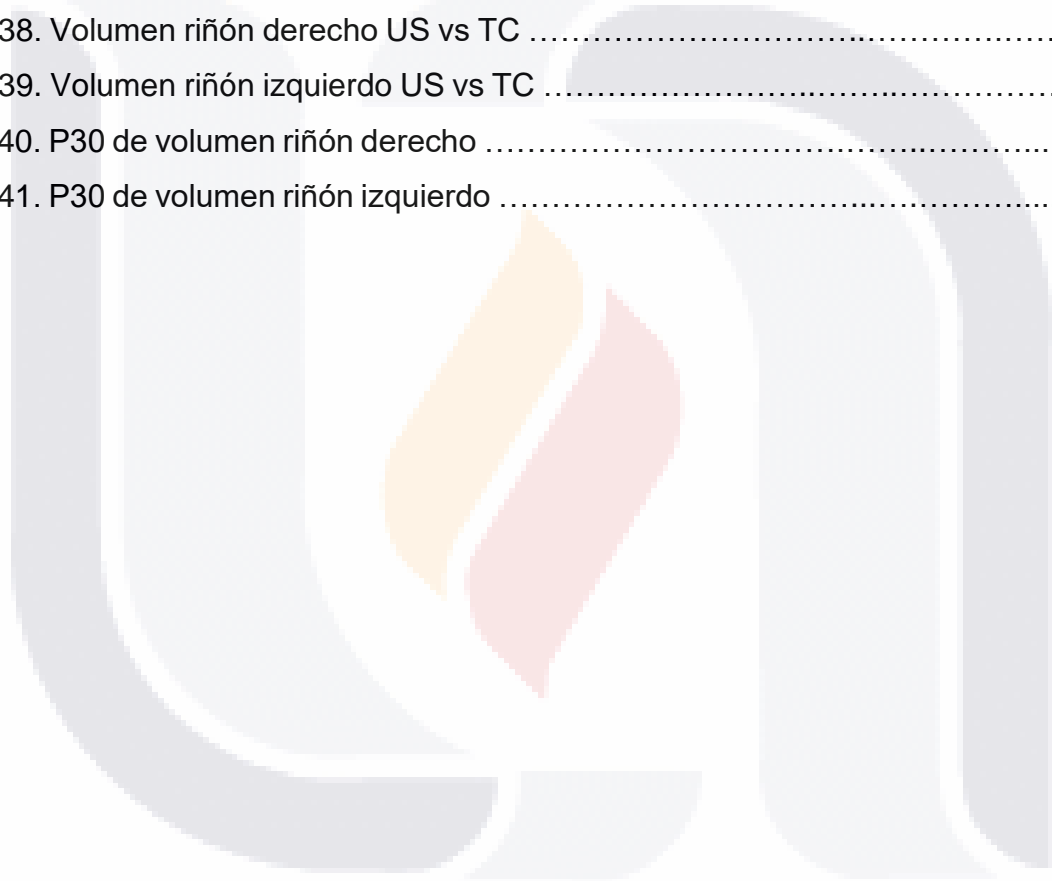
Figura 37. P30 de transverso riñón izquierdo73

Figura 38. Volumen riñón derecho US vs TC73

Figura 39. Volumen riñón izquierdo US vs TC74

Figura 40. P30 de volumen riñón derecho74

Figura 41. P30 de volumen riñón izquierdo75



ACRÓNIMOS

AINE`s	Antiinflamatorios no Esteroideos
AJR	American Journal of Roentgenology
AP	Eje Anteroposterior
CENCAM	Consortio para la Investigación de la Nefropatía Mesoamericana
CKDu	Chronic Kidney Disease of Unknown Etiology
CKD-EPI	Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration
Cr	Creatinina
DM2	Diabetes Mellitus tipo 2
DTPA	Ácido dietilentraminopentacético
EDTA	Ácido etilendiaminotetracético
ERC	Enfermedad renal crónica
ERCnt	Enfermedad renal crónica de origen no tradicional
FG	Filtración glomerular / Filtrado Glomerular
GHO	Global Health Observatory
HTA	Hipertensión Arterial Sistémica
IMSS	Instituto Mexicano del Seguro Social
IRA	Insuficiencia Renal Aguda
KDIGO	Kidney Disease Improving Global Outcomes
KCr	Aclaramiento de creatinina
Long	Eje Longitudinal
Mdp	Millones de pesos
MDRD	Modification of diet in renal disease
MRI	Resonancia Magnética
NF-B	Factor de Transcripción Beta
pmp	Por millón de población
SRAA	Sistema Renina Angiotensina Aldosterona
TC	Tomografía computada
TCMC	Tomógrafos computados multicortes
TGF beta	Factor Trasformador de Crecimiento beta
Transv	Eje Transverso
UroTC	Urografía por Tomografía Computada

RESUMEN

Antecedentes: La Enfermedad renal crónica (ERC) continúa siendo una enfermedad prioritaria en nuestro país debido al incremento de enfermedades crónicas degenerativas como obesidad, hipertensión arterial sistémica y Diabetes Mellitus tipo 2 (DM2). En México existen aproximadamente 12.8 millones de pacientes con DM2 con una prevalencia de 13.5 %, siendo la más alta a nivel mundial. La exposición crónica de estas patologías ha desencadenado un aumento de las complicaciones crónicas, como lo es la ERC. El impacto de la ERC va más allá de ser una de las principales causas de muerte. En Aguascalientes, la causa con mayor prevalencia de enfermedad renal crónica terminal es la clasificada como “causa desconocida” siendo el 53 %, seguida de Diabetes Mellitus en un 22% (ISSEA, 2019). Así mismo, la edad promedio es de 39.1 años para ERC de origen desconocido. Tomando de cuenta el pico de prevalencia entre 20 y 30 años de edad, se realizó un tamizaje en alumnos de secundarias del Municipio de Calvillo, Aguascalientes, el cual inició en marzo del 2020, municipio donde se ha visto mayor incidencia de la enfermedad.

Objetivo: Identificar si existen cambios en la longitud renal y/o volumetría en pacientes que presentan microalbuminuria incipiente o persistente en el examen general de orina (muestra aislada) en adolescentes del Municipio de Calvillo, así como la concordancia entre ambos estudios de Imagen.

Material y métodos: En el trabajo se incluyeron 62 pacientes adolescentes quienes presentaron microalbuminuria en muestra aislada de orina, y a quienes se les realizó Ultrasonido Renal y Tomografía Computada Simple.

Resultados: Se obtuvo un total de 61 pacientes, 19 de los cuales presentaron proteinuria persistente (PP), 21 pacientes con proteinuria aislada y 20 sin proteinuria. Fueron agrupados como pacientes con PP y el resto (42) como grupo control. La mediana de edad y peso fueron diferentes entre los grupos, (12.6 vs 13.4, $p=0.03$. y 48.4 vs 55.3 kg, $p=0.04$). En cuanto a la tasa de filtrado glomerular, ésta aparentemente se encuentra dentro de parámetros normales. Al total de 61 pacientes se les realizó ultrasonido renal. Todas las dimensiones evaluadas, fueron numéricamente menores en el grupo de PP. En específico el riñón derecho, presentó una diferencia de 4.4 mm en promedio en las

dimensiones longitudinal, antero-posterior y transversal, las cuales fueron significativas. En consecuencia, el volumen del RD fue menor en el grupo de PP (71 vs 100.5 mm³, p <0.01). En cuanto el riñón izquierdo no se encontró diferencia estadística en cuanto las dimensiones, pero si en el volumen estimado (82.6 vs 92.6 mm³, p = 0.03).

En cuanto a la tomografía, esta se realizó en 19 pacientes con PP y 19 con proteinuria aislada (siendo originalmente 21 pacientes con proteinuria aislada, sin embargo 2 de ellos no acudieron a cita de TC) los cuales fueron tomados como grupo control. Las dimensiones del riñón derecho también fueron menores en el grupo con PP, pero solo significativas en la medición antero-posterior. El volumen del RD fue menor pero estadísticamente no significativo, mientras que el volumen del RI presentó tendencia a la significancia (86.7 vs 103.7, p= 0.09). Se realizó así mismo el análisis de la variación que pudiera existir con las medidas obtenidas por US vs TC, se observó que existe menor variabilidad en la medición del riñón derecho con respecto al izquierdo en sus ejes longitudinal y anteroposterior.

Conclusiones: El ultrasonido se puede realizar como método de escrutinio para enfermedad renal en etapas tempranas y será de gran utilidad obtener el valor de volumen renal.

Palabras clave: US, TC, longitud renal, percentilas, volumen renal.

ABSTRACT

Background: Chronic kidney disease (CKD) continues to be a priority disease in our country due to the increase in chronic degenerative diseases such as obesity, systemic arterial hypertension and Type 2 Diabetes Mellitus (DM2). In Mexico there are approximately 12.8 million patients with DM2 with a prevalence of 13.5%, the highest worldwide. Chronic exposure to these pathologies has triggered an increase in chronic complications, such as CKD. The impact of CKD goes beyond being one of the leading causes of death. In Aguascalientes, the cause with the highest prevalence of end-stage renal disease is classified as an “unknown cause”, being 53%, followed by Diabetes Mellitus in 22% (ISSEA, 2019). Likewise, the average age is 39.1 years for CKD of unknown origin. Taking into account the peak prevalence between 20 and 30 years of age, a screening was carried out in secondary school students from the Municipality of Calvillo, Aguascalientes, which began in March 2020, the municipality where the highest incidence of the disease has been seen.

Objective: To identify if there are changes in renal length and / or volumetry in patients with incipient or persistent microalbuminuria in the general urine test (isolated sample) in adolescents from the Municipality of Calvillo, as well as the concordance between both imaging studies.

Material and methods: The study included 62 adolescent patients who presented microalbuminuria in an isolated urine sample, and who underwent Renal Ultrasound and Simple Computed Tomography.

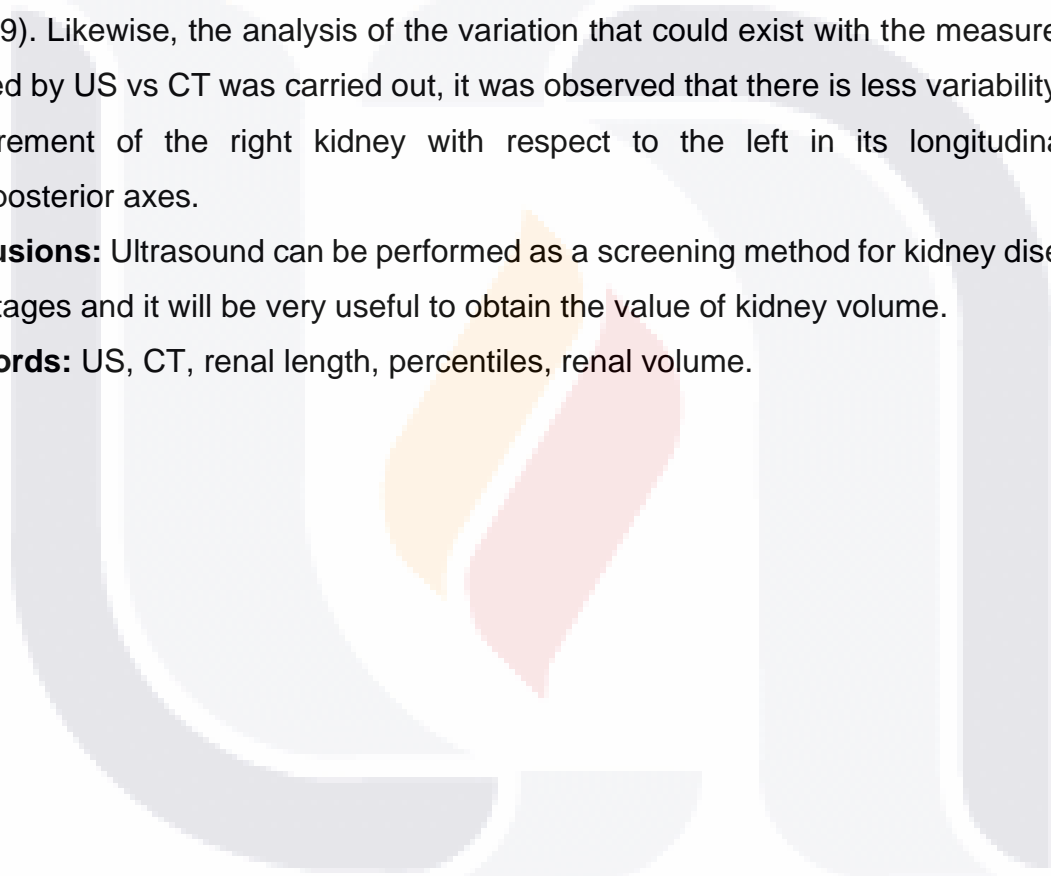
Results: A total of 61 patients were obtained, 19 of whom had persistent proteinuria (PP), 21 patients with isolated proteinuria and 20 without proteinuria. They were grouped as patients with PP and the rest (42) as a control group. The median age and weight were different between the groups, (12.6 vs 13.4, $p = 0.03$. And 48.4 vs 55.3 kg, $p = 0.04$). As for the glomerular filtration rate, it appears to be within normal parameters. A total of 61 patients underwent renal ultrasound. All the dimensions evaluated were numerically lower in the PP group. Specifically, the right kidney presented a difference of 4.4 mm on average in the longitudinal, anteroposterior and transverse dimensions, which were significant. Consequently, the volume of the RD was lower in the PP group (71 vs 100.5

mm³, $p < 0.01$). Regarding the left kidney, no statistical difference was found in terms of dimensions, but there was in the estimated volume (82.6 vs 92.6 mm³, $p = 0.03$).

Regarding the tomography, this was performed in 19 patients with PP and 19 with isolated proteinuria (originally 21 patients with isolated proteinuria, however 2 of them did not attend a CT appointment) which were taken as a control group. The dimensions of the right kidney were also lower in the group with PP, but only significant in the anteroposterior measurement. The volume of the RD was smaller but not statistically significant, while the volume of the IR showed a trend towards significance (86.7 vs 103.7, $p = 0.09$). Likewise, the analysis of the variation that could exist with the measurements obtained by US vs CT was carried out, it was observed that there is less variability in the measurement of the right kidney with respect to the left in its longitudinal and anteroposterior axes.

Conclusions: Ultrasound can be performed as a screening method for kidney disease in early stages and it will be very useful to obtain the value of kidney volume.

Key words: US, CT, renal length, percentiles, renal volume.



INTRODUCCIÓN

La enfermedad renal crónica (ERC) representa una de las patologías con alta incidencia y con mayor costo para los sistemas de salud. En México, solo se cuenta con un estudio realizado en 2005 de la prevalencia de ERC en el país, reportando una alta prevalencia de la enfermedad relacionada a la mayor frecuencia de diabetes.

La enfermedad crónica de causa desconocida es una entidad reconocida a nivel mundial. En varios países es reconocida como un problema emergente. Son la causa principal nefropatía de las zonas de alta prevalencia (hot spots) las cuales se han descrito en países como El Salvador, Nicaragua, Sri Lanka y Uddanam. A pesar de múltiples esfuerzos, las causas específicas no han sido esclarecidas, aunque los estudios no han sido de la mejor calidad (Weaver, V. 2015).

En el estado de Aguascalientes se inició un registro Estatal Único de Enfermedad Renal Crónica, en el cual se encuentra la información de pacientes de distintas instituciones de salud (ISSEA, IMSS, ISSSTE y sector privado). La prevalencia de ERCT reportada es de 1,384 pmp. Uno de los hallazgos más relevantes es la presencia de una distribución bimodal. La primera de ellas y la más importante es entre 20 a 30 años con ERC de causa desconocida como principal etiología, mientras que la segunda es entre 60 y 70 años secundaria a enfermedades crónico degenerativas.

A partir de marzo del 2020 se inició el tamizaje de ERC en escuelas secundarias del estado para identificar pacientes que presenten alteraciones en la función renal de manera temprana y que posiblemente en un futuro presenten ERC de causa desconocida. El objetivo de este estudio es identificar la posible relación existente entre pacientes con alteración de la función renal por medio de un tamizaje previo (cuantificación de albúmina en orina) y la longitud renal medido por Ultrasonido y Tomografía Computada de Abdomen Simple, así el volumen renal, con pacientes sin alteraciones en su función renal como punto de comparación, determinando además la concordancia entre las medidas obtenidas por USG y TC.

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

1.1 ENFERMEDAD RENAL CRÓNICA

La Enfermedad Renal Crónica (ERC) en el adulto es definida como la presencia de una alteración estructural o funcional renal (sedimento, imagen, histología) que persiste más de 3 meses, con o sin deterioro de la función renal; o un filtrado glomerular (FG) < 60 ml/min/1,73 m² sin otros signos de enfermedad renal. Las guías KDIGO han introducido a los pacientes trasplantados renales, independientemente del grado de fallo renal que presenten. (Levey, AS. Et al. 2011)

Actualmente los marcadores de daño renal son:

- Proteinuria
- Alteraciones en el sedimento urinario
- Alteraciones electrolíticas u otras alteraciones tubulares
- Alteraciones estructurales histológicas
- Alteraciones estructurales observadas en pruebas de imagen

La ERC se clasifica en 5 grados en función del FG y 3 categorías de albuminuria (Tabla 1). Se sabe que la proteinuria es el factor pronóstico modificable más potente de progresión de ERC. (Gorostidi M, et al, 2014).

En los grados 3-5 existe deterioro del FG y no es necesario la presencia de otros datos de daño renal. Sin embargo, en las categorías 1 y 2 si se requiere la presencia de otros signos de daño renal. A continuación, se describen las características de cada categoría en función del FG y la proteinuria:

Tabla 1. Clasificación de la ERC en función del FG y la albuminuria - proteinuria

CATEGORÍA ERC	FG (ml/min)	DESCRIPCIÓN
G1	> 90	Normal o elevado
G2	60—89	Ligeramente disminuido
G3a	45-59	Ligera o moderadamente disminuido
G3b	30-44	Moderada o gravemente disminuido
G4	15-29	Gravemente disminuido
G5	< 15	Fallo renal
CATEGORÍA ALBUMINURIA	Muestra de orina de 24hrs mg/24hrs	DESCRIPCIÓN
A1	< 30	Normal o levemente elevada
A2	30-300	Moderadamente elevada
A3	> 300	Muy elevada
CATEGORÍA PROTEINURIA	Muestra aislada Pro/Crea mg/mg	DESCRIPCIÓN
A1	< 30	Normal o levemente elevada
A2	30-300	Moderadamente elevada
A3	> 300	Muy elevada

1.1.1 Marcadores

Como previamente se comentó, el FG es un parámetro necesario para el estadiaje de la ERC y para definir su manejo y seguimiento. Otros marcadores directos (inulina, DTPA, EDTA, iodotalamato, iohexol) son más precisos que el aclaramiento de creatinina (KCr), sin embargo, su alto costo los convierte en métodos inviables en el ejercicio clínico diario. De ellos, el KCr es el test más difundido, pero cuando la FG desciende aumenta la secreción tubular de creatinina (Cr), por lo que sobrestima el FG real hasta en un 10-30%. (Soveri, 2014).

En cuanto a la Cr sérica, su rango normal es de 0,8-1,3 mg/dl en el hombre y 0,6-1,0 mg/dl en la mujer; ésta comienza a aumentar cuando el FG desciende un 50%. En fases avanzadas incluso pequeños cambios en el FG provocan incrementos importantes de la Cr sérica (Soveri, 2014).

Existen fórmulas para el cálculo del FG a partir de la Cr sérica junto a variables analíticas, demográficas y/o antropométricas, sin necesidad de recolección de la orina de 24 horas (Tabla 2). Las más empleadas son la fórmula MDRD simplificada (4 variables) o completa (6 variables), y la ecuación de CKD-EPI (Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration), ésta última con mayor precisión (Tabla 3). Se ha demostrado que la ecuación de Cockcroft es menos precisa en mayores de 65 años o con pesos extremos (Levey, AS. Et al. 2011).

Tabla 2. Fórmulas para calcular el FG

FÓRMULA	DESCRIPCIÓN
MDRD simplificada	$186 \times Cr \times edad \times (0,742 \text{ si mujer}) \times (1,21 \text{ si raza negra})$
MDRD completa	$170 \times Cr \times edad \times BUN \times \text{Albúmina} \times (0,762 \text{ si mujer}) \times (1,18 \text{ si raza negra})$
Cockcroft-Gault	$((140 - edad) \times \text{Peso (kg)} / 72 \times Cr) \times (0,85 \text{ si es mujer})$
Aclaramiento Cr (orina 24hrs)	$(Cr \text{ orina (mg/dl)} \times \text{Volumen orina (ml/min)}) / Cr \text{ sérica (mg/dl)}$

Tabla 3. Ecuación CKD-EPI

RAZA	SEXO	Cr Sérica (mg/dl)	ECUACIÓN
Negra	Mujer	≤ 0.7	$GFR = 166 \times (Cr \text{ Sérica} / 0.7)^{-0.329} \times (0.993)^{Edad}$
Negra	Mujer	> 0.7	$GFR = 166 \times (Cr \text{ Sérica} / 0.7)^{-1.209} \times (0.993)^{Edad}$
Negra	Varón	≤ 0.9	$GFR = 163 \times (Cr \text{ Sérica} / 0.9)^{-0.411} \times (0.993)^{Edad}$
Negra	Varón	> 0.9	$GFR = 163 \times (Cr \text{ Sérica} / 0.9)^{-1.209} \times (0.993)^{Edad}$
Blanca u otra	Mujer	≤ 0.7	$GFR = 144 \times (Cr \text{ Sérica} / 0.7)^{-0.329} \times (0.993)^{Edad}$
Blanca u otra	Mujer	> 0.7	$GFR = 144 \times (Cr \text{ Sérica} / 0.7)^{-1.209} \times (0.993)^{Edad}$
Blanca u otra	Varón	≤ 0.9	$GFR = 141 \times (Cr \text{ Sérica} / 0.9)^{-0.411} \times (0.993)^{Edad}$
Blanca u otra	Varón	> 0.9	$GFR = 141 \times (Cr \text{ Sérica} / 0.9)^{-1.209} \times (0.993)^{Edad}$

También tenemos la ecuación CKD-EPI expresada como una sola ecuación, la cual es: $GFR = 141 \times \min(Cr \text{ sérica} / K, 1)^\alpha \times 0.993^{Edad} \times [1,018 \text{ si Mujer}] \times [1.159 \text{ si Raza Negra}]$, donde k es 0,7 para mujer y 0.9 para varón, α es -0,329 para mujer y -0,411 para varón.

Previamente comentado, la proteinuria es el principal factor modificable que influye tanto en el pronóstico, así como en la toma de decisiones clínicas, siendo además un factor independiente de riesgo cardiovascular. Se sabe que presenta un efecto tóxico renal directo, induce la inflamación y la fibrosis tubulointersticial, y contribuye además a la pérdida de la masa nefronal (McClellan, 2003).

La muestra de orina de 24 horas se considera el estándar de oro para el diagnóstico, pero es difícil garantizar una recolección completa y adecuada. Se ha propuesto la determinación simultánea de Cr en la muestra de orina, que permite determinar un cociente albumina o proteínas totales/Cr, teniendo buena correlación con la orina de 24 horas. El rango de excreción de albúmina entre 30 y 300 mg/24 horas (20-200 $\mu\text{g}/\text{min}$) se conoce como microalbuminuria, actualmente substituido por "albuminuria moderadamente elevada".

La albuminuria persistente durante >3 meses es un factor de riesgo importante para el deterioro renal progresivo, así como de eventos cardiovasculares, incluso es considerada una manifestación de daño endotelial difuso, y su aparición nos debe dirigir hacia la realización de prácticas renoprotectoras y de modificación de factores de riesgo cardiovascular (Glassock, 2010).

Además, la albuminuria deberá ser considerada siempre que exista en ausencia de otros factores que puedan aumentarla, como fiebre, ejercicio, infecciones urinarias, o insuficiencia cardíaca.

La detección (Glassock, 2010) con tiras reactivas está actualmente indicado en pacientes con riesgo de ERC. Si la proteinuria es negativa o solo trazas está indicado determinar el cociente albúmina/creatinina en muestra aislada de orina. Si es positiva, se debe calcular el cociente proteína/creatinina en muestra de orina, y de verificarse positivo está indicada una evaluación diagnóstica renal.

1.1.2 Factores de Riesgo

Existen factores de riesgo de inicio y de progresión de la ERC, que a su vez, pueden potenciar una enfermedad renal primaria. La coexistencia simultánea de estos factores contribuye a que se potencie el daño (Figura 1). Varios de ellos, comparten los mecanismos fisiopatológicos, como la proteinuria y la hiperfiltración (Chosco, 2020).

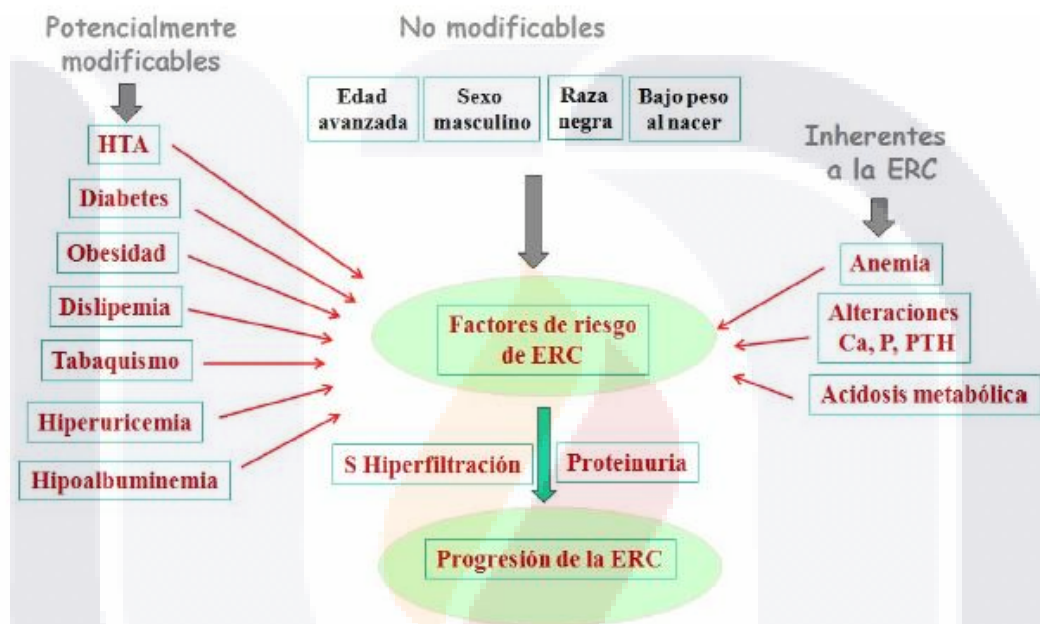


Figura 1. Factores de riesgo

En dicha imagen observamos condiciones no favorables, alteraciones comórbidas potencialmente modificables, que pueden inducir daño renal de manera directa, así como alteraciones inherentes a la ERC y que son factores de riesgo de progresión.

Además, se ha descrito que el bajo peso al nacer se asocia a un menor número de nefronas y al posterior desarrollo de ERC. De hecho, la pérdida de masa renal, ya sea de forma experimental o en pacientes por cualquier patología clínica, se asocia de manera general a hipertensión glomerular e incremento de la filtración glomerular. (Vikse, 2008).

En cuanto a los factores de riesgo modificables, que además son predictores, están directamente relacionados a la magnitud de la proteinuria, siendo el mayor factor de riesgo de progresión de la enfermedad. Es por ello que el manejo de la ERC se basa fundamentalmente en medidas antiproteinúricas, como se comentó previamente.

Cuando la función renal está conservada (FG 70-100% del normal), los pacientes no suelen presentar síntomas urémicos. A medida que la pérdida de nefronas continúa, disminuye la capacidad de filtración y concentración del riñón, siendo la poliuria y la nicturia los primeros síntomas. Cuando el FG es menor a 30 ml/min aparecen síntomas que constituyen el síndrome urémico: astenia, anorexia y náuseas, déficit de concentración, edemas, parestesias, e insomnio, siendo en ocasiones inespecíficos. Además, si la enfermedad evoluciona lentamente, pueden estar asintomáticos hasta etapas terminales, con un FG de 10 ml/min o menos. Las manifestaciones clínicas y bioquímicas que presentan estos pacientes son (Chosco, 2020) (Tabla 1):

Tabla 4. Manifestaciones clínicas y bioquímicas de la ERC

SISTEMA NERVIOSO	
<ul style="list-style-type: none"> • Encefalopatía urémica • Neuropatía periférica • Neuropatía autonómica 	<ul style="list-style-type: none"> • Alteración estado conciencia, asterixis, mioclonos • Difuso, simétrico, sensitivo. Síndrome de piernas inquietas de predominio nocturno. • Hipotensión ortostática, respuesta anormal a maniobra de Valsalva, trastornos en sudoración.
SISTEMA HEMATOLÓGICO	
<ul style="list-style-type: none"> • Anemia • Disfunción plaquetaria • Déficit inmune 	<ul style="list-style-type: none"> • Palidez, astenia, taquicardia, angor hemodinámico • Equimosis, hemorragias. • Inmunidad celular y humoral.
SISTEMA CARDIOVASCULAR	
<ul style="list-style-type: none"> • HTA • ICC • Angina de pecho • Arritmias 	<ul style="list-style-type: none"> • Pericarditis • Claudicación intermitente • Accidentes cerebrovasculares
APARATO DIGESTIVO	
<ul style="list-style-type: none"> • Anorexia 	<ul style="list-style-type: none"> • Hemorragia digestiva alta o baja

• Náuseas y vómito	• Diverticulitis
SISTEMA LOCOMOTOR	
• Prurito	• Trastornos del crecimiento
• Dolores óseos	• Debilidad muscular
SISTEMA ENDÓCRINO	
• Dislipidemia	• Alteraciones de la función sexual / reproductora
• Hiperglucemia	• Ginecomastia
• Hiperinsulinemia	• Resistencia periférica a la insulina
TRASTORNOS ELECTROLITICOS Y DEL EQUILIBRIO ACIDO BASE	
• Hiperfosfatemia	• Hiponatremia
• Hipocalcemia	• Hiperpotasemia
• Hiper magnesemia	• Acidosis metabólica

1.1.3 Epidemiología

La ERC es uno de los principales retos de la Salud Pública en nuestro país. El número de pacientes con este padecimiento ha aumentado en todo el mundo debido al incremento de las enfermedades metabólicas como obesidad, hipertensión arterial sistémica y DM2. En México se estima que existen 12.8 millones de pacientes con DM2 con una prevalencia de 13.5 %, la cual es una de las más altas a nivel mundial (Federación Mexicana de Diabetes, 2020).

Por otra parte, la prevalencia de obesidad y sobrepeso es de 28.9 y 64.9 % respectivamente. (Global Health Observatory, GHO 2020). La exposición crónica de estas patologías, aunado a un mayor acceso a los servicios de salud, ha traído como consecuencia un aumento de las complicaciones crónicas, como lo es la ERC.

A partir de junio del 2018 se inició el Registro Estatal de Enfermedad Renal Crónica del Estado de Aguascalientes, por medio del Instituto de Servicios de Salud del Estado de Aguascalientes, instituciones públicas (IMSS, ISSTE e ISSEA) y privadas, con el fin de establecer el compromiso de reportar los pacientes que se encuentren en tratamiento sustitutivo (hemodiálisis, diálisis peritoneal y trasplante) (Arreola, 2019).

En el estado existen 1883 pacientes en terapia de sustitución renal, ya sea diálisis o hemodiálisis y 914 con trasplante renal. La prevalencia de ERC en sustitución renal es de 1,325 pmp (por millón de población). Si sumamos la prevalencia de pacientes en trasplante renal, la prevalencia es 1,976 ppm siendo una de las mayores en el mundo.

El municipio con mayor prevalencia es Calvillo, donde existen 2923.83 casos pmp, seguido del municipio Aguascalientes, con 2533.51 casos pmp; le siguen Pabellón de Arteaga con 837.34 casos pmp; Rincón de Romos con 849.02 casos pmp. En el resto de los municipios la prevalencia es menor, siendo San José de Gracia con 99.48 casos pmp. (Arreola, 2019). La edad promedio de los pacientes en diálisis en Aguascalientes es de 45.5 años (± 17.9), y afecta con mayor frecuencia a hombres (61%).

Según los resultados del Registro Estatal, la causa con mayor prevalencia de ERC en terapia de sustitución, es la clasificada como “causa desconocida”, hasta en un 53 %, seguida de Diabetes Mellitus 22%. Hipertensión con el 11.3 %. La edad promedio de estos pacientes es de 39.1 años, mientras que los pacientes con enfermedades degenerativas como diabetes mellitus fue de 59 años.

Como vemos, la prevalencia de pacientes en tratamiento de ERC en nuestro estado es de las más altas en el mundo (1975 pmp), siendo el quinto lugar (United States Renal Data Sytem. Capítulo 11, 2020).

1.1.4 Impacto de la Enfermedad

Siendo una de las principales causas de muerte, existen además otros factores importantes como los son los años de vida con discapacidad y los años de vida perdidos, teniendo más impacto en la Salud Pública del país de manera general.

Sabemos que la ERC junto con la DM2 son las principales causas de años vividos con discapacidad y años de vida perdido en nuestro país, y la ERC de origen desconocido tienen el mayor impacto en estos términos a nivel global (Alegre Díaz J, 2016)

Así mismo, los costos de atención son altos y demandantes para el sistema de salud. El instituto mexicano del seguro social (IMSS), según su Página Oficial, en el año 2014 erogó 13,250 millones de pesos siendo el 15 % del gasto total anual de la institución, con un gasto promedio anual por paciente de 381 mil pesos, este costo es el mayor de todas las patologías atendidas en dicha institución. Además, en el año 2017, la ERC representó el tercer lugar en gastos (10,326 Mdp), por debajo de DM (41,368 Mdp) e HTA sistémica (22,313 Mdp), sin embargo, se debe considerar que los pacientes atendidos por ERC fueron únicamente 69,267, mientras que los pacientes con DM fueron hasta 2,872 millones y los pacientes con HAS fueron 4,553 millones. (Página Oficial del Instituto Mexicano del Seguro Social, 2020).

1.2 FISIOPATOLOGÍA DE LA ERC

Cada riñón cuenta aproximadamente con 1 millón de nefronas que contribuyen a la TFG total. Cuando nos enfrentamos a una injuria renal, independiente de la etiología, el riñón tiene una habilidad innata para mantener la TFG. Luego de la destrucción masiva de nefronas, se presenta entonces en las nefronas sanas hipertrofia compensadora e hiperfiltración (Chosco, 2020).

Esta adaptabilidad de las nefronas se continúa para preservar el aclaramiento de los solutos plasmáticos. Sustancias en el plasma como la urea y la creatinina, solo empiezan a aumentar cuando la TFG ha disminuido en un 50%, luego de que la reserva renal está agotada.

De los mecanismos fisiopatológicos involucrados en el desarrollo y progresión de la ERC, la hiperfiltración glomerular es objeto de estudio desde que fue descrito por Brenner en el año 1996. El autor describió que el aumento de la FG explica la progresión de la insuficiencia y el daño estructural glomerular en pacientes que presentan menor número de nefronas funcionantes (Helal, 2012).

Aunque la hipertrofia y la hiperfiltración de las nefronas residuales pudieran parecer benéficos, se ha postulado la hipótesis de que estos mecanismos representan la mayor causa de progresión a disfunción renal, esto ocurre por la glomeruloesclerosis generada por estos fenómenos y que eventualmente genera glomeruloesclerosis global (Chosco, 2020).

Por medio de experimentos se ha demostrado que animales con masa renal reducida consecuentemente llevará a una esclerosis glomerular de las nefronas funcionantes y que éste fenómeno se ve acelerado por medio de dietas hiperproteicas (Helal, 2012).

Por tanto, la disminución del número de nefronas condiciona una hiperfiltración en las nefronas sanas, disminución de la resistencia en las arteriolas aferentes y eferentes glomerulares, aumento del flujo y finalmente del FG. En conjunto, estos cambios

producen alteraciones funcionales y estructurales en el endotelio, el epitelio y las células mesangiales, provocando microtrombosis, microaneurismas, expansión del mesangio glomerular y finalmente esclerosis glomerular (Sellares, 2021).

Durante estos mecanismos fisiopatológicos, la angiotensina II activa diferentes factores de crecimiento, como el factor transformador de crecimiento beta (TGF beta), que además facilita la síntesis de proteínas profibróticas e inhibe la degradación de la matriz extracelular glomerular. También activa el factor de transcripción NF-B, que estimula la síntesis de citoquinas proinflamatorias y moléculas de adhesión.

En el caso de la aldosterona, se piensa que actúa induciendo la HTA mediante la retención de sodio y expansión del espacio extracelular, estimulando también la producción de TGF beta de actividad profibróticas en riñón y corazón. (Coresh, J. 2003). Otros mecanismos descritos son la oxidación de lipoproteínas a nivel glomerular y la hipoxia, que inducen la síntesis de factores proinflamatorios y profibróticos. (Sellares, 2021).

1.2.1 ERC de Origen Desconocido

En los años 90, surgieron brotes de nefropatía crónica en diversas partes del mundo, siendo de mayor incidencia en la costa pacífica, desde el sur de México hasta Panamá (nefropatía mesoamericana), en las provincias Central-Norte y Norte de Sri Lanka (nefropatía de Sri Lanka) y en la provincia Andhra Pradesh en India (nefropatía de Uddanam) (Wesseling C, 2014).

La etiología de estas nefropatías era un misterio, ya que no se relacionaban con enfermedades crónicas. La enfermedad se designó en inglés como “Chronic Kidney Disease of unknown etiology (CKDu)” mientras que la Organización Panamericana de la Salud (OPS) la denominó “enfermedad renal crónica de origen no tradicional (ERCnt)”. En el presente estudio se denomina ERC de causa desconocida.

La ERC de causa desconocida se presenta en trabajadores jóvenes en zonas agrícolas tropicales pobres, más frecuente en hombres que en mujeres, principalmente en cortadores de caña de azúcar en Mesoamérica, agricultores de arroz en Sri Lanka y agricultores de marañón, coco y arroz en India. En Mesoamérica también se han encontrado altos índices de ERC en trabajadores de la construcción y minería, entre otros. Por lo cual, existe un fuerte componente ocupacional. (Wesseling C, 2014).

Sin embargo, como la ERC de causa desconocida no tiene una comorbilidad asociada es muy frecuente que el paciente debute con ERC en estadios avanzados lo cual dificulta las maniobras de tamizaje basado en factores de riesgo. En la mayoría de los países donde ocurre esta enfermedad, no existen adecuadas condiciones de salud que faciliten la terapia renal sustitutiva, lo que incrementa la mortalidad por esta causa.

Aún no está establecido que las nefropatías de origen desconocido corresponden a la misma entidad clínica, sin embargo, se ha encontrado que se comportan como una nefritis túbulo-intersticial sin proteinuria significativa, además las biopsias realizadas a cortadores de caña de Nicaragua y El Salvador demostraron la presencia de patología glomerular primaria importante (Wijkström J, 2017).

Los factores de riesgo sugeridos son los plaguicidas (especialmente el herbicida glifosato), sin embargo aún no son del todo convincentes; la exposición a metales pesados (como son cadmio y arsénico); el consumo excesivo de medicamentos nefrotóxicos antiinflamatorios no esteroideos (AINE's) y antibióticos (aminoglucósidos), consumo de alcohol ilegal y de bebidas azucaradas (fructosa); la hiperuricemia y predisposición genética; los agentes infecciosos (leptospirosis, hantavirus, malaria) y, actualmente se ha descrito el estrés térmico (Wesseling C, 2014).

El estrés térmico, entre los cuales se encuentra la asociación entre el golpe de calor y la insuficiencia renal aguda (IRA), son factores que se continúan estudiando. Incluso, algunos investigadores han propuesto que la ERC de origen desconocido es una enfermedad ocupacional relacionada con el calentamiento global (Glaser J, 2016).

Por tanto, las poblaciones más afectadas son trabajadores que hacen esfuerzos físicos en climas muy cálidos, como son los trabajadores cortadores de azúcar, quienes llevan un esfuerzo cardiaco similar o superior al experimentado durante ejercicios intensos como son carreras o ejercicios militares de varios días, aunque los cortadores de caña realizan esta labor diariamente durante meses o años. A nivel experimental se ha mostrado que ratones expuestos a calor sin poder hidratarse durante el día desarrollan daño túbulo-intersticial renal. Se han descrito varios mecanismos involucrados en la patología renal por deshidratación crónica, incluyendo la liberación crónica de vasopresina por hiperosmolaridad periódica, activación anormal de la ruta del poliol con producción y metabolismo de fructosa, formación de radicales libres, estrés oxidativo, esto por producción de ácido úrico en la corteza renal, hipertensión glomerular y lesiones tubulares debido a niveles séricos altos de ácido úrico (Roncal-Jiménez C, 2015).

En el año 2016, el Consorcio para la Investigación de la Nefropatía Mesoamericana (CENCAM) en conjunto con el Comité Científico de la 2a Reunión Internacional sobre la Nefropatía Mesoamericana (San José, Costa Rica, noviembre 2015) declararon que el estrés térmico ocupacional es un factor clave probable, descartando que la ingesta de alcohol y metales pesados juegan un papel importante. Además, recomendaron realizar más investigación respecto al papel de ciertos plaguicidas, los AINE's, agentes infecciosos, factores genéticos y las determinantes sociales que pudieran estar involucradas en el origen y evolución de la enfermedad, así como la interacción de estrés térmico con los diferentes factores de riesgo (CENCAM 2016).

Sin embargo, esto continúa en investigación. Además, en nuestra población de estudio se podría descartar una etiología por estrés térmico, ya que es poco probable que la población de estudio también se dedique al campo. Una posible causante es el agua de la región y sus características químicas, sin embargo, sigue siendo tema de debate.

1.3 DIAGNÓSTICO POR IMAGEN DE LA ERC

Las técnicas imagenológicas tienen un papel fundamental para el diagnóstico de las diferentes entidades renales. Si bien, el examen físico y las pruebas de laboratorio son de utilidad en el diagnóstico, cada vez más los métodos imagenológicos han cobrado importancia para el mismo fin. (Helal, 2012).

Numerosos trastornos renales convergen en el estado común que cursa con atrofia y fibrosis cortical, lo cual ayuda a identificar los pacientes con trastornos irreversibles, y el primer estudio de imagen será el ultrasonido renal. (Sellares, 2021). A continuación, se describen los estudios de imagen relevantes para el presente estudio.

1.3.1 Ecografía

Éste es un método rápido, eficaz, cómodo, e inócuo, no utiliza radiación ionizante. Es la prueba obligada en todos los casos para comprobar en primer lugar que existen dos riñones, medir su tamaño, analizar su morfología y descartar la obstrucción urinaria. (O`Neill, 2001).

En la exploración renal por ecografía bidimensional de manera rutinaria y normal, habitualmente se distinguen tres estructuras, además de las características morfológicas generales, observando la corteza renal, que se encuentra periféricamente a manera de banda homogénea con ecogenicidad semejante al hígado. Luego en la medula se visualizan las pirámides renales, con poca ecogenicidad, los vasos que se describen como hiperecogénicas que se puede utilizar como punto de referencia para la determinación de la relación con la corteza y las columnas de Bertini, que se visualizan como proyecciones del tejido cortical adyacentes a las pirámides; y el seno renal, se visualiza como una estructura ovoide, hiperecogénica en el corte sagital y de forma redondeada en el corte transversal (O`Neill, 2001).



Figura 2. Anatomía normal ecográfica del riñón derecho.

Cuando vemos una reducción en el tamaño renal, es importante comprobar que no se trata de una imagen tangencial u oblicua y que no guarda relación con una estatura corta del paciente. Los riñones pequeños o de menor tamaño (por debajo de 9 cm, según superficie corporal) indican cronicidad. Si los riñones presentan una diferencia de tamaño superior a 2 cm entre ellos, puede ser secundario a patología de la arteria renal, reflujo vesicoureteral o diversos grados de hipoplasia renal unilateral (Schmidt, 2008).

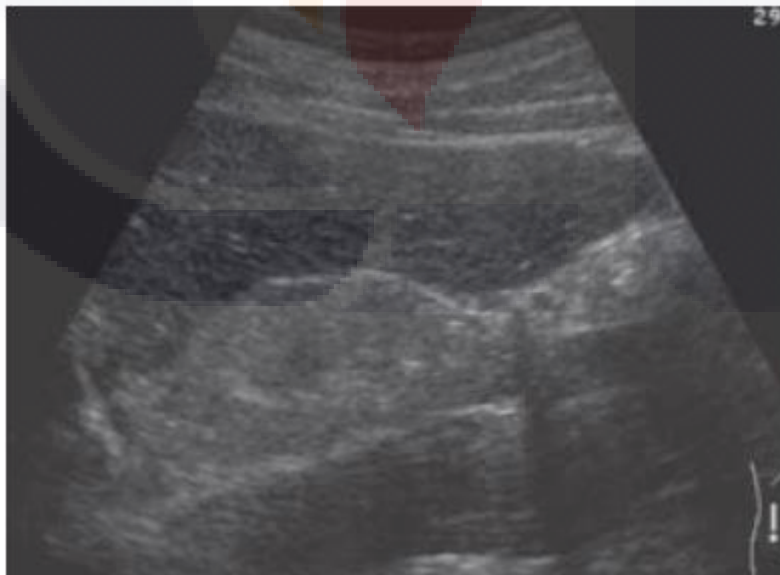


Figura 3. Riñón pequeño e hiperecogénico que sugiere daño renal crónico.

La imagen ecográfica de la insuficiencia renal crónica resulta fácil de identificar, siendo la disminución del tamaño renal, del espesor del parénquima renal (especialmente de la corteza) y aumento de la ecogenicidad de la corteza renal, lo cual nos indica la presencia de fibrosis y esclerosis. En ocasiones, la corteza es tan ecogénica que difícil diferenciarla del tejido adiposo, dando lugar a una ecogenicidad renal difusa.

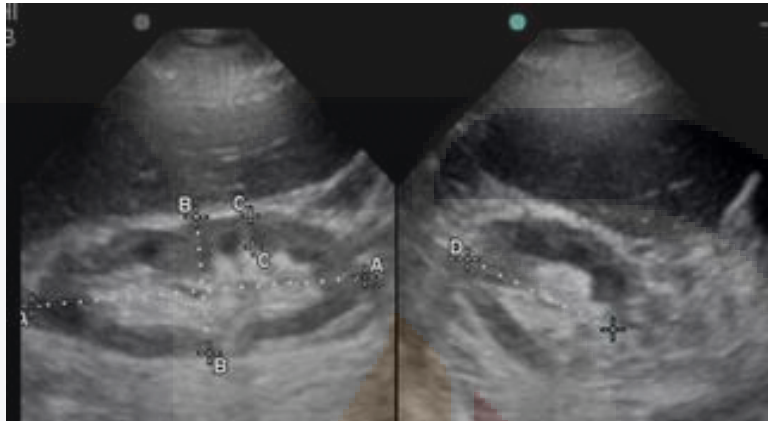


Figura 4. Ecografía del riñón derecho que muestra un tamaño conservado, pero con cortical hiperecogénica y medular hipoecogénica, con espesor disminuido a expensas de la cortical.

En otros casos, la corteza no presenta excesiva ecogenicidad, permitiendo distinguir el adelgazamiento de su espesor. Sin embargo, no existen datos exactos sobre el espesor normal de la corteza renal, aunque valores inferiores a 7mm se consideran anormales. Cuando no es posible determinar el espesor de la corteza por la imposibilidad de distinguir las pirámides medulares, se puede apreciar el adelgazamiento cortical como adelgazamiento total de la totalidad del parénquima. El punto de corte se ha establecido en 12mm (O'Neill, 2001).

El adelgazamiento del espesor cortical aparece en gran número de trastornos, y es más frecuente en la patología vascular (nefroesclerosis e insuficiencia arterial renal) que en las enfermedades glomerulares.

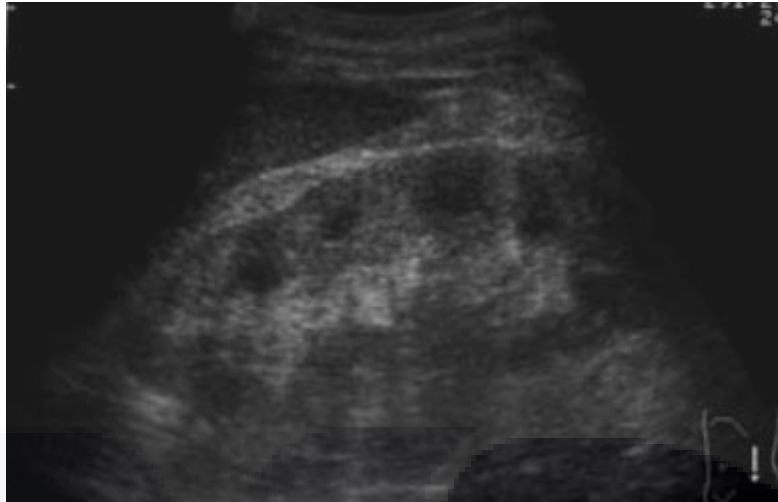


Figura 5. Ecografía renal de un paciente con diabetes, que muestra aumento de la ecogenicidad cortical, que hace ver más nítidamente a las pirámides medulares. Se conserva el tamaño renal normal.

Otra de las manifestaciones del adelgazamiento cortical es la lobulación más acentuada debido a la pérdida de corteza en las columnas de Bertín entre las pirámides medulares. De todas las características que acompañan a la atrofia cortical, la más fiable es el adelgazamiento de la misma. En ocasiones, los hallazgos de enfermedad renal crónica pueden ser unilaterales, lo que implica un trastorno vascular (Schmidt, 2008).

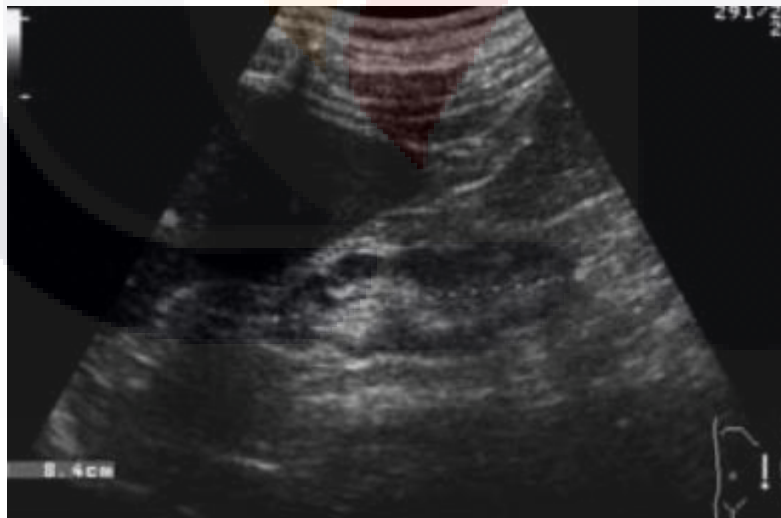


Figura 6. Riñón que presenta disminución de tamaño, de contornos lobulados y adelgazamiento marcado del parénquima.

El aumento de ecogenicidad es una determinación subjetiva que puede alterarse por la presencia de artefactos y no siempre indica fibrosis o esclerosis, ya que también puede deberse a infiltrados celulares. Por lo tanto, se debe tener cuidado de determinar un daño renal crónico con base en sólo la ecogenicidad (Schmidt, 2008).

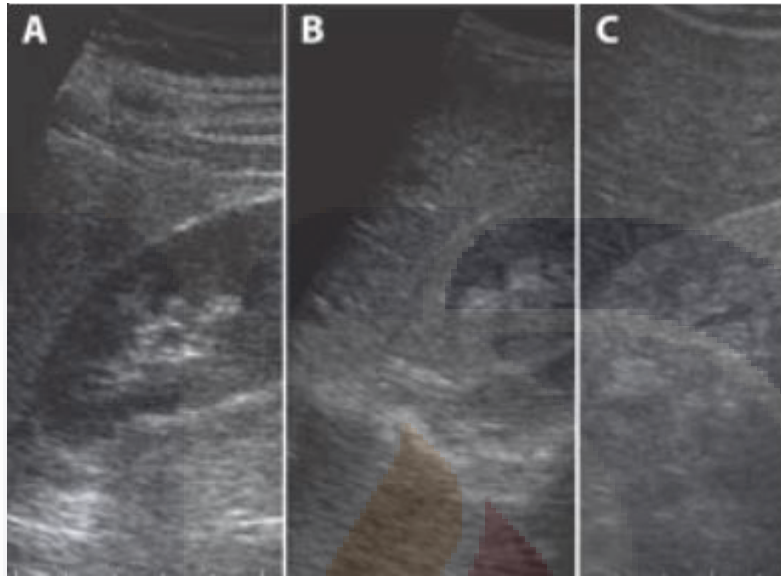


Figura 7. Patrones de ecogenicidad renal: normal (A), isoecogénico respecto al hígado (B) e hiperecogénico (C).

La medición precisa de la longitud de los riñones depende de poder obtener una imagen que comprenda los límites extremos de los polos tanto inferior como superior del riñón y en una sola imagen. Se deben evaluar en inspiración y espiración para asegurarse de que se ven de forma completa, ya que las sombras costales y gas intestinal pueden interferir en su visualización completa. Ambos riñones se deben medir en planos longitudinal y transversal (Schmidt, 2008).

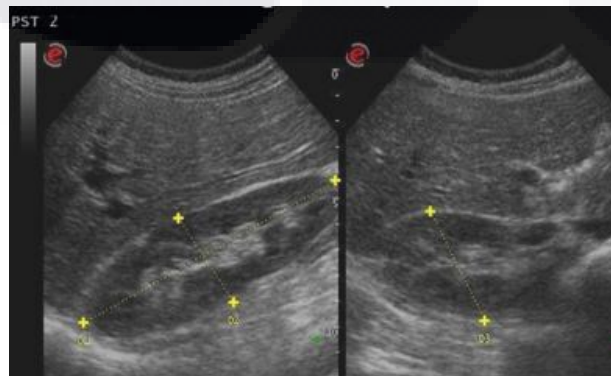


Figura 8. Medición del riñón derecho en sus ejes longitudinal y transversal, para obtener su eje anteroposterior se realiza la medida en el eje transverso a nivel del hilio renal.

Las mediciones de la longitud renal en los ultrasonidos realizados a nuestra población de estudio se basan en esta referencia bibliográfica.

Algunas exploraciones ecográficas necesitan la valoración de los vasos renales con ultrasonido Doppler. La ecografía dúplex tiene la ventaja de proporcionar datos anatómicos y funcionales de las arterias renales. La visualización directa de la arteria renal (modo B) se combina con la medida (Doppler) del flujo sanguíneo y de sus características.

En la mayoría de los casos, el espectro Doppler no se ve afectado sino hasta fases tardías de la enfermedad, pudiendo manifestarse de manera temprana con un aumento de la resistencia al flujo sanguíneo, incremento de los índices de pulsatilidad y resistencia además de lo observado en modo B. De manera general, en la enfermedad en fase terminal es difícil detectar cualquier flujo sanguíneo con el Doppler color, energía o espectral y, si es detectable, los espectros Doppler son de amplitud sistólica baja y con flujo diastólico escaso o ausente. Por ello, el uso del Doppler tiene una utilidad limitada en la nefropatía difusa (Allan, 2008).

1.3.2 Tomografía

La tomografía computarizada (TC), a pesar de suponer exposición a radiación, puede en muchos casos proporcionar información muy valiosa que haga aconsejable su uso.

En la actualidad, los tomógrafos computados multicortes (TCMC) obtienen imágenes de alta resolución espacial y temporal, que junto a reconstrucciones multiplanares y tridimensionales de alta calidad han hecho que la Urografía por Tomografía (UroTC) sea la técnica de elección para la evaluación del tracto urinario. Como sabemos, la limitación del estudio es la toxicidad al medio de contraste, sobre todo en pacientes con insuficiencia renal, así como el empleo de la radiación ionizante, por lo que su uso debe ser justificado (Hermosilla M, 2019).

La UroTC además permite una evaluación completa, además de la detección y caracterización de neoplasias malignas del urotelio. En la fase simple se evalúa la morfología y tamaño renal y es útil en la evaluación de litiasis urinaria; en las diversas fases del estudio se evalúa la presencia de tumores renales, lesiones traumáticas o infecciosas y es posible descartar la presencia de malformaciones congénitas, además se observa el resto del abdomen y pelvis, lo cual es útil en la estadificación de pacientes con neoplasias, así como el diagnóstico de patología extraurinaria (Hermosilla M, 2019).

Por tanto, la UroTC consiste en las siguientes fases:

- Adquisición de imágenes en fase simple, para evaluación morfológica y detección de urolitiasis.
- Después de la administración de contraste intravenoso se realiza:
 - Adquisición en fase corticomedular, 10 segundos posteriores.
 - Fase ó nefrográfica, 30 segundos posteriores.
 - Fase de excreción del medio de contraste, 7 a 10min después de la administración del medio de contraste.

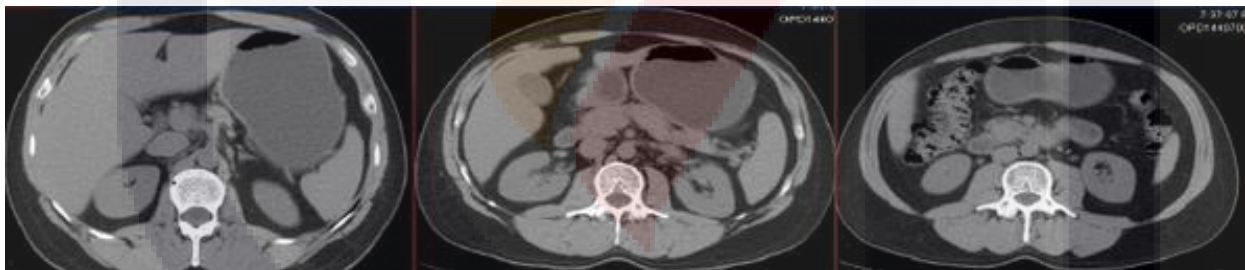


Figura 9. Tomografía en fase simple en cortes axiales, donde nos enfocamos en la morfología renal, ambos polos renales e hilio renal, así como trayecto ureteral y su desembocadura en la unión vesicoureteral.



Figura 10. Tomografía en cortes axiales en fase corticomedular. Se demuestra el árbol vascular arterial y la captación del medio de contraste en la corteza renal.

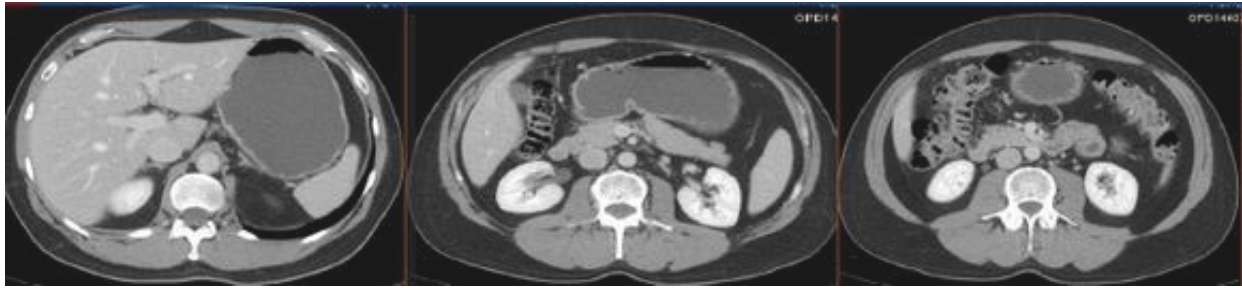


Figura 11. Tomografía en cortes axiales en fase nefrográfica parenquimatosa, donde la totalidad del parénquima renal capta el medio de contraste. En esta fase se identifican lesiones ocupativas y se demuestran los vasos renales.

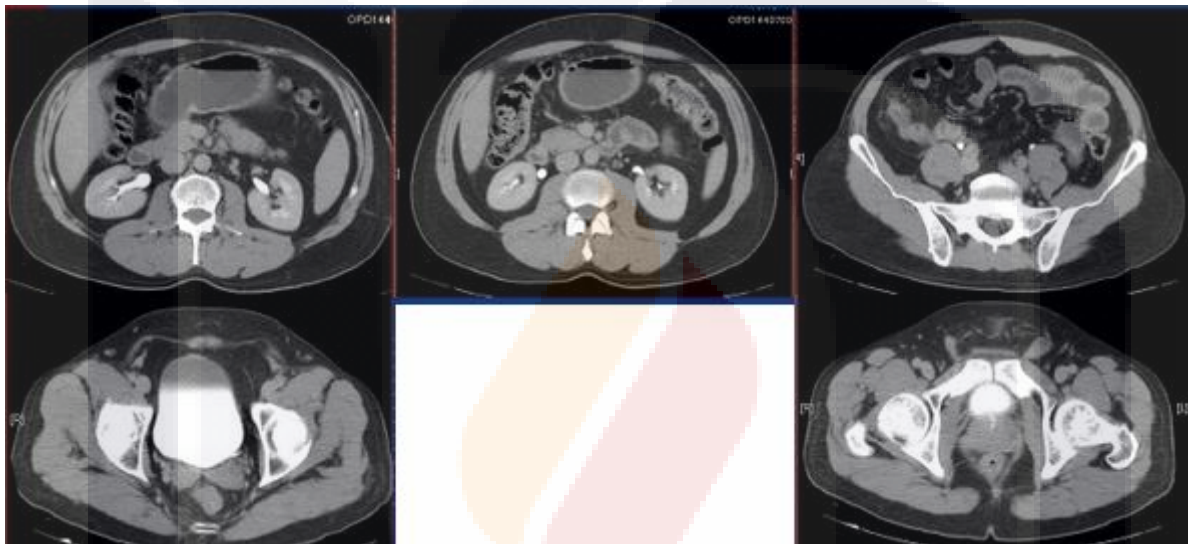


Figura 12. Tomografía en cortes axiales en fase excretora, donde se identifican defectos de llenado en trayecto ureteral, así como el contenido intravesical.

Para obtener el tamaño renal, se requiere reconstrucciones coronales, donde se trazará una sola línea recta desde el polo superior al polo inferior, y de esta forma obtener el eje longitudinal mayor (Herts, MD. 2009).

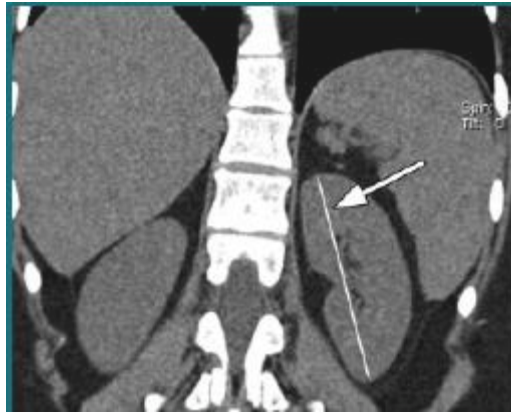


Figura 13. Tomografía en fase simple coronal que muestra la medición del riñón izquierdo.

Para los ejes anteroposterior y transverso, se toma como referencia la línea media renal en las imágenes axiales, siendo esta línea paralela a la dirección de las estructuras hiliares.

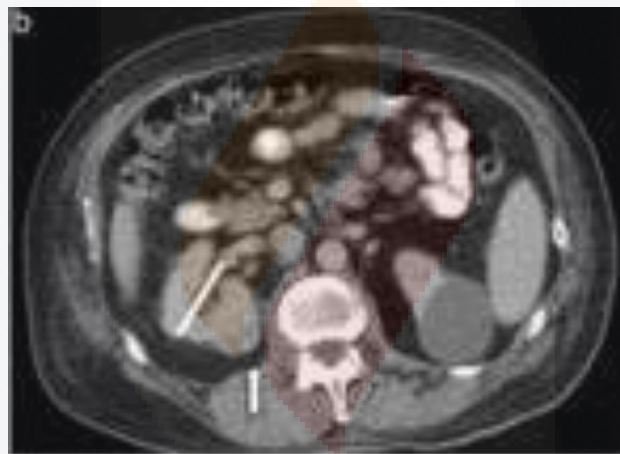


Figura 14. Tomografía en fase simple axial que muestra la línea media renal derecha en dirección hacia las estructuras renales, como referencia para la medida anteroposterior. En este punto se mide además el eje transverso de extremo medial a lateral del riñón. Se observa además quiste en riñón izquierdo.

En un artículo publicado en 2015, explica que, al medir la longitud renal, no solo debe medirse en plano coronal, sino también en plano sagital, ya que en plano coronal se subestima el tamaño renal en 6-8mm, en cambio, teniendo los dos ejes como referencia, se obtiene solo un error medio de tan solo 3mm (Lisanti, 2015). Esto se logra con un desplazamiento lateral en la reconstrucción sagital, buscando el polo más superior e inferior para la medición, con ayuda de la observación de la reconstrucción coronal y el corte axial al momento del deslizamiento de la imagen por medio de imágenes multiplanares.

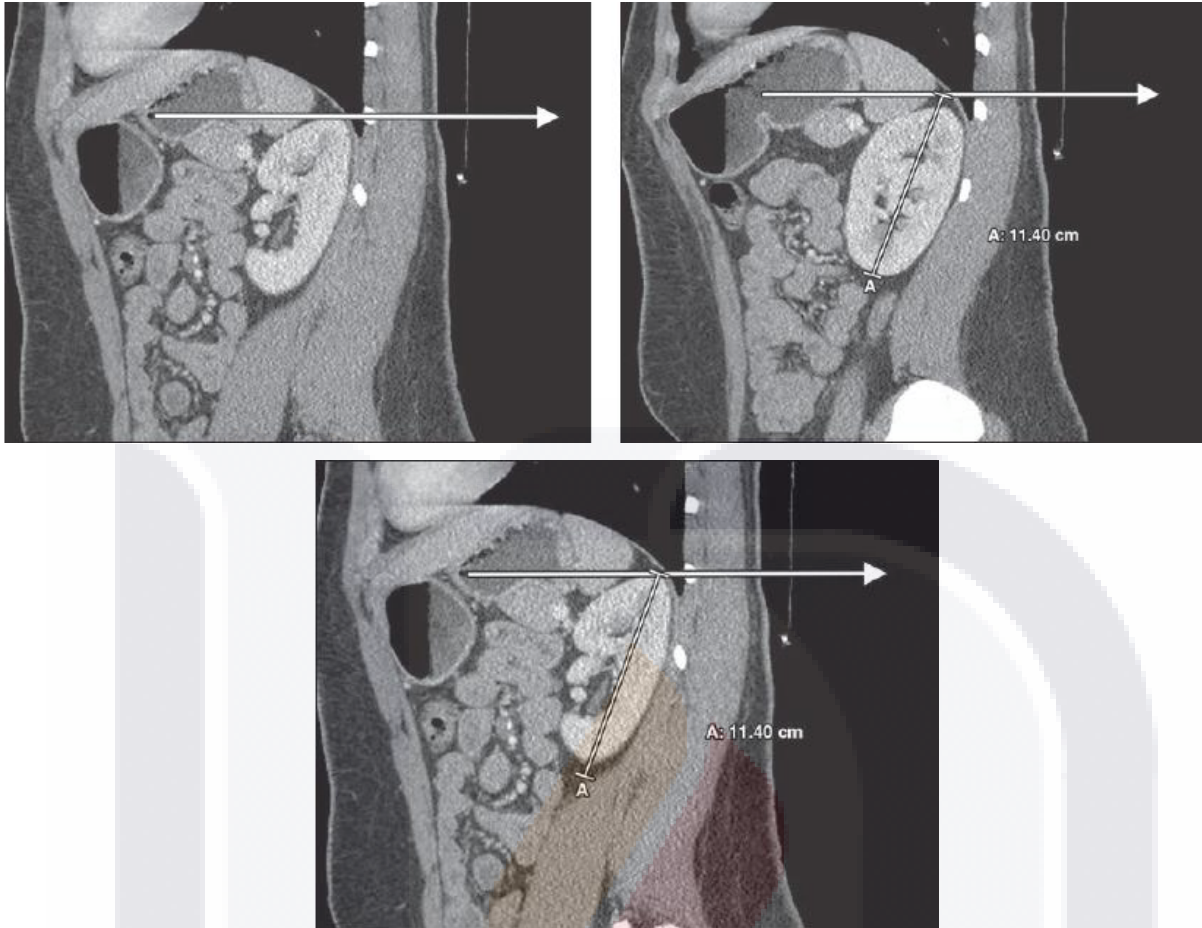


Figura 15 A, Medición del riñón derecho mediante el método de múltiples imágenes en plano sagital con identificación del margen superior (flecha). B, Medición después del desplazamiento para determinar la parte más inferior del riñón. La medición (línea A) se toma a lo largo del eje del riñón desde el margen inferior hasta la línea superior (flecha). C, Verificación de la medición final al mismo nivel que el margen superior (flecha). La medida final (línea A) es de 11,40 cm.

En dicho artículo se solicitó a tres médicos radiólogos llevar a cabo las mediciones, en corte axial y reconstrucciones coronales y sagitales de forma multiplanar con referencia al eje axial en la estación de trabajo, así como múltiples imágenes en un solo plano (sagital); y se observó que sólo se obtuvo un 0-3 mm de variabilidad interobservador de las medidas promediadas para cada método para todos los riñones, con la excepción de medidas axiales, que tenían entre 1 y 5mm de variabilidad.



Figura 16. Medición del riñón en imágenes multiplanares en la estación de trabajo de TC, tomando como referencia el eje axial. La medida final fue 11,48cm, que es 1mm mayor en comparación con el método de múltiples imágenes en plano sagital.

Cabe mencionar que, para la medición de la longitud renal de este estudio, se llevó a cabo con imágenes multiplanares en la estación de trabajo del Tomógrafo de nuestro hospital con base en el artículo de American Journal of Roentgenology (AJR), ya referido. En cuanto a los ejes anteroposterior y transversos, estos se realizan en el plano axial a nivel del hilio renal.

1.3.3 Volumen renal

Una vez obtenidas la longitud, el ancho y la profundidad (dimensiones longitudinal, transversa y anteroposterior, respectivamente) el volumen renal se puede calcular utilizando la fórmula del elipsoide: $Volumen = \frac{\pi}{6} (long \times ap \times transv)$, siendo los ejes anteroposterior y transversos medidos en el hilio renal. Esta fórmula se utiliza en ultrasonido y puede utilizarse en tomografía simple (Lisanti, 2015). De hecho, un artículo publicado en 2007 realiza una comparación entre el volumen renal obtenido por esta fórmula matemática y el volumen obtenido por una técnica de imagen de Resonancia Magnética con un programa especializado para ello. (Cheong, 2007)

1.3.4 Longitud Renal

La estimación de la longitud renal por ultrasonido es un parámetro importante en la evaluación clínica de enfermedad renal y donantes sanos. Cambios en el riñón el volumen puede ser un signo de enfermedad renal. El cambio en el tamaño renal puede ser una evidencia muy sugerente de enfermedad, por lo que su interpretación requiere de parámetros específicos para la población a estudiar. En el caso de América Latina, no se han descrito parámetros normales (Oyuela-Carrasco, 2009).

Algunas enfermedades renales pueden cambiar la morfología características del riñón, como son el tamaño y las características ecográficas. Existen varios estudios que muestran cambios arquitectónicos renales observados por medio de ultrasonido y que apuntan a ciertas enfermedades renales, ya sea de forma patognomónica o no. Sin embargo, hasta la fecha, se les ha atribuido poca importancia a las medidas normales de tamaño del riñón en niños, existiendo pocas percentilas descritas, a pesar de que muchas enfermedades progresan con un aumento o reducción del tamaño de los riñones.

La estimación del tamaño renal por ultrasonido se puede hacer midiendo la longitud, total volumen o espesor cortical. El más exacto es el volumen renal total, que es correlacionado con la altura, el peso y el área corporal total. Esta medición requiere estudios costosos y muy complejos con protocolos específicos, como la TC axial con contraste y MRI (resonancia magnética). Sin embargo, la longitud renal también ha demostrado ser un parámetro confiable con un alto nivel de interacción reproducibilidad interobservador en comparación con la estimación renal volumétrica, que se correlaciona adecuadamente con función y diferentes variables antropométricas (Ablett MJ, 1995). Se puede además realizar en conjunto un cálculo simple de volumen, con la fórmula de elipse (Lisanti, 2015).

Un estudio realizado a 153 adultos sanos en México por medio de ecografía, se observó una correlación importante entre la longitud renal y las diferentes medidas antropométricas tomadas (peso, índice de masa corporal, talla). En este estudio una

diferencia significativa en peso y altura se observó cuando se hicieron comparaciones de género. Al mismo tiempo, las diferencias relacionadas con el género a la longitud renal se confirmaron, mostrando que la longitud de ambos riñones fue significativamente mayor en hombres que en mujeres. La longitud renal por edad según este estudio es la siguiente (Oyuela-Carrasco, 2009):

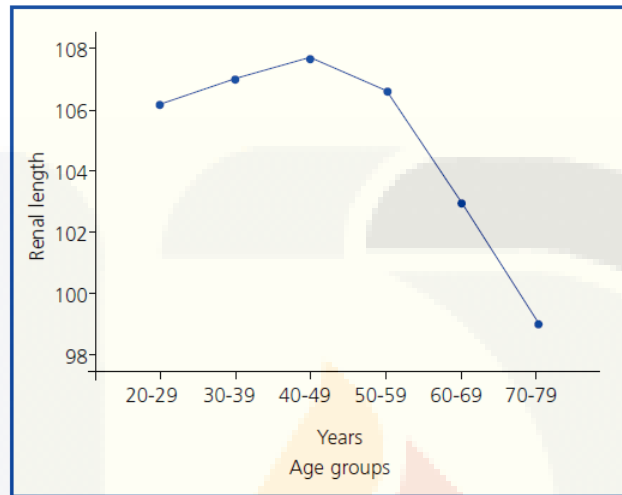


Figure 1. Average renal length by age groups.

Figura 17. Distribución de la longitud renal con la edad en población mexicana en adultos sanos. Extraído de artículo original de Sociedad Española de Nefrología SENEPRO.

Como se observa en la tabla, la longitud renal promedio en la población adulta es entre 106 y 108cm, y a partir de los 40 años se observa un decremento en la misma, en relación además con la función renal. Además, en este estudio se observó una diferencia significativa en peso y altura cuando se hicieron comparaciones de género.

1.3.5 Longitud renal en pediatría

En los niños, el tamaño del riñón es también un dato importante en la evaluación inicial de la enfermedad renal. Se considera a la ecografía es un método útil, no invasivo y económico para realizar de forma fiable (Gavela, T. 2006)

En cuanto a medidas normales en la edad pediátrica, se ha observado también una relación importante con la edad y con la talla. Un estudio realizado a 203 pacientes

pediátricos en Boston, compara la longitud renal medida por ultrasonido con la edad, obteniendo los siguientes valores de referencia (Rosenbaum, David. 1983):

Summary of Grouped Observations—Mean Renal Length

Average Age*	Interval*	Mean Renal Length (cm)	SD	n
0 mo	0–1 wk	4.48	0.31	10
2 mo	1 wk–4 mo	5.28	.66	54
6 mo	4–8 mo	6.15	.67	20
10 mo	8 mo–1 yr	6.23	.63	8
1½	1–2	6.65	.54	28
2½	2–3	7.36	.54	12
3½	3–4	7.36	.64	30
4½	4–5	7.87	.50	26
5½	5–6	8.09	.54	30
6½	6–7	7.83	.72	14
7½	7–8	8.33	.51	18
8½	8–9	8.90	.88	18
9½	9–10	9.20	.90	14
10½	10–11	9.17	.82	28
11½	11–12	9.60	.64	22
12½	12–13	10.42	.87	18
13½	13–14	9.79	.75	14
14½	14–15	10.05	.62	14
15½	15–16	10.93	.76	6
16½	16–17	10.04	.86	10
17½	17–18	10.53	.29	4
18½	18–19	10.81	1.13	8

* Years unless specified otherwise.

Figura 18. Longitud renal por edad en pacientes pediátricos. Extraído de artículo original de American Journal of Roentgenology.

El autor explica que la variable más sencilla para comparar la longitud renal es la edad del paciente. Así mismo, realiza una comparación entre las medidas obtenidas por ultrasonido y con la urografía excretora, explicando que existe variabilidad en el aparente tamaño renal dado por las diferencias entre la distancia del tubo de rayos X con el paciente, la respiración y los efectos osmóticos del medio de contraste yodado. Actualmente dicha técnica radiológica no se utiliza para valorar tamaño renal. La tabla que se muestra previamente es un referente para la longitud renal media por edad y por técnica de ultrasonido en pacientes pediátricos.

Existen varios estudios que comparan la longitud renal con otros parámetros como son, la talla y el peso. Un estudio realizado en 2006, donde se evaluó a 474 niños con

ultrasonido en Madrid, los parámetros de medida de riñón obtenidos mostraron una correlación estadísticamente significativa con algunos parámetros del desarrollo, siendo esta correlación máxima cuando se compara con la talla del paciente. No se observaron diferencias en el tamaño renal con respecto al género (Gavela, T. 2006).

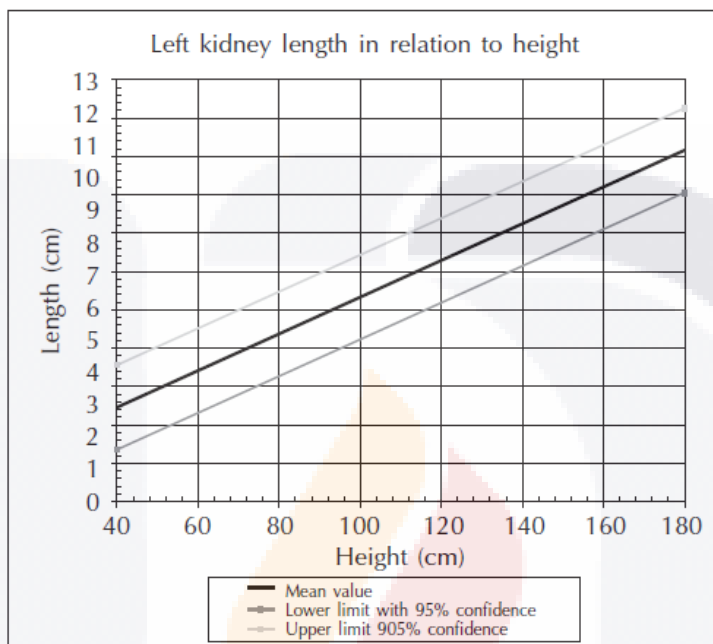


Figura 19. Longitud renal por talla en pacientes pediátricos.

En dicha tabla podemos observar que se obtuvo un valor para una longitud renal media, así como un límite superior (que podría interpretarse como percentil 90) y un límite inferior (interpretado como percentil 10), dentro de los cuales establece la normalidad de la longitud renal con respecto a la talla.

En un estudio realizado en población pediátrica de Korea en el año 2013, muestra resultados similares en cuanto a la talla de los pacientes, sin embargo, en éste se evaluó la relación entre la longitud renal e índices antropométricos (peso, talla y agregando el índice de masa corporal). Se observó discrepancias en la longitud entre el riñón izquierdo y el derecho, siendo el riñón izquierdo era significativamente más grande que el derecho. Además, se observó que la longitud renal muestra una correlación importante con la altura y el volumen renal (obtenido por fórmula de elipse) así como con el peso corporal.

No observaron diferencias en cuanto al sexo o el índice de masa corporal (Jun-Hwee, 2013). El estudio se llevó a cabo en 749 niños coreanos, de los cuales 394 fueron niños y 400 niñas, siendo el estudio con mayor universo de estudio encontrado en la investigación.

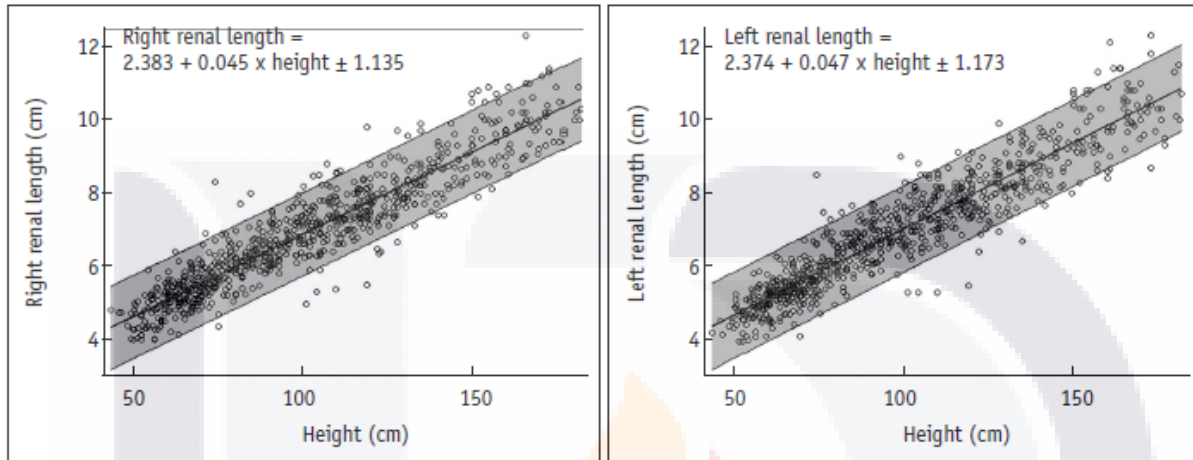


Figura 20. Diagramas de dispersión y líneas de regresión lineal de altura y longitud renal. Gráficos con ecuaciones simples para la relación entre la altura del paciente y la longitud de los riñones (A) derecho e (B) izquierdo. Límite de confianza del 95%. Extraído de artículo original de Korean Journal of Radiology.

En el caso de la tomografía, la necesidad de radiación ionizante y el uso de medios de contraste potencialmente nefrotóxicos limitan su lugar como un método no invasivo de rutina. Existen pocos artículos para obtención del volumen renal por medio de tomografía contrastada, así como rangos determinados como normales.

En un estudio realizado en pacientes considerados como potenciales donadores, se les realizó Tomografía Computada Contrastada para obtener el volumen renal y establecer un rango de viabilidad del posible injerto. En dicho estudio, se transfirieron las imágenes postcontraste a una estación de trabajo dedicada para el análisis de las mismas, por medio de una licencia semiautomática disponible comercialmente para el análisis volumétrico. Las imágenes de la fase nefrográfica fueron utilizadas para medir el volumen total del riñón y la fase arterial para medir el volumen cortical renal. Se encontró que el volumen cortical fue un mejor predictor de

FG del donante a 2 años posterior al trasplante que el volumen total del riñón. Pacientes con una relación volumen cortical baja y con tasa de FG pre-donación baja tenía una mayor probabilidad de experimentar una tasa de FG post-donación baja (Ghaneh Fananapazir, MD, 2010).

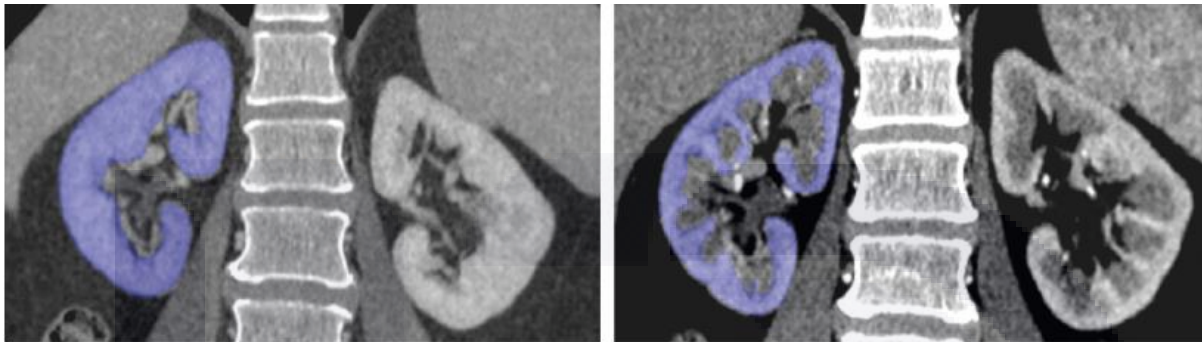


Figura 21. Post procesamiento de mediciones semiautomatizadas de (a) el volumen total del riñón y (b) volumen de riñón cortical en estación de trabajo de tomografía.

Existen estudios donde se estudia la longitud renal y volumen renal por Resonancia Magnética. La MRI puede adquirir datos tridimensionales y, por tanto, no depender de fórmulas geométricas para estimar los volúmenes de los órganos (como en el caso de ultrasonido, donde obtenemos una imagen en segunda dimensión). Tiene el beneficio de adquirir imagen a lo largo de cualquier orientación, sin las restricciones de radiación ionizante y carga de contraste nefrotóxico. Sin embargo, la literatura contiene pocos informes de dimensiones renales según lo determinado por resonancia magnética, además del costo y requerimiento de un software especial y técnicas de resonancia específicas (Cheong, 2007).

1.3.6 Percentilas

Desde 1980, varios investigadores han informado de la longitud renal en condiciones normales en niños, existiendo pocas percentilas en la literatura según la longitud renal medida por ultrasonido; aunado a ello, los datos de referencia para la población mexicana no existen, faltando estudios en este ámbito.

Un artículo publicado en 2016 en población pediátrica de Korea con un universo de estudio de 437 pacientes sanos, no se encontró una diferencia constante en la longitud del riñón según el sexo (como en el estudio previo del mismo país, el cual ellos mismos refieren). Sin embargo, hubo buenas correlaciones entre la longitud renal y la edad, así como el peso, altura e índice de masa corporal, que también ya habían sido estudiados. También se observó que la curva de longitud renal para la edad mostró diferentes patrones antes y después de los 20 meses de edad. En otras palabras, el riñón creció rápidamente durante los primeros 24 meses, mientras que la tasa de crecimiento disminuyó a partir de entonces. El factor de influencia más fuerte entre los valores somáticos valorados para este estudio fue la altura (Oh M-S, et al, 2016).

Dicho texto resalta que, en cuanto al crecimiento renal según la edad, se sabe que el volumen renal cambia alrededor del año de edad, observándose una tasa de crecimiento rápida pero gradualmente decreciente en los primeros 7 meses después del nacimiento, seguida de una tasa constante y más lenta.

Los valores de referencia para las longitudes renales según la edad se presentan en las siguientes tablas, donde muestran valores mínimos, máximos y media por edad. El artículo destaca que no se observan diferencias en comparación con los valores de referencia estadounidenses en 2011 debido a que el crecimiento en altura de los niños coreanos es probablemente similar al de los niños occidentales (Oh M-S, et al, 2016).

Table 2. Longitudinal lengths of both kidneys in individuals aged between 2 and 13 years

Age, yr	No.	Site	Minimum, cm	Maximum, cm	Mean, cm	SD
2-3	31	Rt	5.96	7.66	6.79	0.43
		Lt	6.07	7.84	7.07	0.43
3-4	35	Rt	6.29	8.33	7.06	0.54
		Lt	6.07	9.46	7.27	0.71
4-5	23	Rt	6.58	8.46	7.53	0.5
		Lt	7.06	8.67	7.77	0.5
5-6	22	Rt	6.83	8.53	7.78	0.49
		Lt	6.89	9.4	7.93	0.68
6-7	15	Rt	7.36	9.92	8.39	0.85
		Lt	7.49	9.99	8.38	0.8
7-8	17	Rt	7.69	8.94	8.36	0.44
		Lt	7.32	9.21	8.51	0.54
8-9	13	Rt	7.77	9.75	8.63	0.61
		Lt	7.76	9.79	8.68	0.61
9-10	22	Rt	7.89	9.9	8.83	0.49
		Lt	7.77	10.44	9.09	0.61
10-11	15	Rt	7.9	10.4	8.96	0.71
		Lt	8.17	10.9	9.19	0.65
11-13	16	Rt	8.51	10	9.47	0.44
		Lt	8.82	10.34	9.55	0.48

SD, standard deviation; Rt, right; Lt, left.

Table 1. Longitudinal lengths of both kidneys in individuals aged less than 24 months

Age, mon	No.	Site	Minimum, cm	Maximum, cm	Mean, cm	SD
< 1	36	Rt	3.66	5.07	4.31	0.31
		Lt	3.85	5.08	4.47	0.30
1-3	22	Rt	4.29	6.04	5.13	0.42
		Lt	4.35	5.81	5.25	0.39
3-5	14	Rt	4.89	6.57	5.43	0.43
		Lt	4.89	6.59	5.56	0.47
5-7	29	Rt	4.65	6.09	5.43	0.43
		Lt	4.57	6.68	5.63	0.49
7-9	15	Rt	5.15	6.05	5.64	0.27
		Lt	5.14	6.40	5.81	0.39
9-11	16	Rt	5.32	6.60	5.89	0.39
		Lt	5.50	6.96	6.13	0.47
11-15	42	Rt	4.99	7.24	6.23	0.46
		Lt	5.24	7.36	6.40	0.52
15-18	21	Rt	5.70	7.51	6.54	0.44
		Lt	5.76	7.47	6.67	0.40
18-24	33	Rt	5.86	7.83	6.69	0.48
		Lt	5.77	7.93	6.84	0.53

SD, standard deviation; Rt, right; Lt, left.

Figura 22. Longitud renal con valores mínimos, máximos y media según la edad. Tablas originales, Journal of Korean Medical Science.

Así mismo, en Nigeria en 2014, un estudio realizado en población pediátrica muestra los límites normales de la longitud renal, de acuerdo a la altura del paciente, con percentilas entre 3 y 97. Se observará que existen diferencias con la longitud renal media definida como normal en población norteamericana, debido probablemente a diferencias con la raza étnica. La implicación de este estudio es debido también a posibles variaciones en los parámetros antropométricos de varias poblaciones, razas y regiones, y enfatiza que es importante que los nigerianos tengan sus propios normogramas específicos para su población por grupos de edad, ya que los datos de población estadounidense y europea no debieran utilizarse como patrones universales (CU Eze, 2014).

Table 4: Normal limits of right kidney length with height

Subjects	Longitudinal length (mm) of right kidney								
	Body height (cm)	n	Minimum	Maximum	Mean	SD	3%	97%	Suggested limits of normal Lowermost Uppermost
102-107	14	63	67	35.9	1.1	63.0	67.0	60	72
108-113	46	63	74	40.4	3	63.4	72.8	60	77
114-119	80	64	74	41.7	3.3	65.0	74.0	62	80
120-125	70	65	80	42.5	3.7	66.1	78.0	63	85
126-131	105	67	84	45.9	2.5	68.0	83.0	65	90
132-137	134	67	85	46.9	4.4	73.0	83.0	65	90
138-143	106	68	86	48.2	3	72.0	85.0	66	94
144-149	91	69	89	48.1	2.3	70.0	87.2	66	95
150-155	66	74	91	50.8	2	75.0	91.0	71	100
156-161	89	81	95	50.8	3.4	81.0	94.0	75	105
162-167	66	83	94	54.4	2.9	83.0	94.0	76	106
168-173	74	86	96	54.3	2.5	87.0	94.8	78	106
174-179	11	88	105	57.6	2.4	88.0	97.0	83	110

Table 5: Normal limit of left kidney length with height

Subjects	Longitudinal length (mm) of left kidney								
	Body height (cm)	n	Minimum	Maximum	Mean	SD	3%	97%	Suggested limits of normal Lowermost Uppermost
102-107	14	64	68	65.1	1.3	64.0	67.0	60	70
108-113	46	64	83	67.3	3.1	64.4	79.7	61	85
114-119	80	65	75	70.4	2.8	66.0	75.0	62	85
120-125	70	67	81	73.9	3.1	67.1	79.0	62	86
126-131	105	68	85	76.5	4	69.0	84.0	64	88
132-137	134	71	85	79.3	3.3	74.0	84.0	66	90
138-143	106	69	87	80	4.4	73.0	86.0	67	92
144-149	91	71	90	82.8	4.6	71.0	88.0	68	94
150-155	66	75	92	85.3	4.5	76.0	92.0	70	98
156-161	89	82	96	87.4	3.2	82.0	95.3	75	102
162-167	66	84	96	91.2	2.8	86.0	95.0	80	102
168-173	74	87	97	91.9	2.2	88.0	95.8	82	103
174-179	11	89	106	95.5	4.5	89.0	98.0	85	110

Figura 23. Longitud renal en percentilas mínima y máxima según la talla. Tablas originales, West Indian Medical Journal.

Otro estudio en población pediátrica de Nigeria con mayor número de muestra (1315 niños), demuestra que el riñón izquierdo es más largo, más grueso y voluminoso que el riñón derecho. Así mismo hace una comparación entre la talla, edad y longitud renal y además con el peso de los pacientes. Se observó además un dimorfismo sexual en este estudio, siendo el riñón izquierdo en las mujeres más largo que el riñón izquierdo en los hombres. (Salome N, 2019).

TABLE 3: Distribution of mean renal dimensions (cm) based on various weight categories (kg).

Parameters	Sex	15-20 kg	21-25 kg	26-30 kg	31-35 kg	36-40 kg	41-45 kg	46-50 kg	51-55 kg	56-60 kg	61-65 kg	66-70 kg	≥ 70 kg
Right kidney length	M	7.66	8.22	8.67	8.87	9.18	9.47	9.95	10.15	9.96	10.27	10.74	10.64
	F	7.78	8.20	8.69	8.84	9.07	9.65	9.53	10.02	10.41	10.61	10.59	10.47
Left kidney length	M	7.81	8.29	8.67	8.93	9.36	9.60	10.02	10.11	10.04	10.47	10.98	10.84
	F	8.13	8.40	8.77	8.97	9.28	9.86	9.86	10.46	10.52	10.74	11.09	10.67
Right kidney width	M	5.37	5.77	6.13	6.31	6.63	6.83	6.94	7.11	7.25	7.39	7.66	7.43
	F	5.44	5.82	6.10	6.29	6.50	6.79	6.76	7.09	7.25	7.46	7.47	7.68
Left kidney width	M	5.46	5.79	6.11	6.26	6.64	6.70	6.83	7.09	7.23	7.44	7.47	7.63
	F	5.34	5.77	5.98	6.20	6.35	6.87	6.83	7.24	7.14	7.46	7.54	7.83
Right kidney thickness	M	3.01	3.21	3.42	3.53	3.66	3.82	3.91	3.98	4.02	4.06	4.11	4.16
	F	3.05	3.21	3.34	3.53	3.56	3.88	3.93	3.97	4.06	5.60	4.30	4.40
Left kidney thickness	M	3.49	3.75	4.02	4.10	4.19	4.37	4.43	4.64	4.70	4.89	5.01	4.93
	F	3.55	3.75	3.90	4.03	4.25	4.48	4.55	4.76	4.61	4.72	4.95	5.12
Right kidney volume	M	62.67	77.07	91.29	103.74	116.46	130.18	142.17	151.41	152.92	161.63	176.79	171.72
	F	65.08	77.18	89.01	98.50	105.87	127.66	129.50	141.66	154.79	217.68	172.29	178.05
Left kidney volume	M	74.76	90.67	106.49	121.02	137.67	148.62	160.71	174.88	179.40	199.96	216.94	215.32
	F	77.60	91.23	103.00	112.76	126.34	153.32	154.21	180.87	174.93	189.83	209.24	215.08

Figura 24. Distribución de la longitud renal en base al peso. Tabla original, South African Journal of Radiology. El artículo muestra también la distribución de la longitud renal por talla y por edad (tablas no mostradas).

Otro estudio de tipo retrospectivo en Turquía con un total de 310 niños (150 niñas y 160 niños) de 0 a 16 años se observó también que no hubo diferencia significativa en la longitud renal entre los sexos ($p > 0,05$) y se obtuvieron valores para el riñón derecho e izquierdo (media, mediana, mínima y máxima) con percentiles 10 y 90 con respecto a la edad de los pacientes; con 95% de intervalo de confianza (IC). Así mismo se observó que el riñón izquierdo fue significativamente más grande que el derecho ($p < 0,001$) y que existe una mejor correlación con respecto a la talla. Sin embargo, ellos tabularon sus resultados en base a la edad, proponiendo estas tablas como referencia para la longitud renal normal en su población. (Özdikici, 2018).

El siguiente estudio considera la longitud renal en pacientes pediátricos australianos de bajo riesgo, con el objetivo de derivar valores normales basados en la edad. El estudio fue aplicado en una cohorte de personas multiculturales de bajo riesgo (728 niños). La caracterización de diferencias de tamaño relacionado con el sexo del paciente o el lado renal (izquierda o derecha) fue un resultado secundario del mismo (ya analizado en varios estudios previos). Los niños incluidos en este estudio eran del sureste Melbourne, que es un área de significativa diversidad étnica, ya que 48,4% de la población se identifica como nacido en Australia y el 71,9% se identifica con al menos uno de los padres nacido en el extranjero (Coombs, 2018). Los resultados se estratificaron por edad y percentiles de 1, 2.5, 5, 10, 50, 90, 97.5 y 99, que se muestran a continuación:

Table 1 Mean (95% confidence interval) and smoothed percentiles of renal length (cm) in the left kidneys, according to age

Age (year)	Number of kidneys	Mean (95% confidence interval)	Percentile									
			1	2.5	5	10	50	90	95	97.5	99	
0 to <1	58	5.6 (5.5–5.8)	4.5	4.7	4.7	5.0	5.7	6.4	6.7	7.2	7.4	
1 to <2	32	6.4 (6.2–6.6)	5.1	5.2	5.3	5.5	6.2	7.0	7.5	7.9	8.0	
2 to <3	27	7.0 (6.7–7.2)	5.7	5.7	5.9	6.1	6.8	7.7	8.3	8.6	8.6	
3 to <4	21	7.3 (6.9–7.6)	6.2	6.2	6.3	6.4	7.3	8.2	9.0	9.2	9.2	
4 to <5	15	7.7 (7.2–8.2)	6.5	6.5	6.5	6.7	7.6	8.5	9.3	9.5	9.5	
5 to <6	20	7.8 (7.6–8.2)	6.7	6.7	6.7	6.9	7.9	8.7	9.4	9.6	9.6	
6 to <7	16	7.9 (7.6–8.3)	6.8	6.8	7.0	7.1	8.1	9.0	9.4	9.7	9.7	
7 to <8	25	8.2 (7.8–8.5)	6.9	6.9	7.2	7.3	8.3	9.3	9.6	9.9	9.9	
8 to <9	25	8.6 (8.3–8.8)	6.8	6.8	7.4	7.6	8.5	9.6	10.0	10.3	10.3	
9 to <10	38	8.8 (8.5–9.1)	6.9	6.9	7.7	7.9	8.8	9.9	10.3	10.7	10.7	
10 to <11	38	9.0 (8.8–9.3)	7.1	7.1	7.9	8.1	9.1	10.2	10.8	11.0	11.0	
11 to <12	41	9.5 (9.2–9.8)	7.4	7.5	8.0	8.3	9.4	10.6	11.1	11.3	11.3	
12 to <13	34	9.6 (9.2–9.9)	7.9	7.9	8.1	8.7	9.7	10.9	11.4	11.6	11.6	
13 to <14	34	10.1 (9.7–10.4)	8.3	8.3	8.4	9.0	10.0	11.2	11.6	11.7	11.7	
14 to <15	14	10.4 (10.0–10.8)	8.7	8.7	8.8	9.3	10.3	11.4	11.8	11.8	11.8	
15 to <16	21	10.5 (10.1–10.8)	9.2	9.2	9.3	9.5	10.6	11.7	11.9	11.9	11.9	

Table 2 Mean (95% confidence interval) and smoothed percentiles of renal length (cm) in the right kidneys, according to age

Age (year)	Number of kidneys	Mean (95% confidence interval)	Percentiles									
			1	2.5	5	10	50	90	95	97.5	99	
0 to <1	60	5.5 (5.3–5.6)	4.1	4.4	4.8	4.9	5.5	6.3	6.5	6.7	6.8	
1 to <2	37	6.2 (6.0–6.3)	4.8	4.9	5.4	5.5	6.2	7.1	7.2	7.6	7.7	
2 to <3	28	7.1 (6.8–7.4)	5.4	5.5	6.0	6.1	6.8	7.7	7.9	8.5	8.5	
3 to <4	24	7.3 (7.0–7.6)	5.9	5.9	6.3	6.5	7.3	8.3	8.6	9.2	9.2	
4 to <5	15	7.9 (7.5–8.4)	6.3	6.3	6.5	6.6	7.6	8.5	8.9	9.4	9.4	
5 to <6	21	7.6 (7.3–7.9)	6.5	6.5	6.7	6.8	7.7	8.7	9.1	9.5	9.5	
6 to <7	18	7.7 (7.4–8.0)	6.7	6.7	6.8	7.0	7.8	8.8	9.3	9.8	9.8	
7 to <8	26	8.2 (7.9–8.5)	7.0	7.0	7.0	7.3	8.1	9.1	9.5	10.2	10.2	
8 to <9	28	8.6 (8.4–8.9)	7.0	7.0	7.2	7.5	8.4	9.4	9.8	10.6	10.6	
9 to <10	39	8.5 (8.3–8.8)	7.1	7.1	7.4	7.7	8.7	9.7	10.3	11.0	11.0	
10 to <11	37	9.0 (8.7–9.3)	7.2	7.2	7.6	7.9	9.0	10.0	10.7	11.2	11.2	
11 to <12	43	9.3 (9.0–9.6)	7.5	7.5	7.9	8.2	9.2	10.3	11.2	11.4	11.4	
12 to <13	36	9.4 (9.2–9.7)	7.9	8.0	8.3	8.5	9.6	10.7	11.4	11.6	11.6	
13 to <14	38	10.0 (9.7–10.3)	8.5	8.5	8.7	8.9	10	11.1	11.6	11.8	11.8	
14 to <15	15	10.5 (10.1–11.0)	9.0	9.0	9.2	9.3	10.4	11.6	11.8	11.9	11.9	
15 to <16	17	10.7 (10.4–11.1)	9.6	9.6	9.6	9.7	10.8	12.0	12.1	12.1	12.1	

Figura 25. Distribución de la longitud renal en base a la edad. Tablas originales, Pediatric Radiology.

Actualmente no existen percentilas de longitud renal por medio de tomografía debido a que expone a los pacientes a radiación ionizante, mientras que la resonancia magnética es cara y no es fácilmente disponible. La ecografía es un método sencillo y fiable. Es una forma de visualizar y medir los órganos viscerales abdominales sin riesgo de radiaciones ionizantes. La medición ecográfica no es invasiva.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1 JUSTIFICACIÓN

El diagnóstico y estratificación de los trastornos renales crónicos al igual que el resto de enfermedades renales, se basan en un grupo de elementos que incluyen la historia natural de la enfermedad con sus antecedentes y factores de riesgo, el examen físico y la exploración complementaria, dentro de las que se encuentran, en el caso particular de la enfermedad renal, los exámenes séricos y de orina que demuestran alteraciones ya sea en las funciones de excreción, como en las de regulación de un grupo de sustancias importantes en el organismo, así como los de imagen. Por medio de este estudio, se pretendió detectar de manera temprana, los cambios morfológicos por estudios de imagen o la presencia de microalbuminuria, con el fin de detectar de manera temprana la enfermedad renal crónica en pacientes que pertenecen a una población donde existe alta incidencia de la enfermedad y que es de origen desconocido.

2.1.1 Magnitud e impacto

Actualmente no existen percentilas para la longitud renal en México para realizar una comparación con la población estudiada, así como tampoco existen estudios de los hallazgos por Examen General de Orina en la población con alta incidencia en Insuficiencia Renal Crónica de Origen Desconocido.

2.1.2 Aplicabilidad

En el Centenario Hospital Miguel Hidalgo se realizaron ultrasonidos, así como tomografías con un tomógrafo de 64 cortes para los estudios en fase simple, el tiempo del estudio de tomografía simple fue de aproximadamente 5 minutos con paciente en sala, posteriormente el procesamiento e interpretación del estudio se realizó por el médico especialista de manera individualizada. El estudio de ultrasonido en tiempo real fue de aproximadamente 20 minutos, durante el cual se toman las medidas pertinentes.

2.1.3 Factibilidad

El estudio se realizó en el hospital Miguel Hidalgo, que cuenta con personal capacitado y equipos ultrasonográficos y tomográficos con características adecuadas para la imagen, y al ser un protocolo de investigación no generó costos al paciente.

2.1.4 Propósito del estudio

Conocer la correlación de la longitud renal por ultrasonido y tomografía computada, así como la volumetría renal obtenida por fórmula de elipse en pacientes de una población de riesgo que presentan microalbuminuria incipiente y/o persistente en muestra aislada de orina

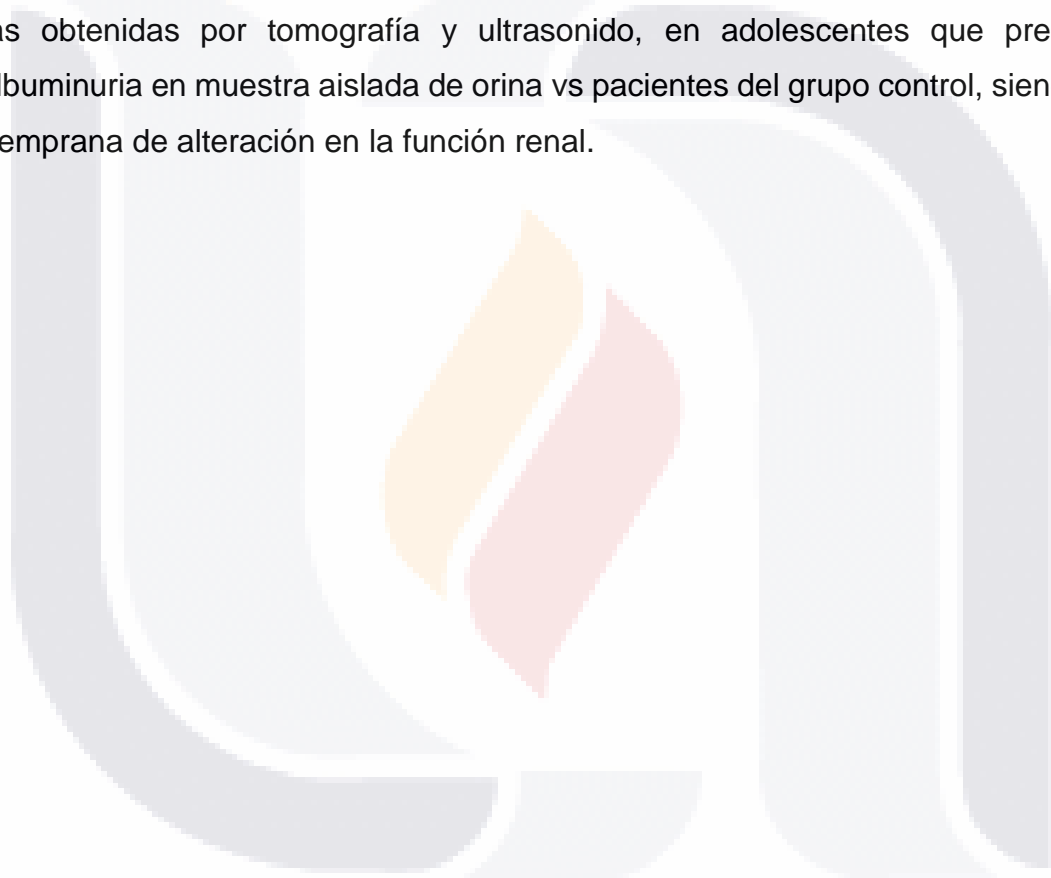


2.2 PREGUNTA DE TESIS

¿Cuál es la concordancia que existe la longitud renal y/o volumetría obtenida por tomografía y ultrasonido en pacientes adolescentes del municipio de Calvillo con microalbuminuria en muestra aislada de orina?

2.2.1 Hipótesis

Existe una discrepancia en las medidas del riñón obtenidas por ultrasonido vs tomografía, así como diferencias en el volumen renal calculado por técnica de elipse según las medidas obtenidas por tomografía y ultrasonido, en adolescentes que presentan microalbuminuria en muestra aislada de orina vs pacientes del grupo control, siendo una etapa temprana de alteración en la función renal.



2.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La carga de la enfermedad atribuida a ERC en México es una de las más importantes a nivel mundial. En Aguascalientes tenemos una prevalencia de ERC 1,325 pmp la cual es una de las 10 más altas a nivel mundial. El 53 % de los casos es secundaria a ERC de causa desconocida y solo el 22 % es debida a Diabetes Mellitus.

El principal grupo afectado es en jóvenes (20-40 años) siendo la ERC de causa desconocida la más frecuente en este grupo. La ERC de causa desconocida es una entidad de alta prevalencia en varios países en vías de desarrollo, sus causas son múltiples y poco esclarecidas.

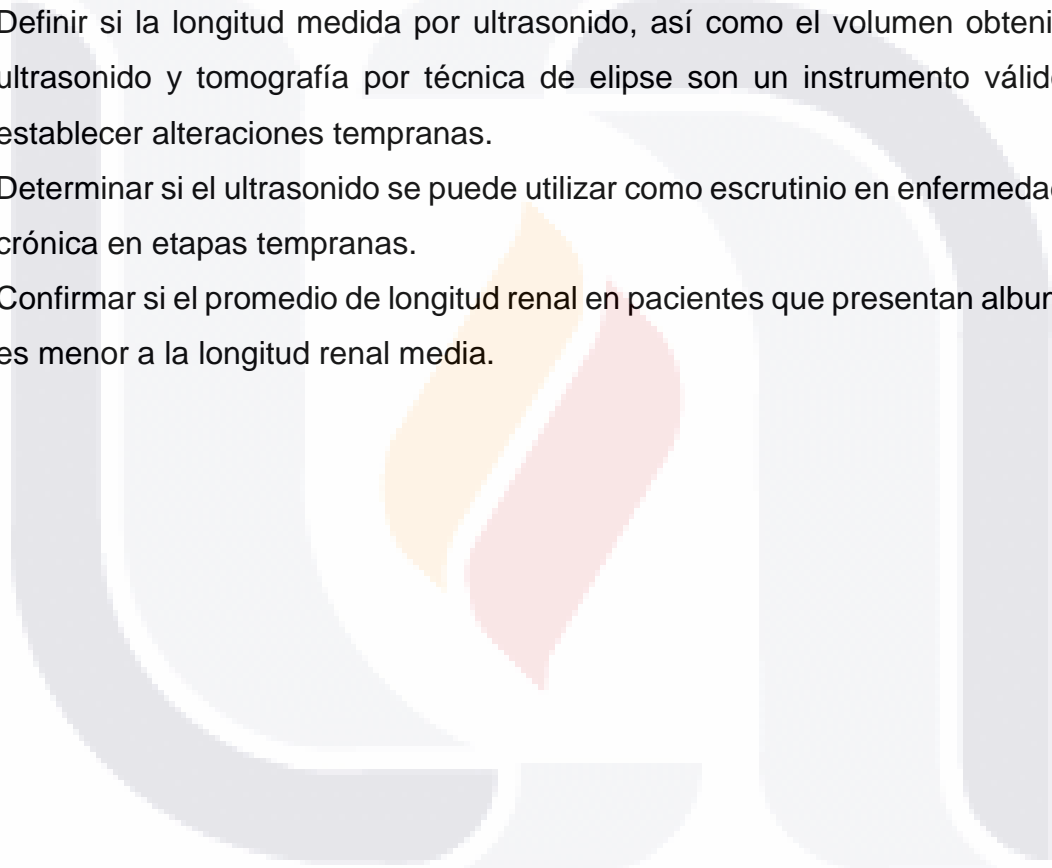
La presencia de albuminuria o de alteraciones en la longitud renal o volumetría por medio de la ecografía renal y/o tomografía, pueden demostrar que existe compromiso parenquimatoso de manera temprana y evitar una progresión a una enfermedad crónica en una población que se ha visto tiene alta incidencia de dicha patología. Se pretendió detectar de manera temprana dicho padecimiento por medio de la estimación de la longitud renal y volumetría por métodos de imagen.

2.4 OBJETIVO GENERAL

1. Analizar y determinar la correlación y concordancia de las medidas obtenidas por tomografía y ultrasonido en pacientes con microalbuminuria.

2.4.1 Objetivos específicos

1. Establecer la relación que existe entre pacientes con albuminuria y la longitud renal medida por ultrasonido y tomografía
2. Comparar las medidas obtenidas por ultrasonido y por tomografía.
3. Definir si la longitud medida por ultrasonido, así como el volumen obtenido por ultrasonido y tomografía por técnica de elipse son un instrumento válido para establecer alteraciones tempranas.
4. Determinar si el ultrasonido se puede utilizar como escrutinio en enfermedad renal crónica en etapas tempranas.
5. Confirmar si el promedio de longitud renal en pacientes que presentan albuminuria es menor a la longitud renal media.



2.5 TIPO DE ESTUDIO

Observacional, analítico, comparativo, confirmatorio, transversal.

Es parte de un estudio de cohorte (prospectivo), cegado (doble ciego).



2.6 POBLACIÓN EN ESTUDIO

Se realizó un estudio transversal en adolescentes de la comunidad de Calvillo, entre 11 y 18 años que presentan albuminuria en examen general de orina. (ver capítulo 3 para descripción de la población).



2.7 CRITERIOS DE SELECCIÓN

2.7.1 Criterios de inclusión

Adolescentes de la comunidad de Calvillo.

Que presentaron albuminuria en examen general de orina.

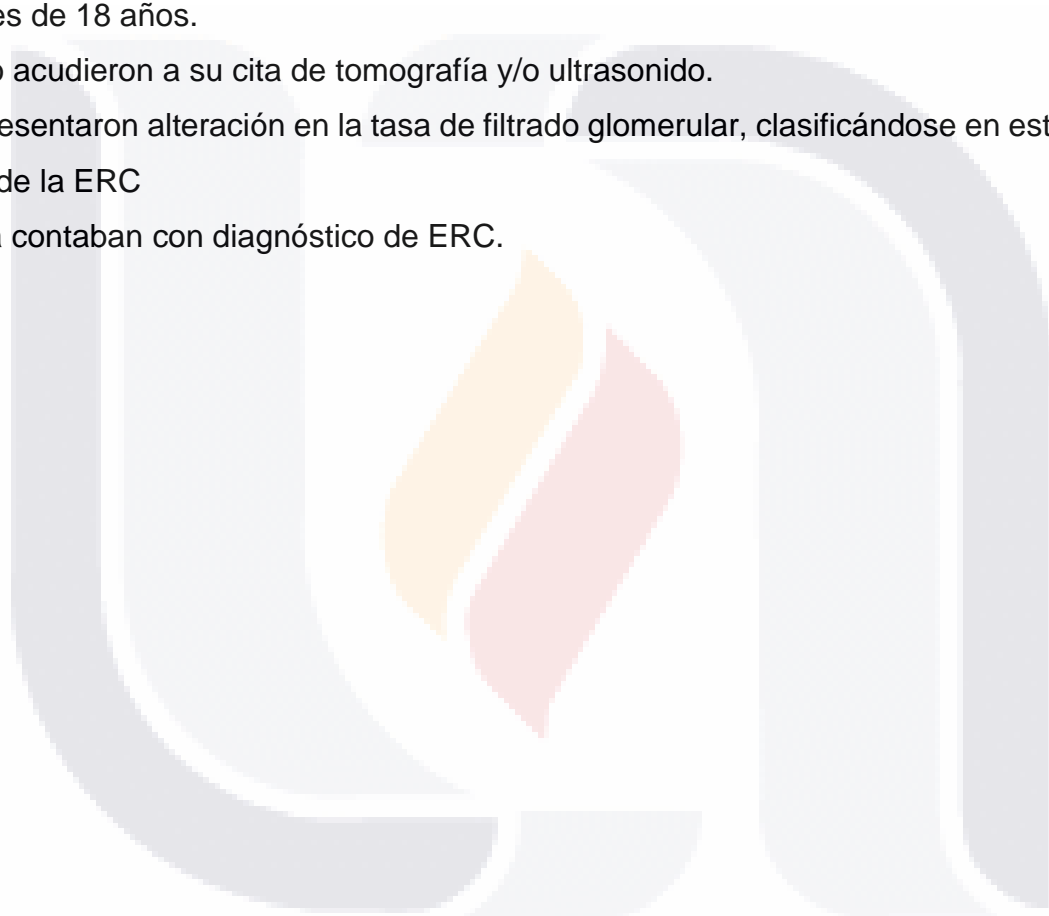
2.7.2 Criterios de exclusión (no inclusión)

Mayores de 18 años.

Que no acudieron a su cita de tomografía y/o ultrasonido.

Que presentaron alteración en la tasa de filtrado glomerular, clasificándose en estadio III o más de la ERC

Que ya contaban con diagnóstico de ERC.



2.8 DESCRIPCIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

2.8.1 Variables

- 1) Se evaluó la medida renal en sus 3 ejes y en ambos métodos de estudio.
- 2) En base a medidas establecidas de edad y sexo (percentilas), se clasificó a los pacientes.
- 3) Se evaluó el volumen renal mediante US y TC por fórmula matemática de elipse y se determinó su valor.
- 4) Proteinuria persistente fue definido como la presencia de más de dos muestras de orina con presencia de albuminuria.
- 5) Enfermedad renal crónica: Persistencia (2 determinaciones) de albuminuria > 30mg/gr y/o TFG < 75 ml/m²
- 6) La TFG fue medida mediante ecuación de Schwartz.

Tabla 5. Variables del protocolo.

VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE	TÉCNICA DE RECOLECCION	FUENTE	INSTRUMENTO	MEDICION
Edad	Edad biológica	Cuantitativa Continua	Interrogatorio	Consulta de Nefrología	Ficha de identificación	Años cumplidos
Sexo	Sexo biológico	Cualitativa Nominal	Interrogatorio	Consulta de Nefrología	Ficha de identificación	Masculino Femenino
Peso en Kg	Peso actual	Cuantitativa Discreta	Interrogatorio	Consulta de Nefrología	Ficha de identificación	Peso en kg al momento de la medición
Talla en cm	Altura en cm	Cuantitativa Discreta	Interrogatorio	Consulta de Nefrología	Ficha de identificación	Medida desde la base de los pies hasta la parte superior de la cabeza, sin zapatos
IMC	Índice de masa corporal	Cuantitativa Discreta	Interrogatorio	Consulta de Nefrología	Ficha de identificación	Asociación de la masa y la talla. Peso (kg) / Altura (m) ²

Longitud renal	Largo máximo medido en mm	Cuantitativa Discreta	Análisis de técnica imagenológica	Ecografía Tomografía	Ultrasonido Phillips Tomógrafo Phillips	Medición en mm
Anteroposterior renal	Medido en mm	Cuantitativa Discreta	Análisis de técnica imagenológica	Ecografía Tomografía	Ultrasonido Phillips Tomógrafo Phillips	Medición en mm
Transverso renal	Medido en mm	Cuantitativa Discreta	Análisis de técnica imagenológica	Ecografía Tomografía	Ultrasonido Phillips Tomógrafo Phillips	Medición en mm
Volumen renal	Volumen = $\pi r^2 h$ / 6 (longitudinal x anteroposterior x transverso)	Cuantitativa Discreta	Análisis con fórmula matemática de elipse	ultrasonido y tomografía	Fórmula elipsoide	Medición en mm ³ .
Percentil	Medida de posición que indica el valor de la variable por el cual se encuentra un porcentaje dado de observaciones en grupo	Multidimensional	Análisis estadístico	Estudio en población de Australia		Comparación de la longitud renal con percentilas establecidas
Microalbuminuria incipiente	Muestra aislada Pro/Cre mg/mg Menor 30mg/mg En una ocasión.	Cualitativa ordinal	Examen general de orina	Laboratorio Clínico		Una sola ocasión presenta microalbuminuria en muestra aislada
Microalbuminuria persistente	Muestra aislada Pro/Cre mg/mg En 2 o más ocasiones	Cualitativa ordinal	Examen general de orina	Laboratorio Clínico		Varias ocasiones presenta microalbuminuria en muestra aislada

2.9 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se utilizó estadística descriptiva según el tipo de variable. Para las variables categóricas u ordinales se utilizó frecuencia relativa y absoluta. Para las variables continuas, se evaluó su distribución mediante prueba Kolmogorov Smirnov. Para las variables de distribución normal se utilizó media y desviación estándar. Para las variables de distribución no paramétrica se utilizó mediana e intervalo intercuartilar.

Para el objetivo primario se realizó una correlación entre la longitud renal y la albuminuria. Tanto para el objetivo primario como para el análisis de factores de riesgo se agruparán los pacientes en base a la presencia o no de proteinuria persistente. Para las variables dicotómicas u ordinales se utilizó Chi2 o prueba exacta de Fisher, para las variables continuas de distribución normal se utilizará T de Student, de distribución anormal con Sk Test y Rank Sum; y en caso de distribución no paramétrica U de MannWhitney.

Se realizó análisis univariado y multivariado mediante regresión lineal en base a la longitud, medida anteroposterior y transversa, así como volumen renal. Se describió el coeficiente β e intervalos de confianza al 95%. Se realizaron análisis multivariados en base a la significancia estadística del análisis univariado, y el sentido biológico de las mismas. Se obtuvo la desviación estándar como cuartil intervalo y en las distribuciones anormales como suma de rangos.

Fueron considerando como significativos valores de p menores a 0.05. Se utilizó programa Excel 2013 y STATA versión 11.1.

2.10 TIPO DE MUESTREO

No Probabilística por conveniencia.

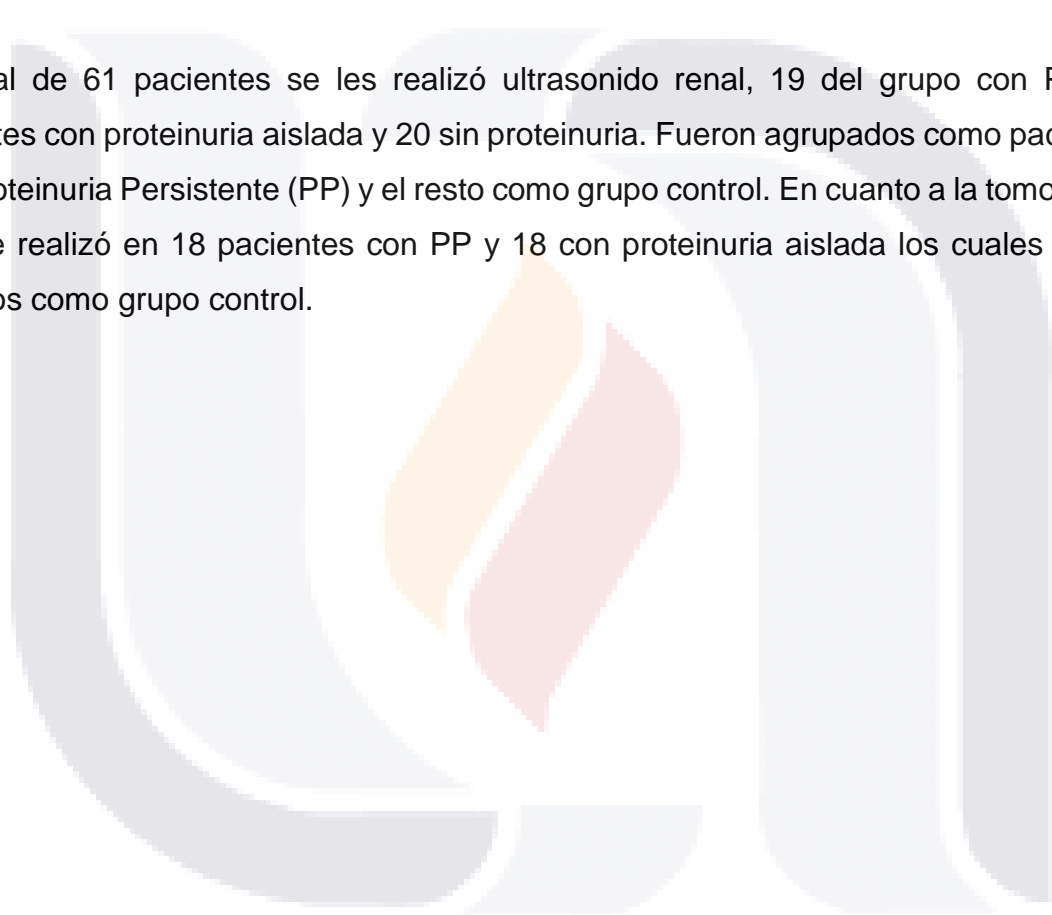


CAPÍTULO III. MATERIAL, PACIENTES Y MÉTODOS

3.1 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL LUGAR Y POBLACIÓN DE ESTUDIO

El estudio se realizó en el Centenario Hospital Miguel Hidalgo, en el área de Imagenología del hospital, la población fueron adolescentes aparentemente sanos, de la comunidad de Calvillo, Aguascalientes, que presentaron albuminuria en examen general de orina.

Un total de 61 pacientes se les realizó ultrasonido renal, 19 del grupo con PP, 21 pacientes con proteinuria aislada y 20 sin proteinuria. Fueron agrupados como pacientes con Proteinuria Persistente (PP) y el resto como grupo control. En cuanto a la tomografía, esta se realizó en 18 pacientes con PP y 18 con proteinuria aislada los cuales fueron tomados como grupo control.



3.2 EVALUACIÓN IMAGENOLÓGICA

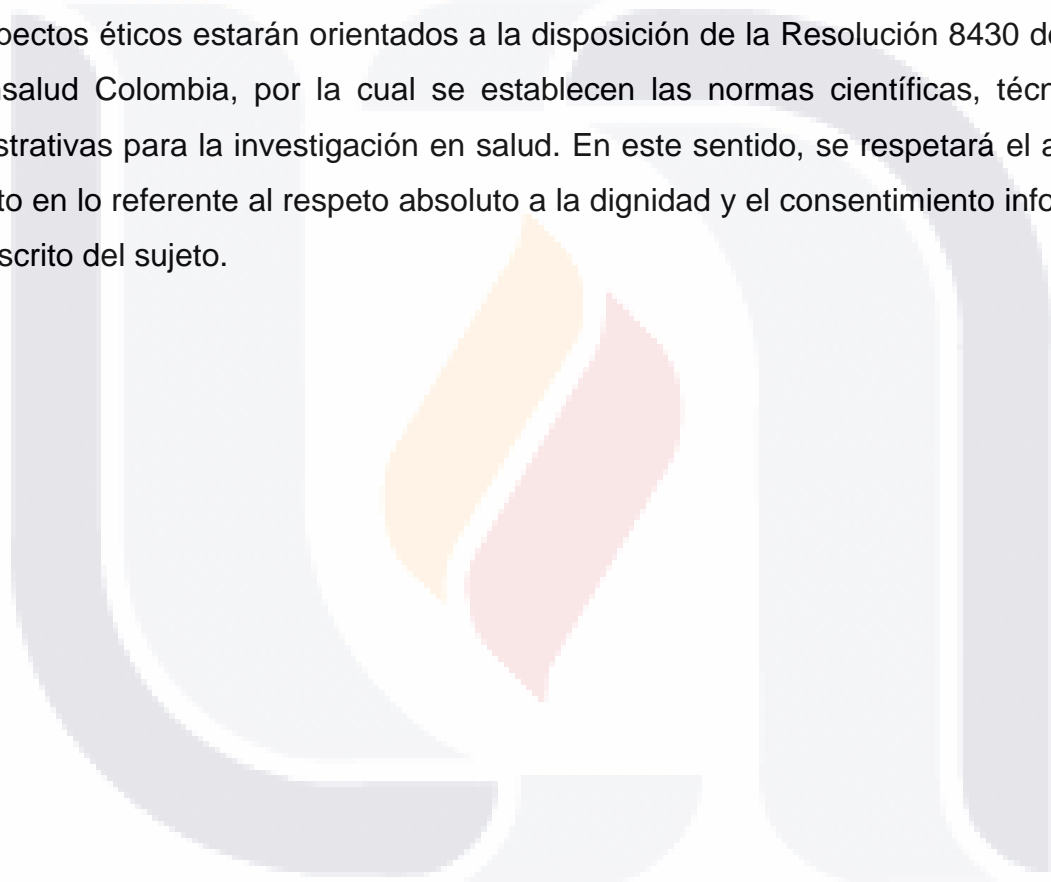
A todos los pacientes pediátricos del municipio de Calvillo, asistentes a consulta externa de nefrología y valorados por médico Nefrólogo, que además presentaron microalbuminuria persistente o incipiente en muestra aislada de orina, que se ajustaron a los criterios de inclusión definidos por el estudio, previo consentimiento informado, se les realizó una ecografía bidimensional, con Ecógrafo Phillips DP-2200 en tiempo real de alta resolución con transductor convexo de 5MHz donde se determinaron las mediciones longitudinal, anteroposterior y transverso, según la técnica homologada y habitual para la ecografía renal. Las mediciones fueron realizadas por tres médicos residentes de radiología y supervisadas por un Especialista de esta área. En cada momento de la medición se realizó la comprobación de la fidelidad del equipo. Los datos se registraron en tablas. Así mismo se obtuvo el volumen renal por medio de la fórmula elipsoide: $Volumen = \frac{\pi}{6} (long \times ap \times transv)$, siendo los ejes anteroposterior y transverso medido en el hilio renal en ultrasonido en tiempo real.

Posterior a ello, se tomó Tomografía simple de abdomen con tomógrafo helicoidal Phillips de 64 cortes PIL-IC64 y se realizaron las mediciones en longitudinal, anteroposterior y transverso, según la técnica homologada de planos multicorte. Se realizó el cálculo de la medición de Volumen renal según la fórmula matemática elipsoide y los datos fueron colocados en tablas.

3.3 CONSIDERACIONES ÉTICAS

Con base en base a la Declaración de Helsinki de 1975, Finlandia en 1964, de la Asociación Médica Mundial, Título Segundo de los Aspectos Éticos de la Investigación en Seres Humanos, Capítulo I, se respetará el anonimato de las participantes. Se les brindó a los pacientes una hoja de consentimiento informado previo a la realización del proceder, la negación de firmar el consentimiento informado excluye al paciente de la investigación.

Los aspectos éticos estarán orientados a la disposición de la Resolución 8430 de 1993 de Minsalud Colombia, por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud. En este sentido, se respetará el artículo 5to y 6to en lo referente al respeto absoluto a la dignidad y el consentimiento informado y por escrito del sujeto.



3.4 RECURSOS PARA EL ESTUDIO

3.4.1 Recursos humanos

Médicos Radiólogos del hospital.

Residentes de Imagenología diagnóstica y terapéutica.

Técnicos radiológicos.

3.4.2 Recursos materiales

Tomógrafo de 64 cortes Phillips.

- De arreglo doble o dos cortes.
- Gantry: con angulación de +/- 30° o mayor, apertura de mínimo 70 cm.
- Generador con capacidad de 35 KW o mayor.
- Reconstrucción de imagen en 1 segundo o menor o un corte por segundo.
- Capacidad de espiral o exploración de al menos 100 segundos y con una longitud de 100 cm o mayor.
- Campo de reconstrucción o FOV de 10 cm o menor a 50 cm o mayor.
- Programa de software para la evaluación de imágenes espirales o helicoidales o volumétricas en Angio CT o angiográficas y MIP.

Ultrasonido Phillips DP-2200

3.4.3 Recursos financieros

Sin recursos financieros.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

Se obtuvo un total de 61 pacientes, 19 de los cuales presentaron proteinuria persistente (PP), 21 pacientes con proteinuria aislada y 20 sin proteinuria. Fueron agrupados como pacientes con PP y el resto (42) como grupo control, obteniendo una media (m) y desviación estándar (S) siguientes:

Tabla 6. Covariables de pacientes incluidos en el protocolo.

Covariables	Todos los Pacientes (n= 61)	Albuminuria Persistente PP (n=19)	Grupo Control (n= 42)	Valor de P
Edad, m (S)	13.2 (1.3)	12.6 (1.05)	13.4 (1.3)	0.03
Sexo femenino, n (%)	33 (55)	10 (52.6)	23 (56.1)	0.8
Peso, m (S)	53.1 (14.6)	48.4 (14.2)	55.3 (14.4)	0.04
Talla, m (S)	159 (10.3)	156 (9.3)	161 (10.5)	0.09
IMC, m (S)	20.3 (4)	19.5 (3.8)	20.9 (4.1)	0.2
TFG 1, m (S)	121 (25.3)	114.3 (30.4)	128.5 (17.8)	0.08

La mediana de edad y peso fueron diferentes entre los grupos, (12.6 vs 13.4, $p=0.03$. y 48.4 vs 55.3 kg, $p=0.04$). En cuanto a la tasa de filtrado glomerular, ésta aparentemente se encuentra dentro de parámetros normales, incluso en aquellos pacientes con PP.

Al total de 61 pacientes se les realizó ultrasonido renal. Fueron agrupados de igual manera como pacientes con PP y el resto como grupo control y se obtuvieron los siguientes resultados en las medidas longitudinal, anteroposterior y transversa de cada riñón; así mismo se percentilaron según la distribución de la longitud renal con base en la edad, percentilas propuestas por Coombs (2018), previamente comentado. Aunado a ello, se obtuvo el volumen renal según técnica de elipse. Se incluyó además la variable aumento de la ecogenicidad como alteración observada durante la realización del ultrasonido en tiempo real de algunos pacientes, como se observa a continuación:

Tabla 7. Variables de pacientes a los que se realizó US.

ULTRASONIDO				
Variables	Todos los Pacientes (n= 61)	Albuminuria Persistente PP (n=19)	Grupo Control (n= 42)	Valor de P
Riñón derecho				
Longitudinal RD, m (S)	93.9 (9.2)	89.9 (9.2)	95.6 (8.7)	0.02
AP RD, m (S)	43.3 (7.4)	40.6 (8.6)	44.7 (6.5)	0.05
Transverso RD, m (S)	43.1 (6.3)	40.3 (7.1)	44.6 (5.6)	0.01
Percentil RD, med (IQR)	10 (5 – 50)	10 (2.5 – 50)	10 (5 – 50)	0.64
RD < perc 10	18 (29.5)	7 (36.8)	11 (26.1)	0.39
RD < perc 5	13 (21.6)	5 (26.3)	8 (19.5)	0.73
Volumen RD, med (IQR)	94.6 (75 – 114)	71.4 (56.5–96.3)	100.5 (84.4–116)	<0.01
Vol RD < perc 10, n (%)	7 (11.4)	6 (31.5)	1 (2.3)	<0.01
Aumento Ecogenicidad, n (%)	8 (13.1)	2 (10.5)	6 (14.2)	1.0
Riñón izquierdo				
Longitudinal RI, m (S)	93.9 (9.6)	92.1 (9.1)	94.7 (9.9)	0.32
AP RI, m (S)	44 (6.4)	42.9 (8.2)	44.6 (5.5)	0.34
Transv RI, m (S)	42.5 (5.2)	40.8 (5.5)	43.2 (4.9)	0.09
Percentil RI, med (IQR)	10 (10 – 50)	10 (10 – 50)	30 (10 – 50)	0.78
RI < Perc 10	14 (21)	4 (21)	10 (23.8)	1.0
RI < Perc 5	11 (18.3)	2 (10.5)	9 (21.9)	0.47
Volumen RI, med (IQR)	94.2 (79.5-108.7)	86.7 (57.6-99.2)	97.6 (80-111.2)	0.17
Vol RI < perc 10, n (%)	4 (6.5)	3 (15.7)	1 (2.3)	0.085
Aumento Ecogenicidad, n (%)	4 (6.5)	1 (5.2)	3 (7.1)	1.0
Resumen				
Volumen renal total	179 (155 – 215)	150.5 (134.4–184.1)	195 (167.7–220.8)	<0.01
Percentilas < 10	41 (67.2)	14 (73.6)	27 (61.2)	0.46
Algún Riñón per< 5	20 (33.3)	6 (31.5)	14 (34.1)	1.0
Ambos per < 5	4 (6.6)	1 (5.2)	3 (7.3)	1.0

Todas las dimensiones evaluadas, fueron numéricamente menores en el grupo de PP. En específico el riñón derecho, presentó una diferencia de 4.4 mm en promedio en las dimensiones longitudinal, antero-posterior y transversal, las cuales fueron significativas. En consecuencia, el volumen del RD fue menor en el grupo de PP (71 vs 100.5 mm³, p <0.01). En cuanto el riñón izquierdo no se encontró diferencia estadística en cuanto las dimensiones, pero si en el volumen estimado (82.6 vs 92.6 mm³, p = 0.03).

En cuanto a la tomografía, esta se realizó en 19 pacientes con PP y 19 con proteinuria aislada (siendo originalmente 21 pacientes con proteinuria aislada, sin embargo 2 de ellos no acudieron a cita de TC) los cuales fueron tomados como grupo control.

Tabla 8. Variables de pacientes a los que se realizó TC.

TOMOGRAFÍA COMPUTADA				
Variables	Todos los Pacientes (n= 38)	Albuminuria Persistente PP (n=19)	Grupo Control (n= 19)	Valor de P
Riñón derecho				
TC long RD, m (S)	95.7 (10.7)	94.5 (10)	96.9 (11.4)	0.49
TC AP RD, m (S)	42.2 (5.1)	40.3 (5.4)	44.1 (3.9)	<0.01
TC trans, m (S)	42.1 (5.8)	41.1 (5.7)	43.1 (6)	0.31
Vol TC RD, med (IQR)	94.5 (26.9)	87.5 (27.3)	101 (25.5)	0.12
Percent TC der	50 (10 – 50)	30 (10 – 50)	50 (10 – 50)	0.88
Percent TC men 10	16 (44.4)	9 (50)	7 (38.9)	0.73
Riñón izquierdo				
TC long RI, m (S)	97.5 (11.1)	96.3 (10.9)	98.7 (11.3)	0.50
TC AP RI, m (S)	42 (38.7 – 44.7)	41.2 (38.8 – 44)	42.7 (38.5 – 46)	0.68
TC trans RI, m (S)	45.4 (6.7)	43.4 (5.7)	47.1 (7.5)	0.09
Vol TC RI, med (IQR)	93 (76.8–108.5)	86.7(73.2 – 97.4)	105.4 (90.7–145.1)	0.06
Percent TC	50 (10 – 50)	50 (10 – 50)	50 (10 – 50)	0.89

Las dimensiones del riñón derecho también fueron menores en el grupo con PP, pero solo significativas en la medición antero-posterior. El volumen del RD fue menor pero estadísticamente no significativo, mientras que el volumen del RI presentó tendencia a la significancia (86.7 vs 103.7, p= 0.09).

En el análisis multivariado ajustado a peso, talla, edad y sexo tanto el volumen renal medido por US y el diámetro AP del riñón derecho por tomografía se relacionaron de forma significativa con PP.

Tabla 9. Análisis Multivariado.

ANÁLISIS MULTIVARIADO		
Variable	OR IC 95%	Valor de P
Volumen RD (US)	0.96 (0.93 – 0.99)	0.033
TAP AP RD	0.71 (0.54 – 0.95)	0.022

4.1 Validez del Método US vs. TC

Se realizó así mismo el análisis de la variación que pudiera existir con las medidas obtenidas por US vs TC, considerado este último actualmente como el estándar de oro para la valoración morfológica renal, obteniendo lo siguiente:

Tabla 10. Análisis de la validez del US vs TC.

Medida		Riñón derecho	Riñón izquierdo
Longitudinal	Sesgo Longitudinal (mm)	2.7 mm (± 7.3)	4.1 (4.8)
	Sesgo % Longitudinal	2.6 % (± 7)	4 (4.7)
	Exactitud longitudinal	0.5 (-1.0 a 7.5)	3 (1 – 8.1)
	P30/p20/p10	100/100/81.5	100/100/89.4
AP	Sesgo AP (mm)	0.9 (± 6.9)	2.9 (7)
	Sesgo % AP	1.3 % (17 %)	8.9 (19.7)
	Exactitud AP	0.4 (-3.1 a 5.04)	1.8 (-3 a 8.2)
	P30/p20/p10	89.4/81.5/50	84.2/73.6/36.8
Transverso	Sesgo transverso (mm)	0.36 (6.5)	0.19 (4.7)
	Sesgo % transverso	0 (± 15 %)	0 (11.9)
	Exactitud transverso	0.5 (-4.5 a 4.9)	-0.4 (-2.2 a 3.5)
	P30/p20/p10	97.3/76.3/44.7	94.7/92.1/65.7
Volumen	Sesgo volumen (mm)	8.3 (24.5)	6.8 (20.2)
	Sesgo % volumen	6.5 % (25 %)	6.3 (23.9)
	Exactitud volumen	9.3 (- 8.6 a 18.6)	9.6 (-13.3 a 24.6)
	P30/p20/p10	73.6/55.2/21	86.8/55.2/15.7

El sesgo se refiere a que tan cercana es la medición del US a la medición por TC y se define como TC-US. Se debe enfatizar que los resultados del sesgo con signo menos se refieren a una sobreestimación de la medición por US, mientras que los resultados con signo positivo se refieren a una subestimación. Según la tabla, todos son valores subestimados al “Gold estándar”, la TC. El sesgo porcentaje se define como TC-US / TC, la precisión se representa con el P30, P20 y P10 y la exactitud con el intervalo intercuartil.

Según los resultados, podemos observar que existe menor variabilidad en la medición del riñón derecho con respecto al izquierdo en sus ejes longitudinal y anteroposterior en el análisis estadístico empleado, es decir, las mediciones del riñón izquierdo no son tan precisas como en el riñón derecho. Sin embargo, en cuanto a la medida transversa, si existe una mejor correlación con respecto a la medida del riñón izquierdo por US que por TC.

Así mismo, podemos observar que el volumen obtenido por técnica de elipse con las medidas de cada método radiológico, no es tan diferente en ambos riñones, sin embargo, existe mayor correlación con el volumen del riñón izquierdo, aunque la longitud renal es diferente en ambos.

Se describen a continuación gráficas para cada medida. En cuanto a la medición longitudinal, se encontró una correlación $R^2 = 0.58$ entre la medición obtenida por TC y por US para el riñón derecho y 0.83 para el riñón izquierdo.

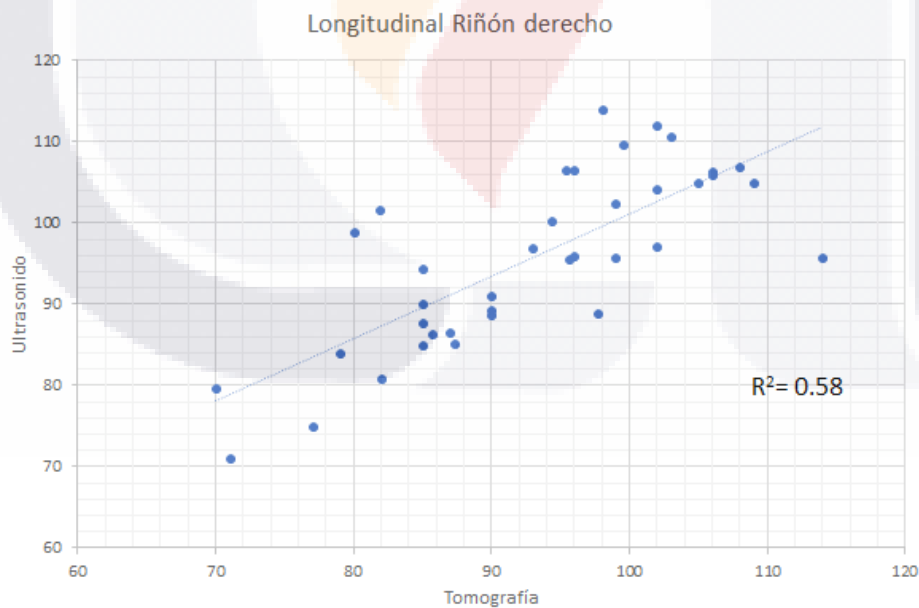


Figura 26. Longitud riñón derecho US vs TC

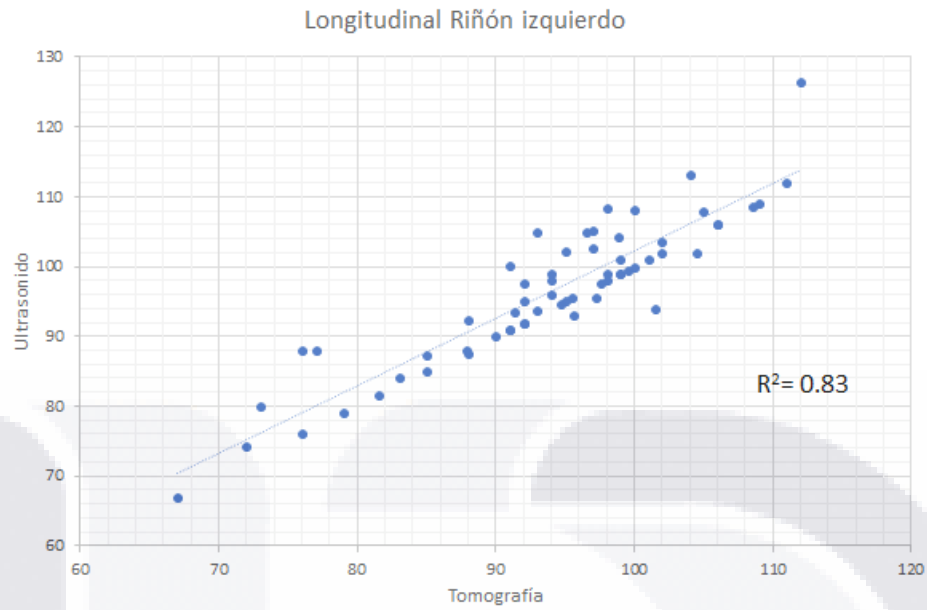


Figura 27. Longitud riñón izquierdo US vs TC

Podemos observar también la precisión (dentro de P30) de la totalidad de los datos de ambos riñones, como a continuación se observa:

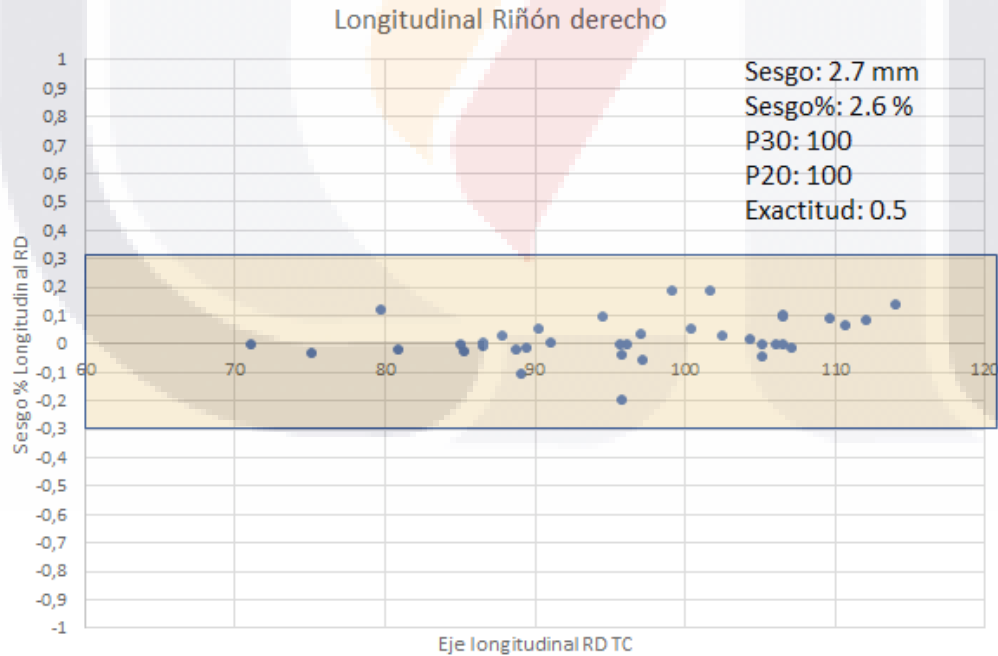


Figura 28. P30 de la longitud del riñón derecho.

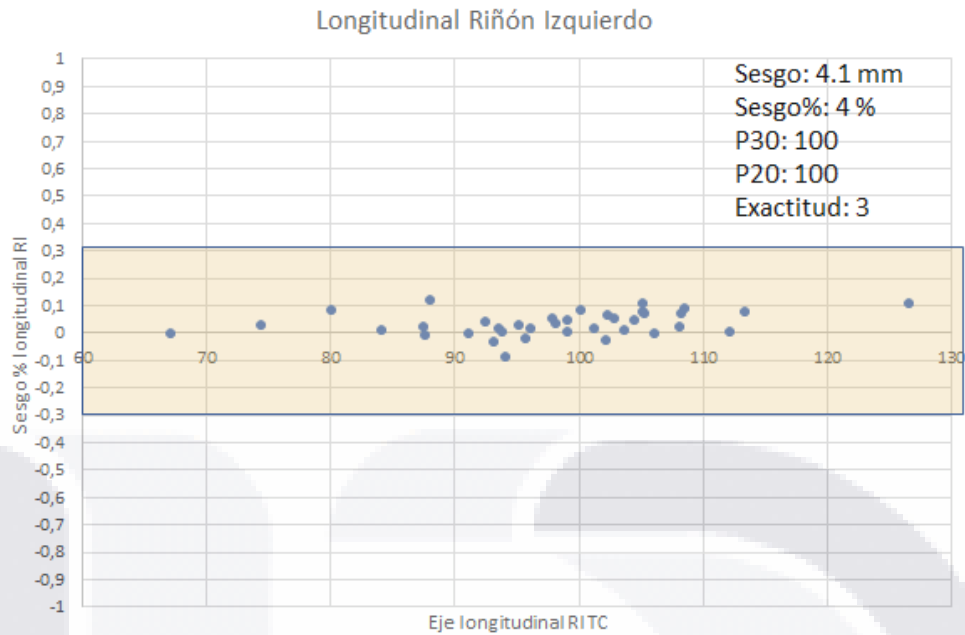


Figura 29. P30 de la longitud del riñón izquierdo.

A pesar de que existe mayor sesgo en la medición longitudinal del riñón izquierdo, (4.1mm vs 2.7mm), ambos riñones fueron medidos por ultrasonido con alta precisión en este eje. Con respecto a la medida anteroposterior, tenemos una R2 para el riñón derecho de 0.15 y para el izquierdo de 0.19, como observamos a continuación:

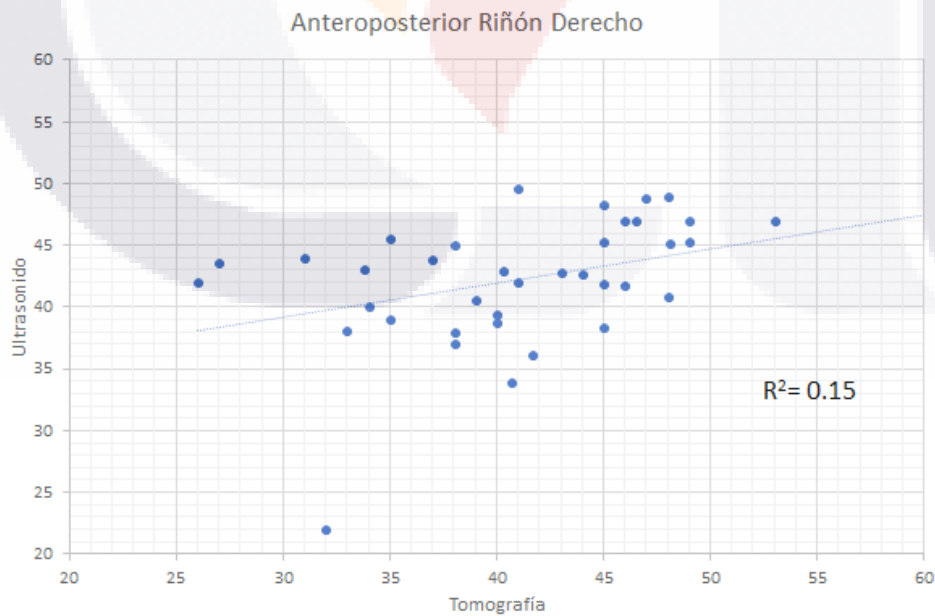


Figura 30. Anteroposterior riñón derecho US vs TC.

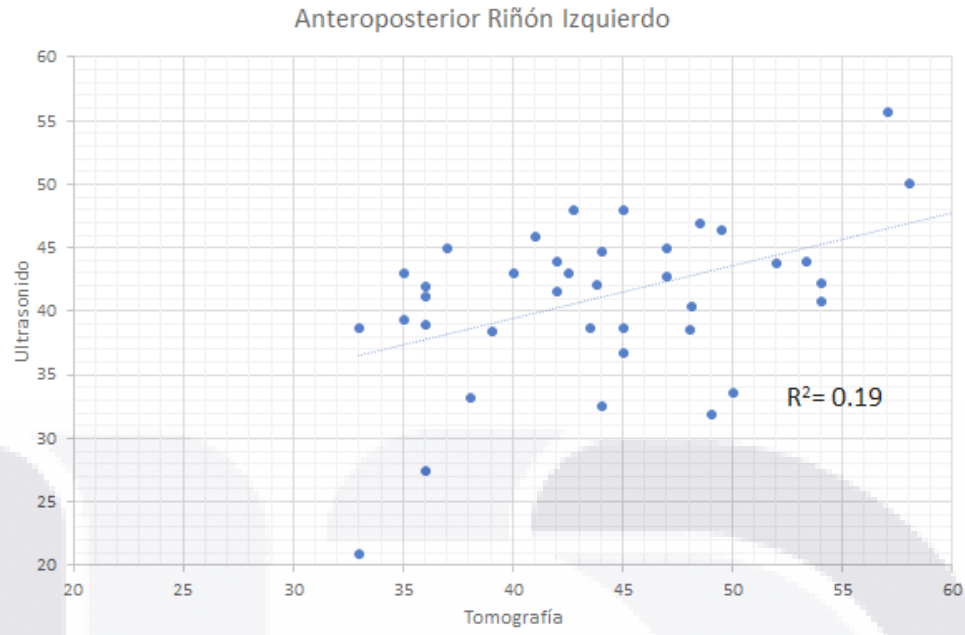


Figura 31. Anteroposterior riñón izquierdo US vs TC.

Como observamos, el sesgo en la medición es menor para el riñón derecho, principalmente con respecto a la medida longitudinal, sin embargo, existe menor precisión en esta medida, como se observa en las siguientes gráficas:

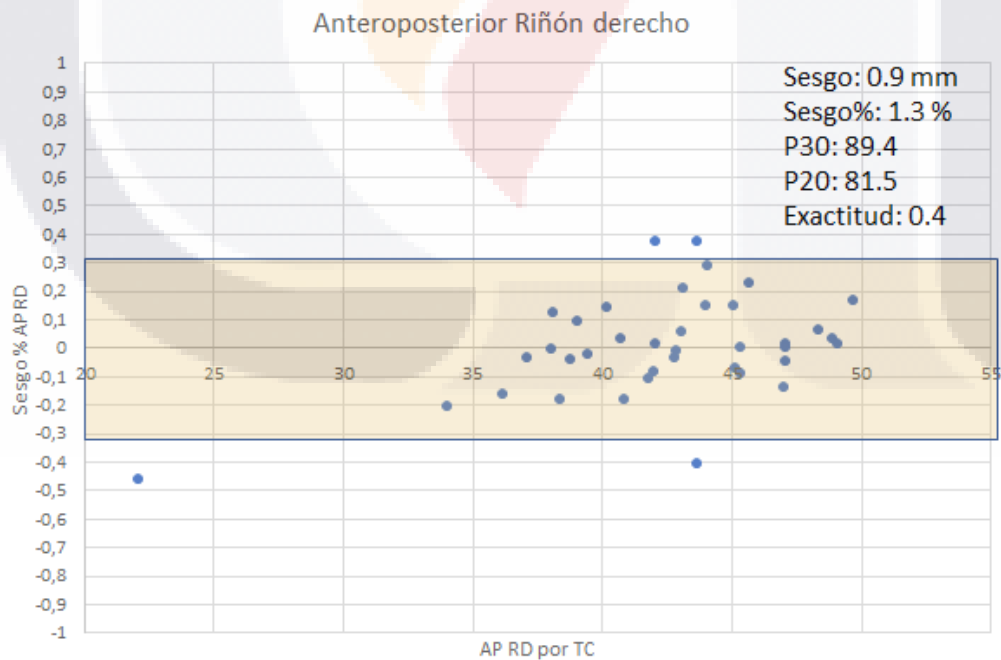


Figura 32. P30 del eje Anteroposterior riñón derecho.

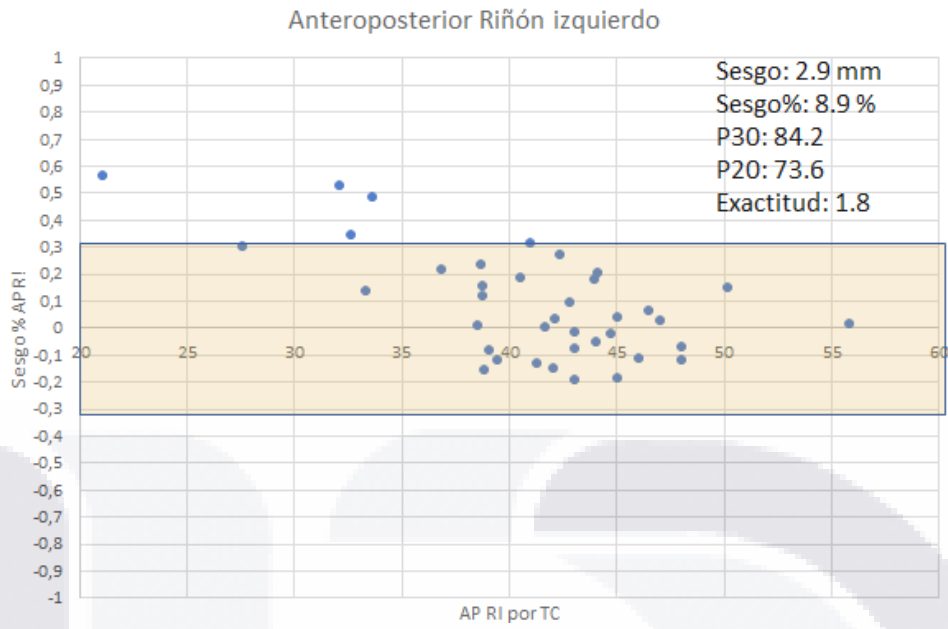


Figura 33. P30 del eje Anteroposterior riñón izquierdo.

Observamos que existe una menor precisión en la medida anteroposterior realizada por US vs la obtenida por TC, incluso con datos fuera del P30. En cuanto a la medida del eje transverso, se obtuvo una R2 de 0.21 para el riñón derecho y 0.45 para el izquierdo, como se observa a continuación:

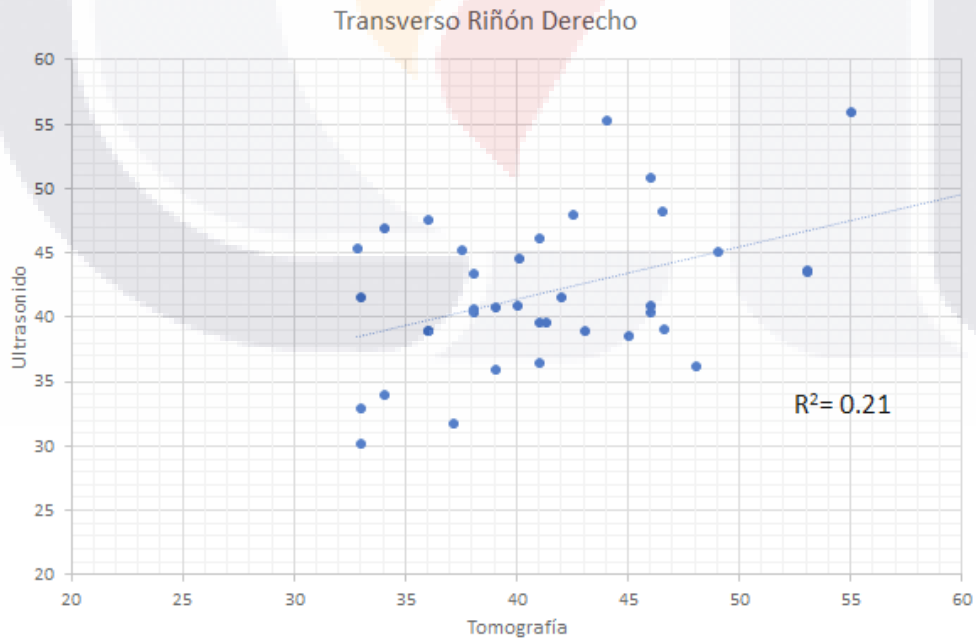


Figura 34. Transverso riñón derecho US vs TC.

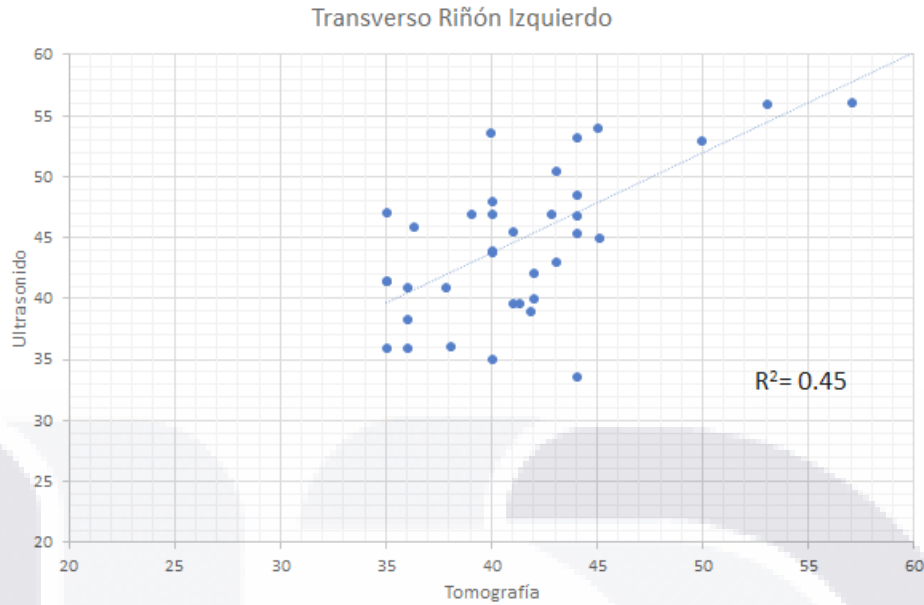


Figura 35. Transverso riñón izquierdo US vs TC.

Como ocurre con la medida anteroposterior, el sesgo para la medición del eje transverso es mayor del riñón derecho: el sesgo porcentaje es de 0, respecto a la medida longitudinal y anteroposterior; sin embargo, como el caso anterior, existe menor precisión con respecto a la medida longitudinal; si bien todos los datos entran dentro de la P30, sigue presentando una menor exactitud con respecto a la medida longitudinal.

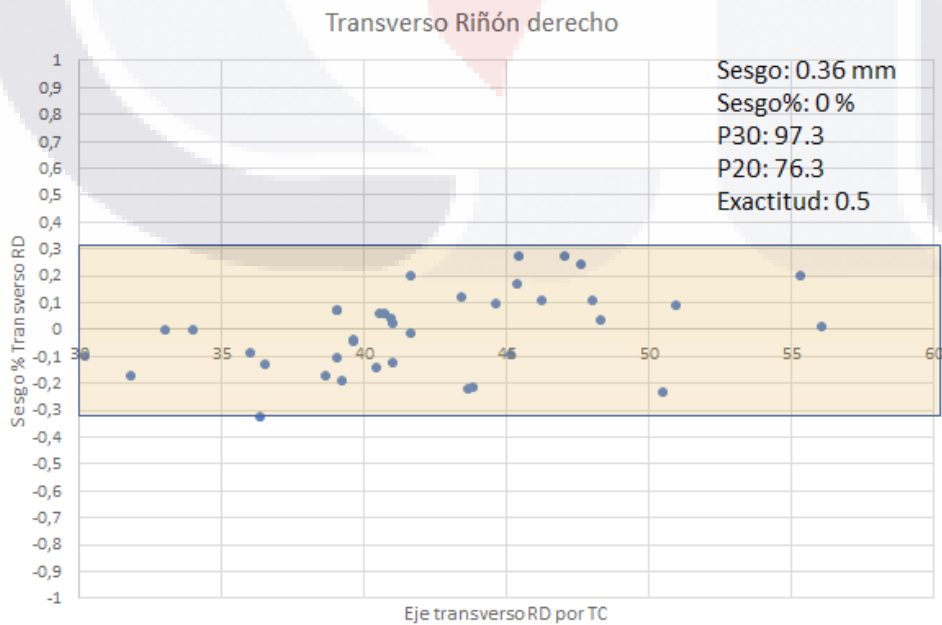


Figura 36. P30 del eje Transverso riñón derecho.

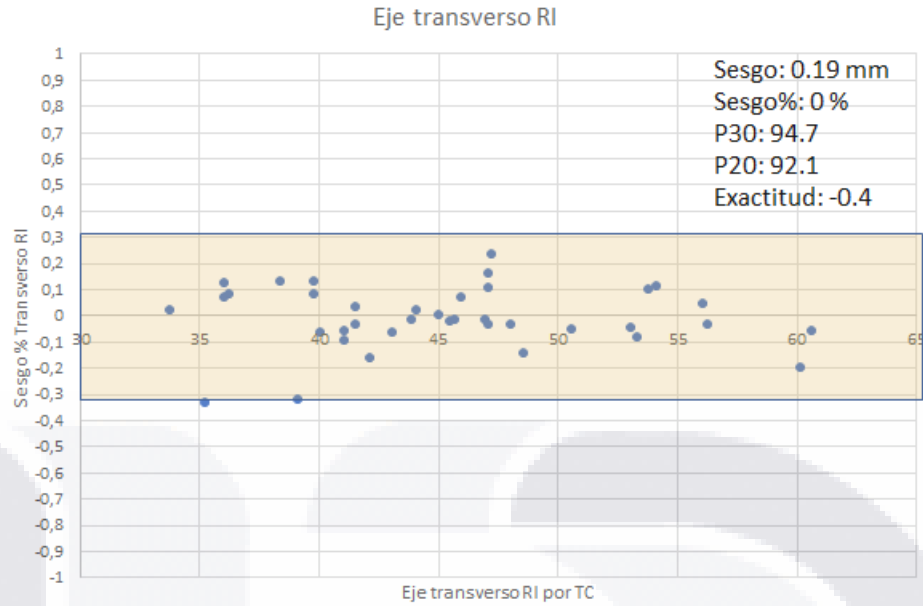


Figura 37. P30 del eje Transverso riñón izquierdo.

Ahora bien, el volumen calculado por técnica de elipse con las medidas obtenidas por ambos métodos radiológicos, mostraron pocas diferencias entre ambos riñones, aunque las medidas longitudinales son diferentes, así mismo el sesgo para el volumen va de 8.3 y 6.8 para riñón derecho e izquierdo respectivamente, con una R2 de 0.39 y 0.66 para los mismos riñones.

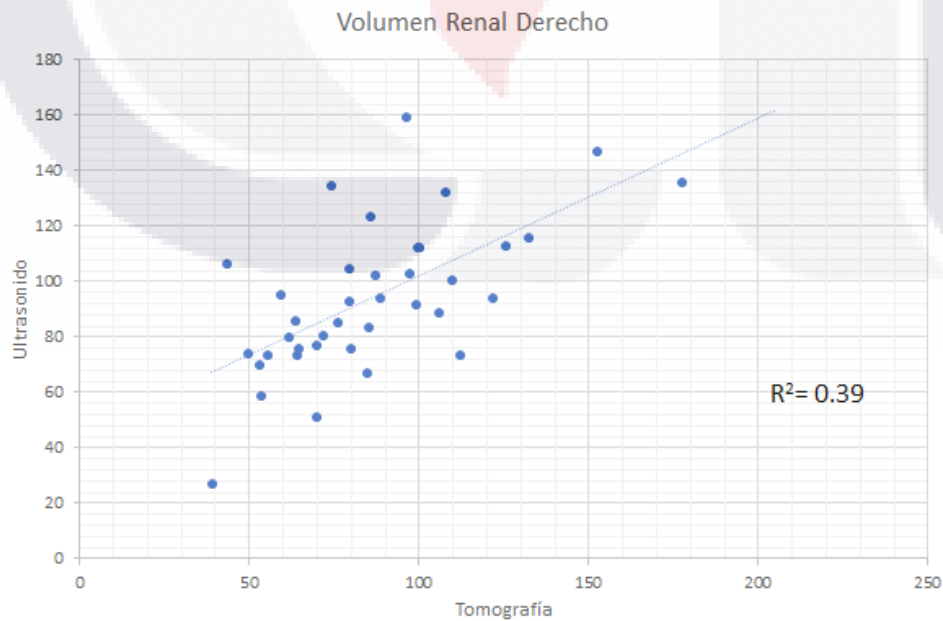


Figura 38. Volumen renal derecho US vs TC.

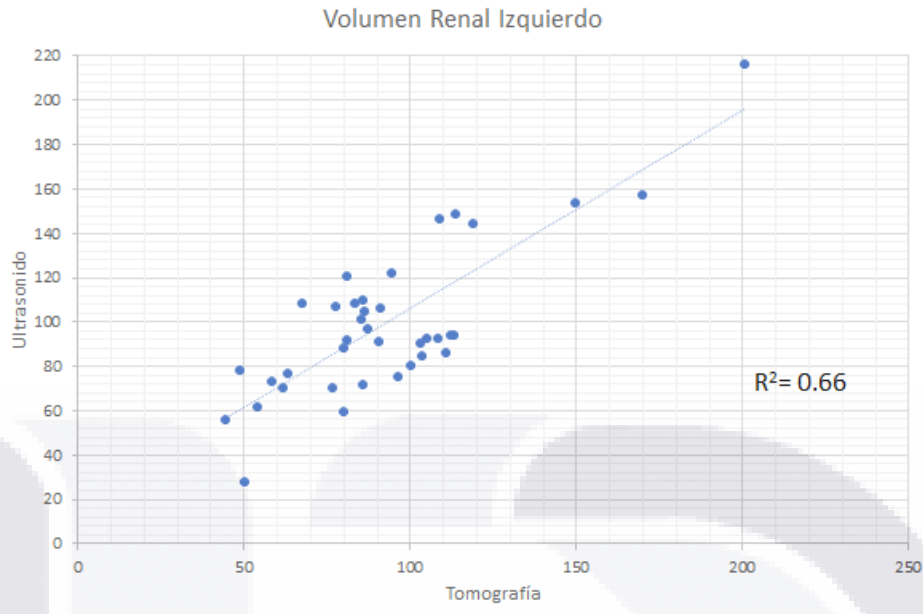


Figura 39. Volumen renal izquierdo US vs TC

En cuanto a la precisión podemos observar que es mayor en el riñón izquierdo, como observamos en las siguientes gráficas:

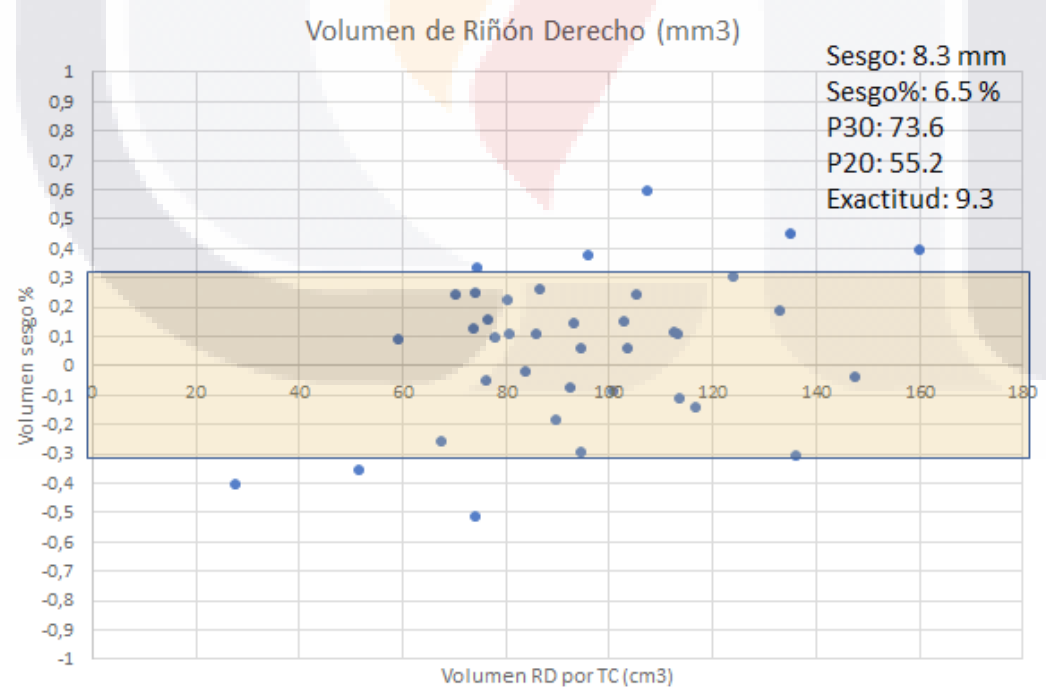


Figura 40. P30 del volumen del riñón derecho.

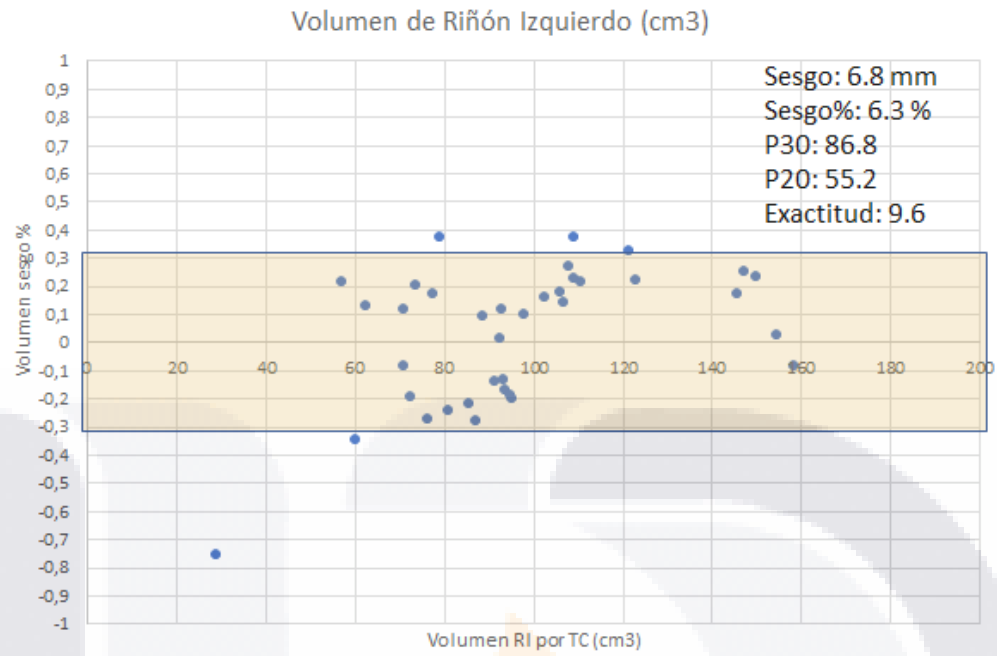


Figura 41. P30 del volumen del riñón izquierdo.

4.2 Riñón derecho vs Riñón izquierdo

Se realizó también un análisis de las medidas entre ambos riñones con cada método de estudio, observando un valor de P significativo para la medida del eje transverso por TC (es decir no existe diferencia entre riñón derecho e izquierdo en este eje y en este método de estudio).

Tabla 11. Análisis de medidas de ambos riñones

Diferencias entre los 2 riñones		
Método	Medida	Valor de P
Ultrasonido	Longitudinal	0.84
	AP	0.71
	Transverso	0.39
	Volumen	0.99
Tomografía	Longitudinal	0.54
	AP	0.32
	Transverso	0.04
	Volumen	0.69
	Volumen ajustado por SC	0.76

Con respecto al sesgo, la medida longitudinal tiene menor variabilidad entre ambos riñones (0.15mm), sin embargo, la medida anteroposterior y trasverso tienen una variabilidad menor a 1mm, al parecer las medidas entre riñón derecho e izquierdo no son diferentes una de la otra. El volumen tampoco muestra gran variabilidad entre ambos riñones. La precisión de las medidas es alta para ambos riñones, como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 12. Análisis de medidas de ambos riñones

Diferencias entre los 2 riñones		
Medida longitudinal	Sesgo Longitudinal (mm)	0.15 mm
	Sesgo % Longitudinal	0.16 %
	P30/p20/p10	99/99/99.49
Medida AP	Sesgo AP (mm)	0.23 mm
	Sesgo % AP	0.18 %

	P30/p20/p10	99.47/99.42/99.65
Medida Transverso	Sesgo transverso (mm)	0.98 mm
	Sesgo % transverso	1 %
	P30/p20/p10	99/99.89/99.9
Volumen	Sesgo volumen (mm)	0.88 mm
	Sesgo % volumen	0.73 %
	P30/p20/p10	99.76/99/99.24



DISCUSIÓN

Como sabemos, en nuestro país hace falta información acerca de la incidencia de la ERC desde las etapas iniciales, pacientes en terapia sustitutiva y aquellos a quienes finalmente se les ha trasplantado. Así mismo, el costo que genera la enfermedad impide también llevar a cabo una adecuada atención de salud en estos pacientes.

Aunque las medidas preventivas enfocadas a evitar el deterioro de la reserva renal remanente (RRR) secundario a las causas más frecuentes, como son la diabetes e hipertensión arterial, pueden llegar a disminuir reducir el tratamiento sustitutivo con diálisis o trasplante renal (ERC 5D o 5T), podemos ver que son insuficientes para resolver los problemas de la falta de acceso y la demanda creciente de estos tratamientos. Según el Registro Estatal de Enfermedad Renal Crónica, México tiene actualmente una alta incidencia de esta patología y genera millones de pesos a la salud pública, además el estado de Aguascalientes presenta una alta prevalencia de pacientes en tratamiento sustitutivo con diálisis peritoneal, sólo por debajo de Estados Unidos de América con 1 325 pacientes pmp, vs. 1 582 pacientes (Arreola, 2019). Es por ello que una detección temprana de la enfermedad, no solo generará un gran impacto en salud pública, sino además en la calidad de vida de los pacientes detectados.

En cuanto a la ERC de origen desconocido, la edad promedio de diagnóstico para pacientes en Aguascalientes, según el Registro Estatal, es de 39.1 años (Arreola, 2019), que coincide con la literatura, con una edad menor a los 40 años en pacientes que presentaron nefritis de origen desconocido, incrementando además la tasa de mortalidad por esta causa en Australia. (Henderson,1995).

Con los resultados obtenidos, se demostró que el ultrasonido es un método confiable para obtener datos relacionados con una enfermedad renal incipiente obteniendo la longitud y volumen renal, siendo un método de bajo costo y alta disponibilidad. Esta aseveración ya había sido descrita, describiendo al ultrasonido como un método por el cual se puede observar cambios en la longitud renal, la cual es menor al promedio

normal, (Schmidt, 2008), sin embargo, no existen estudios que realicen comparaciones de las medidas obtenidas por ultrasonido y tomografía. Además, pudimos observar que aquellos pacientes que presentaron una menor longitud renal, presentaron además cambios con su tasa de filtrado glomerular.

Se observó también que la medición del riñón derecho por US es más exacta que el izquierdo, (comparando con las mediciones obtenidas por TC), lo cual puede inferirse por la posición anatómica, y esto también ya había sido descrito en la literatura por diversos autores en la rama de la Imagenología, describiendo más accesible la visualización del riñón derecho vs la del riñón izquierdo, siendo necesario la movilización del paciente para observar el izquierdo en su totalidad (O`Neill, 2001, Rumack, 2004).

A pesar de esto, el volumen renal fue similar en ambos riñones, aunque la longitud mostró diferencias en ambos riñones. Esto puede deberse a que las otras dimensiones compensan la longitud y debido a que se utilizó una fórmula matemática para ello. Podemos asegurar que el volumen renal no es sub o sobre estimado, ya que existen artículos que realizan comparaciones entre el volumen renal obtenido por fórmula matemática con dimensiones medidas por tomografía y el volumen obtenido por Resonancia Magnética con un programa especializado para ello (Cheong, 2007).

Así mismo, al comparar las mediciones por ultrasonido y tomografía, observamos que existe poca variabilidad entre las medidas obtenidas por ambos métodos, a pesar de que se trata de un estudio en 2D vs un estudio en 3D, con diferencias en milímetros en las diferentes mediciones, concentrándose todas dentro de un P30. Actualmente no existen estudios que realicen esta comparación.

Por lo cual, se puede realizar una detección oportuna de manera confiable, realizando únicamente ultrasonidos a aquellos pacientes con alto riesgo de presentar la enfermedad, ya sea por demografía o por enfermedades crónicas asociadas.

CONCLUSIONES

Se realizó un estudio cegado de ultrasonido a varios adolescentes (sin saber quién presentaba alteraciones en la muestra aislada de orina) y posteriormente las medidas obtenidas por ultrasonido se compararon con medidas obtenidas por tomografía. De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente trabajo, se observa validez del ultrasonido en etapas tempranas de la enfermedad renal crónica, ya que se observa asociación con medidas muy similares por tomografía y con la función renal. Por lo tanto, el volumen calculado por técnica de elipse con las medidas obtenidas por ultrasonido demuestra que es un instrumento válido. Así mismo existe una buena correlación y concordancia con el volumen y longitud renal

Por tanto, el ultrasonido se puede realizar como método de escrutinio para enfermedad renal en etapas tempranas, sin embargo, se necesitan nuestros propios percentiles para nuestra población y determinar si existe realmente un menor tamaño renal. Así mismo, será de gran utilidad obtener el valor de volumen renal normal en nuestra población para futuras comparaciones, ya que no se observaron diferencias de volumen en ambos riñones de nuestros pacientes.

GLOSARIO

Asterixis. Pérdida brusca y repentina del tono muscular en los músculos extensores de la mano.

Creatinina. Producto final del metabolismo de la creatina que se encuentra en el tejido muscular y en la sangre de los vertebrados y que se excreta por la orina.

Dislipidemia. Concentración elevada de lípidos (colesterol, triglicéridos o ambos) o una concentración baja de colesterol rico en lipoproteínas (HDL).

Ecogenicidad. Es la propiedad de los tejidos y órganos de generar la reflexión de las ondas ultrasónicas.

Filtrado Glomerular. Filtración sanguínea realizada por el glomérulo, con el objetivo de eliminar los desechos de la sangre.

Glomérulo. Estructuras que tienen una forma de ovillo, como los glomérulos renales (formados por un ovillo de vasos capilares, que filtran la sangre).

Hipoplasia renal. Volumen renal inferior a dos desviaciones estándar o un volumen renal total inferior a la mitad del volumen renal normal para la a la edad.

Mioclonos. Sacudida repentina e involuntaria de un músculo o grupo de músculos.

Nefrona: Unidad anatómica y fisiológica del riñón.

Proteinuria. Presencia en la orina de proteínas en una cantidad superior a la normal.

REFERENCIAS

1. Arreola JM, Gutiérrez CM, et al. Enfermedad Renal Crónica en Aguascalientes. Revisión Anual 2019. Disponible en www.issea.gob.mx
2. Weaver VM, Fadrowski JJ, Jaar BG. Global dimensions of chronic kidney disease of unknown etiology (CKDu): a modern era environmental and/or occupational nephropathy? *BMC Nephrol*. 2015;16:145.
3. Levey AS, de Jong PE, Coresh J, El Nahas M, Astor BC, Matsushita K, Gansevoort RT, Kasiske BL, Eckardt KU: The definition, classification, and prognosis of chronic kidney disease: a KDIGO Controversies Conference report. *Kidney Int* 2011, 80(1):17-28. [Pubmed]
4. 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(6):461-470. [Pubmed]
5. McClellan WM, Flanders WD: Risk factors for progressive chronic kidney disease. *J Am Soc Nephrol* 2003, 14(7 Suppl 2):S65-S70. [Pubmed]
6. Gorostidi M, Santamaria R, Alcazar R, Fernandez-Fresnedo G, Galceran JM, Goicoechea M, Oliveras A, Portoles J, Rubio E, Segura J et al: Spanish Society of Nephrology document on KDIGO guidelines for the assessment and treatment of chronic kidney disease. *Nefrología* 2014, 34(3):302-316. [Pubmed]
7. Soveri I, Berg UB, Bjork J, Elinder CG, Grubb A, Mejare I, Sterner G, Back SE, Group SGR: Measuring GFR: a systematic review. *Am J Kidney Dis* 2014, 64(3):411-424.
8. Glassock RJ: Is the presence of microalbuminuria a relevant marker of kidney disease? *Curr Hypertens Rep* 2010, 12(5):364-368. [Pubmed]
9. Vikse BE, Irgens LM, Leivestad T, Hallan S, Iversen BM: Low birth weight increases risk for endstage renal disease. *Journal of the American Society of Nephrology: JASN* 2008, 19(1):151-157. [Pubmed]
10. Federación Internacional de Diabetes. <https://www.diabetesatlas.org/en/resources/> Página visitada el 4 de marzo del 2020

11. Global Health Observatory (GHO). 2020
www.who.int/gho/ncd/risk_factors/overweight/en/
12. Alegre-Díaz J, Herrington W, López-Cervantes MA, y col. N Engl J Med. 2016 Nov 17;375:1961-1971
13. Página oficial del Instituto Mexicano del Seguro Social.
<http://www.imss.gob.mx/sites/all/statics/pdf/informes/20172018/21-InformeCompleto.pdf> Página visitada el 4 de marzo del 2020.
14. Helal I, Fick-Brosnahan GM, Reed-Gitomer B, Schrier RW: Glomerular hyperfiltration: definitions, mechanisms and clinical implications. Nature reviews Nephrology 2012, 8(5):293-300. [Pubmed]
15. Sellares, V.; Iniciación a la diálisis, elección de modalidad, acceso y prescripción: conclusiones de conferencia de controversia de KDIGO. Sociedad Española de Nefrología. Revista Nefrología al Día. Agosto de 2021.
16. Coresh J, Astor BC, Greene T, Eknoyan G, Levey As.; Prevalence of chronic disease and decreased kidney function in the adult US population: Third National Health and Nutrition examination Survey. Am J Kidney Dis 2003; 41. p. 1-12.
17. Wesseling C, Crowe J, Hogstedt C, Jakobsson K, Lucas R, Wegman D. Resolving the enigma of the Mesoamerican Nephropathy - MeN - A research workshop summary. Am J Kidney Dis. 2014;63:396-404.
18. Wijkström J, González-Quiroz M, Hernández M, Trujillo Z, Hultenby K, Ring A, et al. Renal Morphology, Clinical Findings, and Progression Rate in Mesoamerican Nephropathy. Am J Kidney Dis. 2017;69:626-36.
19. Glaser J, Lemery J, Rajagopalan B, Diaz HF, García-Trabanino R, Taduri G, et al. Climate Change and the Emergent Epidemic of CKD from Heat Stress in Rural Communities: The Case for Heat Stress Nephropathy. Clin J Am Soc Nephrol. 2016;11:1472-83.
20. Roncal-Jiménez C, Lanaspá MA, Jensen T, Sánchez-Lozada LG, Johnson RJ. Mechanisms by Which Dehydration May Lead to Chronic Kidney Disease. Ann Nutr Metab. 2015;66 Suppl 3:10-3.

21. Declaración de la Junta del CENCAM y el Comité Científico del 2do Taller Internacional sobre Nefropatía Mesoamericana referente a los hechos actualmente conocidos sobre la epidemia. 2016. Disponible en: <http://repositorio.una.ac.cr/bitstream/handle/11056/12874/MeN%202015%20State-ment%20Espa%C3%B1ol%20%281%29.pdf?sequence=4>.
22. O'Neill, MD. Ecografía Renal. Edición en español de Atlas of Renal Ultrasonography. Editorial Marban, Madrid 2001, Pag 42-44.
23. Gûnter, Schmidt. MD. Ecografía, de la Imagen al Diagnóstico. Editorial Medica Panamericana, Madrid, 2008. Pag 262-263.
24. Allan, Paul y colaboradores Ecografía Doppler Clínica. Editorial Elsevier, Barcelona, España, 2008. Pág 211.
25. Hermosilla, M. Cabrera T, Horwitz, Z. Raurich, S. Barbieri, H. Soffia, S. Páez, A. Urografía por Tomografía Computada Multicorte (UROTAC): estudio descriptivo utilizando la técnica de "split bolus". Revista Chilena de Radiología. 2009; 15(2): 65-69.
26. Herts, MD Estimating Glomerular Filtration Rate in Kidney Donors: A Model Constructed with Renal Volume Measurements from Donor CT Scans1 Volume 252: Number 1—July 2009 ▪ radiology.rsnajnl.org 109
27. Lisanti, J. Oettel, D. Reiter, M. Schwoppe, B. Multiplanar Reformations in the Measurement of Renal Length on CT: Is It Plain Which Plane to Use? AJR 2015; 205:797–801 DOI:10.2214/AJR.14.14248. 0361–803X/15/2054–797 American Roentgen Ray Society
28. Normal Values for Renal Length and Volume as Measured by Magnetic Resonance Imaging. Benjamin Cheong, et al. Clin J Am Soc Nephrol 2: 38 – 45, 2007. doi: 10.2215/CJN.00930306 ISSN: 1555-9041/201–0038. Copyright © 2007 by the American Society of Nephrology
29. Oyuela-Carrasco, J., Rodríguez-Castellanos, F. Kimura, E. Delgado-Hernández, E. Herrera-Félix, J. Renal length by ultrasound in Mexican adults. Department of Nephrology. Ignacio Chávez National Institute of Cardiology. Mexico City. Nefrología 2009;29 (1):30-34. 2009 Órgano Oficial de la Sociedad Española de Nefrología
30. Gavela T, Sánchez Bayle M, Gómez Mardones G, Gallego S, Martínez-Pérez J, Moya MT. Ecographic study of kidney size in children. Nefrología 2006;26(3):325-9.

Pediatrics Department. 2 Epidemiology Unit. 3 Radiology Department. Nefrología. Volumen 26. Número 3. 2006

31. Ablett MJ, Coulthard A, Lee RE, et al. How reliable are ultrasound measurements of renal length in adults? *Br J Radiol* 1995;68:1087-
32. Rosenbaum, D. Renallength, E. Korngol, R. Littlewood, T. Sonographic Assessment of Renal Length in Normal Children. *American Roentgen Ray Society. AJR* 142:467-469, March 1984 0361-803x/84/1423-0467 American Roentgen Ray Society
33. Jun-Hwee Kim, Myung-Joon Kim, PhD1, Sok Hwan Lim, Jieun Kim, Mi-Jung Lee. Length and Volume of Morphologically Normal Kidneys in Korean Children: Ultrasound Measurement and Estimation Using Body Size 1Department of Radiology and Research Institute of Radiological Science, Severance Children's Hospital, Yonsei University College of Medicine, Seoul 120-752, Korea; Biostatistics Collaboration Unit, Yonsei University College of Medicine, Seoul 120-752, Korea *Korean J Radiol* 2013;14(4):677-682 <http://dx.doi.org/10.3348/kjr.2013.14.4.677>
34. Ghaneh Fananapazir. Benzl, R. Corwin, M. Ling-Xin, Chen. Junichiro Sageshima. Stewart, Susan. Troppmann, C. Predonation Volume of Future Remnant Cortical Kidney Helps Predict Postdonation Renal Function in Live Kidney Donors *Radiology* 2018; 288:153–157. <https://doi.org/10.1148/radiol.2018171642>
35. Cheong, B. Muthupillai, R. Rubin, M. Flamm, S. Normal Values for Renal Length and Volume as Measured by Magnetic Resonance Imaging. *Clin J Am Soc Nephrol* 2: 38–45, 2007 Doi: 10.2215/CJN.00930306. American Society of Nephrology
36. Oh, Min-su. Hwang Geol, Sanghoon Han, Hyun Sik Kang, Seung Hyo Kim, Young Don Kim, Ki-Soo Kang, Kyung-Sue Shin, Mu Sook Lee, Guk Myung Choi, Kyoung Hee Han. Sonographic Growth Charts for Kidney Length in Normal Korean Children: A Prospective Observational Study. <http://dx.doi.org/10.3346/jkms.2016.31.7.1089> • *J Korean Med Sci* 2016; 31: 1089-1093
37. CU Eze, KK Agwu, DN Ezeasor, KK Agwuna, AE Aronu. Sonographic Biometry of Normal Kidney Dimensions among School-age Children in Nsukka, Southeast Nigeria. *West Indian Med J* 2014; 63 (1): 46 DOI: 10.7727/wimj.2013.010 SA Journal of Radiology ISSN: (Online) 2078-6778, 1027-202X
38. Salome N. Ezeofor Godson E. Anyanwu Emmanuel N. Obikili Ezeofor SN, Anyanwu GE, Obikili EN. Reference indices for evaluating kidney dimensions in children using anthropometric measurements. *S Afr J Rad.* 2019;24(1), a1882. <https://doi.org/10.4102/sajr.v24i1.1882>

39. Özdikici, M, Ultrasonographic assessment of renal length in 310 Turkish children in the Eastern Anatolia region. *S Afr J Child Health* 2018;12(1):34-37. DOI:10.7196/SAJCH.2018.v12i1.1405. March 2018 Vol. 12 No. 1
40. Coombs, Peter R. Lavender, I. Leung, M. Webb, N. Ditchfield, M. Normal sonographic renal length measurements in an Australian pediatric population Accepted: 29 July 2019. Springer-Verlag GmbH Germany, part of Springer Nature 2019. *Pediatric Radiology*. <https://doi.org/10.1007/s00247-019-04486-2>
41. Henderson DA: Chronic nephritis in Queensland. *Australas Ann Med* 1995, 4(3):163–177.



ANEXOS

DECLARACIÓN DEL CONSENTIMIENTO INFORMADO

He leído con cuidado este consentimiento informado, he hecho todas las preguntas que he tenido y todas han sido respondidas satisfactoriamente. Para poder participar en el estudio, estoy de acuerdo con todos los siguientes puntos:

Estoy de acuerdo en participar en el estudio descrito anteriormente. Los objetivos generales, particulares del reclutamiento y los posibles daños e inconvenientes me han sido explicados a mi entera satisfacción.

Estoy de acuerdo en donar mi información médica y biológica podrá ser utilizada con los mismos fines.

Estoy de acuerdo, en caso de ser necesario, que se me contacte en el futuro si el proyecto requiere coleccionar información adicional o si encuentran información relevante para mi salud.

Mi firma también indica que he recibido un duplicado de este consentimiento informado.

Por favor responda las siguientes preguntas

	SÍ	NO
a. ¿Ha leído y entendido la forma de consentimiento informado?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. ¿Ha tenido la oportunidad de hacer preguntas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c. ¿Ha recibido usted respuestas satisfactorias a todas sus preguntas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d. ¿Ha recibido suficiente información acerca del estudio y ha tenido el tiempo suficiente para tomar la decisión?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e. ¿Entiende usted que su participación es voluntaria y que es libre de suspender su participación en este estudio en cualquier momento?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f. ¿Entiende los posibles riesgos, algunos de los cuales son aún desconocidos, de participar en este estudio?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
g. ¿Entiende que puede no recibir algún beneficio directo de participar en este estudio?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
h. ¿Entiende que no está renunciando a ninguno de sus derechos legales a los que es acreedor de otra forma como sujeto en un estudio de investigación?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
i. ¿Entiende que el médico participante en el estudio puede retirarlo del mismo sin su consentimiento, ya sea debido a que Usted no siguió los requerimientos del estudio o si el médico participante en el estudio considera que médicamente su retiro es en su mejor interés?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
j. ¿Entiende que usted recibirá un original firmado y fechado de esta Forma de Consentimiento, para sus registros personales?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Declaración del paciente: Yo, _____ declaro que es mi decisión participar en el estudio. Mi participación es voluntaria. He sido informado que puedo negarme a participar o terminar mi participación en cualquier momento del estudio sin que sufra penalidad alguna o pérdida de beneficios. Si suspendo mi participación, recibiré el tratamiento médico

habitual al que tengo derecho en el Centenario Hospital Miguel Hidalgo y no sufriré perjuicio en mi atención médica o en futuros estudios de investigación. Yo puedo solicitar información adicional acerca de los riesgos o beneficios potenciales derivados de mi participación en el estudio. Puedo obtener los resultados de mis exámenes clínicos si los solicito. Si tengo preguntas sobre el estudio, puedo ponerme en contacto _____ Tel _____. Si usted tiene preguntas sobre sus derechos como participante en el estudio, problemas, preocupaciones o preguntas, obtener información u ofrecer información sobre el desarrollo del estudio, siéntase en la libertad de hablar con el coordinador del Comité de Ética en Investigación del Centenario Hospital Miguel Hidalgo (Dr. José Manuel Arreola, teléfono: 449 994 6720 ext. 4734). Debo informar a los investigadores de cualquier cambio en mi estado de salud (por ejemplo, uso de nuevos medicamentos, cambios en el consumo de tabaco) o en la ciudad donde resido, tan pronto como sea posible. He leído y entendido toda la información que me han dado sobre mi participación en el estudio. He tenido la oportunidad para discutirlo y hacer preguntas. Todas las preguntas han sido respondidas a mi satisfacción. He entendido que recibiré una copia firmada de este consentimiento informado.

_____	_____
Nombre del Participante	Firma del Participante

Fecha	

