



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

TESIS

“Determinación de volumen y longitud renal por ultrasonido en población pediátrica del estado de Aguascalientes”

PRESENTA

Dra. Mónica Linneth Alcalde Ortiz

Para obtener el grado de especialista en Imagenología Diagnóstica y Terapéutica

ASESORES:

Dr. José Manuel Arreola Guerra

Dr. Héctor David Calzada Gallegos

Dr. Salomón Israel González Domínguez

Aguascalientes, Ags. Al día 01 del mes de marzo de 2023

AUTORIZACIONES



AUTORIZACIONES

Jefatura del Departamento de Enseñanza e Investigación
Dr. Felipe de Jesús Flores Parkman Sevilla



Dr. Salomón Israel González Domínguez
Jefe del Depto. De Auxiliares de Diagnóstico y Tratamiento
Asesor de Tesis

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

Dr. José Manuel Arreola Guerra
Presidente del Comité de Investigación
Asesor de Tesis

Dr. Héctor David Calzada Gallegos
Médico Adscrito del Posgrado de Imagenología Diagnóstica y Terapéutica
Asesor de Tesis



**COMITÉ DE INVESTIGACIÓN
CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO**

CI/084/21
Aguascalientes, Ags., a 07 de Octubre de 2021

**DRA. MONICA LINNETH ALCALDE ORTIZ
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-36 revisó y decidió Aprobar el proyecto de investigación para llevar a cabo en este Hospital, titulado:

***VOLUMEN Y LONGITUD RENAL POR ULTRASONIDO EN POBLACIÓN PEDIÁTRICA DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES**

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 envío un cordial saludo.

ATENTAMENTE


**DR. JOSÉ 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.

IMAG/cmva*



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

CEI/088/21

Aguascalientes, Ags., a 07 de Octubre de 2021

**DRA. MONICA LINNETH ALCALDE ORTIZ
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-36** revisó y decidió Aprobar el proyecto de investigación para llevar a cabo en este Hospital, titulado:

"VOLUMEN Y LONGITUD RENAL POR ULTRASONIDO EN POBLACIÓN PEDIÁTRICA DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES"

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 envío un cordial saludo.

ATENTAMENTE

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



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

JMAG/lmva*



Fecha 09 de diciembre de 2022

DR. FELIPE DE JESÚS FLORES PARKMAN SEVILLA

Jefe de Enseñanza e Investigación CHMH

PRESENTE

En respuesta a la petición hecha a la médico residente **Mónica Linneth Alcalde Ortiz**, relacionado a presentar una carta de aceptación de su trabajo de tesis titulado:

"DETERMINACIÓN DE VOLUMEN Y LONGITUD RENAL POR ULTRASONIDO EN POBLACIÓN PEDIÁTRICA DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES"

Me permito informarle que, una vez leído y corregido el documento, considero que llena los requisitos para ser aceptado e impreso como trabajo final.

Sin más por el momento aprovecho la oportunidad para hacerle llegar un cordial saludo.

ATENTAMENTE



Dr. Héctor David Calzada Gallegos
ASESOR DE TESIS
CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO

c.c.p. Coordinador de Investigación CHMH
c.c.p. Secretaría de Investigación y Posgrado del Centro de Ciencias de la Salud, BUAA.
c.c.p. Archivo.



Fecha 06 de diciembre de 2022

DR. FELIPE DE JESÚS FLORES PARKMAN SEVILLA

Jefe de Enseñanza e Investigación CHMH

PRESENTE

En respuesta a la petición hecha a la médico residente *Mónica Linneth Alcalde Ortiz*, relacionado a presentar una carta de aceptación de su trabajo de tesis titulado:

"DETERMINACIÓN DE VOLUMEN Y LONGITUD RENAL POR ULTRASONIDO EN POBLACIÓN PEDIÁTRICA DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES"

Me permito informarle que, una vez leído y corregido el documento, considero que llena los requisitos para ser aceptado e impreso como trabajo final.

Sin más por el momento aprovecho la oportunidad para hacerle llegar un cordial saludo.

ATENTAMENTE

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'J. Arreola Guerra', written over a horizontal line.

**DR. JOSÉ MANUEL ARREOLA GUERRA
ASESOR DE TESIS
CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO**

c.c.p. Coordinador de Investigación CHMH
c.c.p. Secretaría de Investigación y Posgrado del Centro de Ciencias de la Salud, BUAA.
c.c.p. Archivo.



Fecha 09 de diciembre de 2022

DR. FELIPE DE JESÚS FLORES PARKMAN SEVILLA

Jefe de Enseñanza e Investigación CHMH

P R E S E N T E

En respuesta a la petición hecha a la médico residente *Mónica Linneth Alcalde Ortiz*, relacionado a presentar una carta de aceptación de su trabajo de tesis titulado:

"DETERMINACIÓN DE VOLUMEN Y LONGITUD RENAL POR ULTRASONIDO EN POBLACIÓN PEDIÁTRICA DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES"

Me permito informarle que, una vez leído y corregido el documento, considero que llena los requisitos para ser aceptado e impreso como trabajo final.

Sin más por el momento aprovecho la oportunidad para hacerle llegar un cordial saludo.

ATENTAMENTE



Dr. Salomón Israel González Domínguez
ASesor DE TESIS
CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO

c.c.p. Coordinador de Investigación CHMH
c.c.p. Secretaría de Investigación y Posgrado del Centro de Ciencias de la Salud, BUAA.
c.c.p. Archivo.



Aguascalientes
Centro de trabajo y soluciones
El gigante de México

Centenario Hospital
Miguel Hidalgo

**CARTA DE VOTO APROBATORIO
INDIVIDUAL**

Dr. en Farm. **SERGIO RAMÍREZ GONZÁLEZ**
Decano del Centro del Centro de Ciencias de la Salud (CCS)
PRESENTE

Por medio del presente como **TUTOR** designado de la estudiante **MÓNICA LINNETH ALCALDE ORTIZ** con ID **288692** quien realizó la tesis titulada: "**DETERMINACIÓN DE VOLUMEN Y LONGITUD RENAL POR ULTRASONIDO EN LA POBLACIÓN PEDIÁTRICA DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES**", un estudio prospectivo, 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 13 de enero de 2023

Dr. José Manuel Arreola Guerra

ASESOR DE TESIS
CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO

c.c.p.- Dr. Felipe de Jesús Flores Parkman Sevilla. Jefe de Departamento de Enseñanza e Investigación, CHMH.
c.c.p.- Dra. Elvia Patricia Soto Toledo. Profesora titular del posgrado de Imagenología Diagnóstica y Terapéutica.



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

www.sea.gob.mx

Av. Manuel Gómez Morán S. N.º
Tlalco. Alameda, CP 20205

Código: DO-SEI-FO-07
Actualización: 01
Emitido: 11/05/19





Aguascalientes
 Centro de trabajo y soluciones
El estado de México

Centenario Hospital
Miguel Hidalgo

**CARTA DE VOTO APROBATORIO
 INDIVIDUAL**

Dr. en Farm. SERGIO RAMÍREZ GONZÁLEZ
 Decano del Centro del Centro de Ciencias de la Salud (CCS)
PRESENTE

Por medio del presente como **TUTOR** designado de la estudiante **MÓNICA LINNETH ALCALDE ORTIZ** con **ID 288692** quien realizó la tesis titulada: **"DETERMINACIÓN DE VOLUMEN Y LONGITUD RENAL POR ULTRASONIDO EN LA POBLACIÓN PEDIÁTRICA DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES"**, un estudio prospectivo, 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 13 de enero de 2023

Dr. Héctor David Calzada Gallegos
ASESOR DE TESIS

CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO

C.C.p.- Dr. Felipe de Jesús Flores Parkman Sevilla. Jefe de Departamento de Enseñanza e Investigación, CHMH.
 C.C.p.- Dra. Elvia Patricia Soto Toledo. Profesora titular del posgrado de Imagenología Diagnóstica y Terapéutica.



Atendido por: Depto. Apoyo al Posgrado.
 Hecho por: Depto. Control Escolar/Depto. Gestión de Calidad.
 Validado por: Depto. Control Escolar/Depto. Apoyo al Posgrado.

www.issaga.gob.mx

Av. Manuel Gómez Morán S. 77
Fracc. Alameda, CP 20335

Código: 99-161-F007
Actualización: 06
Emisión: 11/05/19





Aguascalientes
Gente de trabajo y abstracciones
El espíritu de México

Centenario Hospital
Miguel Hidalgo

**CARTA DE VOTO APROBATORIO
INDIVIDUAL**

Dr. en Farm. SERGIO RAMÍREZ GONZÁLEZ
Decano del Centro de Ciencias de la Salud (CCS)
PRESENTE

Por medio del presente como **TUTOR** designado de la estudiante **MÓNICA LINNETH ALCALDE ORTIZ** con **ID 288692** quien realizó la tesis titulada: "**DETERMINACIÓN DE VOLUMEN Y LONGITUD RENAL POR ULTRASONIDO EN LA POBLACIÓN PEDIÁTRICA DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES**", un estudio prospectivo, 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 Professe"

Aguascalientes, Ags. A 13 de enero de 2023

Dr. Salomón Israel González Domínguez

ASESOR DE TESIS

CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO

c.c.p.- Dr. Felipe de Jesús Flores Parkman Sevilla. Jefe de Departamento de Enseñanza e Investigación, CHMH.
c.c.p.- Dra. Elvia Patricia Soto Toledo. Profesora titular del posgrado de Imagenología Diagnóstica y Terapéutica.



Asesorado por: Depto. Apoyo al Posgrado
Asesorado por: Depto. Control Escolar/Depto. Gestión de Calidad
Asesorado por: Depto. Control Escolar/ Depto. Apoyo al Posgrado

www.seo.gob.mx

Av. Manuel Gómez Morán S 111
Procc. Alameda, C.P. 2025

Cófigr: 00-510-00-07
Actualización: 01
Evidenc: 17/05/23





DICTAMEN DE LIBERACIÓN ACADÉMICA PARA INICIAR LOS TRÁMITES DEL EXAMEN DE GRADO - ESPECIALIDADES MÉDICAS



Fecha de dictaminación dd/mm/aa: 03/01/23

NOMBRE: Mónica Linneth Alcalde Ortiz **ID** 288692
ESPECIALIDAD: IMAGENOLOGÍA DIAGNÓSTICA Y TERAPÉUTICA **LGAC (del posgrado):** Evaluación por imagen de enfermedad neurovascular, crónico-degenerativa, traumática e infecciosa.
TIPO DE TRABAJO: (X) Tesis () Trabajo práctico
TÍTULO: Determinación de volumen y longitud renal por ultrasonido en población pediátrica del estado de Aguascalientes

IMPACTO SOCIAL (señalar el impacto logrado): Evaluación de factores de riesgo de enfermedad renal

INDICAR SI/NO SEGÚN CORRESPONDA:

Elementos para la revisión académica del trabajo de tesis o trabajo práctico:

- SI El trabajo es congruente con las LGAC de la especialidad médica
- SI La problemática fue abordada desde un enfoque multidisciplinario
- SI Existe coherencia, continuidad y orden lógico del tema central con cada apartado
- SI Los resultados del trabajo dan respuesta a las preguntas de investigación o a la problemática que aborda
- SI Los resultados presentados en el trabajo son de gran relevancia científica, tecnológica o profesional según el área
- SI El trabajo demuestra más de una aportación original al conocimiento de su área
- SI Las aportaciones responden a los problemas prioritarios del país
- NO Generó transferencia del conocimiento o tecnológica
- SI Cumpe con la ética para la investigación (reporte de la herramienta antiplagio)

El egresado cumple con lo siguiente:

- SI Cumple con lo señalado por el Reglamento General de Docencia
- SI Cumple con los requisitos señalados en el plan de estudios (créditos curriculares, optativos, actividades complementarias, estancia, etc)
- SI Cuenta con los votos aprobatorios del comité tutorial, en caso de los posgrados profesionales si tiene solo tutor podrá liberar solo el tutor
- SI Cuenta con la aprobación del (la) Jefe de Enseñanza y/o Hospital
- SI Coincide con el título y objetivo registrado
- SI Tiene el CVU del Conacyt actualizado
- NO Tiene el artículo aceptado o publicado y cumple con los requisitos Institucionales

Con base a estos criterios, se autoriza se continúen con los trámites de titulación y programación del examen de grado

Sí x
No

FIRMAS

Revisó:

NOMBRE Y FIRMA DEL SECRETARIO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO: Dr. Ricardo Ernesto Ramírez Orozco

Autorizó:

NOMBRE Y FIRMA DEL DECANO: Dr. Sergio Ramírez González

Nota: procede el trámite para el Depto. de Apoyo al Posgrado

En cumplimiento con el Art. 305C del Reglamento General de Docencia que a la letra señala entre las funciones del Consejo Académico: ... Cuidar la eficiencia terminal del programa de posgrado y el Art. 305F las funciones del Secretario Técnico, llevar el seguimiento de los alumnos.

AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos, uno de los apartados iniciales de este documento, muchos pensarán que es de los más fáciles de hacer y sin embargo es el que más me costó escribir.

Comencé la especialidad con muchas ilusiones, la mayor de ellas era poder compartir este día con mis papás, pues ellos han sido mi motor en todo el sentido de la palabra. Es gracias a ellos que he tenido el privilegio de una educación continua y de calidad, sin falta de recursos para mi supervivencia o aprendizaje. Han sido ellos quienes, desde la universidad, han sostenido mi espalda en cada momento difícil, quienes siempre han creído en mí, quienes fomentaron en mí el deseo de superación y de triunfo en la vida y que, además, me han enseñado a valorar todo lo que tengo; todo esto ha contribuido a la consecución de este logro.

Hoy mi mami ya no está conmigo y es definitivamente el dolor más grande que jamás había sentido. Dedico con todo mi amor y cariño este trabajo de tesis a ella, Ramona Ortiz Trujillo, pues sin su amor incondicional, sus enseñanzas, ejemplo de superación, humildad y sacrificio, no lo habría logrado. Han sido muchos los momentos de fatiga emocional y muchos los momentos en los que he estado a punto de desfallecer, pero sin duda alguna, son sus enseñanzas las que he aplicado cada día para mantenerme de pie. Gracias por impulsarme y estar presente no sólo en esta etapa tan importante de mi vida, sino en todo momento, ofreciéndome lo mejor y buscando lo mejor para mi persona. Puedo sentir su orgullo, dicha, felicidad y satisfacción de que hayamos cumplido ese objetivo que, junto con mi papá, iniciamos en marzo del año 2020.

Con amor, su hija Mónica Linneth Alcalde Ortiz.

CONTENIDO

Acrónimos	5
Resumen	6
Abstract.....	7
Introducción	8
CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO.....	9
Desarrollo del aparato urinario.....	9
Anatomía renal.....	10
Fisiología renal.....	12
Enfermedad renal crónica.....	13
Epidemiología.....	14
Diagnóstico.....	20
Enfermedad renal crónica en niños.....	24
Definición.....	24
Epidemiología.....	25
Etiología.....	26
Diagnóstico y estadificación.....	27
Seguimiento y progresión de la enfermedad renal crónica.....	29
Ecografía renal en el paciente pediátrico.....	30
Parámetros y técnica de medición.....	30
Ecografía del riñón normal en el paciente pediátrico.....	32
Relación entre los factores antropométricos y el tamaño renal.....	33
Impacto de la enfermedad renal crónica en México.....	38
Impacto de la enfermedad renal crónica en Aguascalientes.....	39
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	42
Justificación.....	42
Magnitud e impacto.....	42
Aplicabilidad.....	42
Factibilidad.....	42
Propósito del estudio.....	43
Pregunta de tesis.....	43
Hipótesis.....	43

Planteamiento del problema	43
Objetivo general	43
Objetivos específicos	43
Tipo de estudio	44
Población de estudio.....	44
Criterios de selección	44
Criterios de inclusión.....	44
Criterios de exclusión.....	44
Descripción y operacionalización de las variables.....	44
Análisis estadístico	45
Tipo de muestreo	46
CAPÍTULO III. MATERIAL, PACIENTES Y MÉTODOS	47
Características particulares del lugar y población de estudio	47
Evaluación imagenológica.....	47
Consideraciones éticas	47
Recursos para el estudio.....	48
Recursos humanos	48
Recursos materiales	48
Recursos financieros	48
CAPÍTULO IV. RESULTADOS.....	49
DISCUSIÓN.....	59
CONCLUSIÓN	61
GLOSARIO.....	62
REFERENCIAS.....	63
ANEXOS.....	65

Índice de ilustraciones y tablas

Ilustración 1. Desarrollo embriológico del aparato urinario.....	9
Ilustración 2. Riñón derecho en corte anterior que señala sus componentes anatómicos.....	10
Ilustración 3. Esquema de la anatomía normal de las arterias renales.....	11
Ilustración 4. Nefrona yuxtamedular e irrigación vascular.....	12
Ilustración 5. Incidencia de ESRD en tratamiento sustitutivo pmp	15
Ilustración 6. Incidencia de ERT en tratamiento sustitutivo	15
Ilustración 7. Prevalencia de ERT en tratamiento sustitutivo, por país o región.....	16
Ilustración 8. Incidencia de ERT en tratamiento sustitutivo.....	16
Ilustración 9. Incidencia de ERT en tratamiento sustitutivo por edad, país o región.....	17
Ilustración 10. Distribución de acuerdo a la modalidad de tratamiento de ESRD.....	17
Ilustración 11. Distribución de modalidad de tratamiento en pacientes con ESRD.....	18
Ilustración 12. Trasplante renal en pacientes con ESRD.....	18
Ilustración 13. Porcentaje de Distribución de trasplante renal por tipo de donador.....	19
Ilustración 14. Prevalencia de pacientes con ESRD que han recibido trasplante renal.....	19
Ilustración 15. Fórmulas para estimar TFG basado en la creatinina sérica.....	20
Ilustración 16. Fórmulas para estimar TFG en niños basado en la creatinina sérica	20
Ilustración 17. Fórmula para estimar la TFG basado en cistatina C.....	21
Ilustración 18. Relación albúmina creatinina.....	21
Ilustración 19. Cambios renales por ecográfica en pacientes con ERC.....	22
Ilustración 20. Ultrasonido renal derecho e imagen de TC contrastada en plano axial.....	23
Ilustración 21. Técnica de medición renal por ultrasonido.....	31
Ilustración 22. Valoración sonográfica de un riñón normal.....	32
Ilustración 23 Ultrasonido renal en un paciente neonatal.....	32
Ilustración 24. Distribución de la longitud renal para la edad en adultos mexicanos.....	34
Ilustración 25. Relación entre longitud renal y talla en el paciente pediátrico.....	35
Ilustración 26. Relación que entre la altura y longitud renal.....	36
Ilustración 27. Percentiles de longitud renal por edad.....	51
Ilustración 28. Percentiles de longitud renal por talla.....	52
Ilustración 29. Percentiles de volumen renal por edad.....	54

Ilustración 30. Percentiles de volumen renal ajustado a superficie corporal.....	55
Ilustración 31. Gráfico de percentiles de VRSC para riñón derecho.....	56
Ilustración 32. Comparativo de población australiana y mexicana de longitud renal RD	56
Ilustración 33. Comparativo de longitud renal RI en población australiana y mexicana.....	57
Ilustración 34. Comparativo del VR en población mexicana y de Hong Kong.....	57
Tabla 1. Estadificación de ERC en niños basado en las guías KDIGO 2012.....	27
Tabla 2. Exámenes de laboratorio y frecuencia de monitorización para ERC en niños.....	29
Tabla 3. Percentiles de BSARV y volumen renal relativo de ambos riñones.....	36
Tabla 4. Valor de P para estimar las diferencias de VRSC para ambos sexos.....	37
Tabla 5. Longitud riñón derecho por edad.....	50
Tabla 6. Longitud riñón izquierdo por edad.....	50
Tabla 7. Longitud riñón derecho por talla.....	51
Tabla 8. Longitud riñón izquierdo por talla.....	51
Tabla 9. Volumen renal derecho por edad	52
Tabla 10. Volumen renal izquierdo por edad	53
Tabla 11. Se determina el Coeficiente β para talla y edad	53
Tabla 12. Comparativo de VRSC para ambos sexos utilizando valor de P	53
Tabla 13. Volumen renal derecho ajustado a superficie corporal por edad	54
Tabla 14. Volumen renal izquierdo ajustado a superficie corporal por edad	55
Tabla 15. Percentiles de VRSC derecho e izquierdo	56
Tabla 16. Comparativo del VRT en población mexicana y de Hong Kong	58

Acrónimos

AINE	Antiinflamatorio no esteroideo.
CENCAM	Consortio para la Investigación de la Nefropatía Mesoamericana
DE - Desviación estándar	Desviación estándar
DM2 - Diabetes Mellitus	Diabetes Mellitus
ERC- Enfermedad renal crónica	Enfermedad renal crónica
ERT - Enfermedad renal terminal.	Enfermedad renal terminal.
FG - Filtrado glomerular.	Filtrado glomerular.
GEFS - Glomeruloesclerosis focal y segmentaria	Glomeruloesclerosis focal y segmentaria
HAS - Hipertensión arterial.	Hipertensión arterial.
IMC - Índice de masa corporal	Índice de masa corporal
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
K/DOQI	Kidney Disease outcome Quality Initiative
KDIGO	Kidney Disease Improving Global Outcomes
Mean	Media
N	Número
NAPRTCS	North American Pediatric Renal Trials and Collaborative Studies
PACS	Picture archiving and communication system
pmp	Por millón de población
ppmp	Por millón de población pediátrica
REUDERC	Registro estatal único de enfermedad renal crónica del estado de Aguascalientes.
SD	Standard deviation
TFG	Tasa de filtrado glomerular.
USRDS	Sistema de datos renales de los Estados Unidos
VRSC	Volumen renal ajustado a superficie corporal

Resumen

Objetivo: Determinar el volumen renal normal ajustado a superficie corporal mediante ecografía en pacientes que residen en el estado de Aguascalientes con edades entre 0 a 18 años.

Métodos: Se evaluó el tamaño renal mediante ultrasonido en 1083 niños de entre 0 y 18 años que se conocen sanos, tienen riñones morfológicamente normales y residen en la ciudad de Aguascalientes y en los municipios de Calvillo y Rincón de Romos. La valoración en pacientes de 4 a 18 años fue realizada en sus escuelas, para los grupos de edad comprendidos entre 0 a 3 años se reclutaron en el Hospital de la Mujer, un DIF del municipio de Calvillo y en consulta privada de un nefrólogo pediatra. Paralelamente se recogieron datos sobre edad, sexo, peso, talla y superficie corporal en todos los pacientes estudiados.

Resultados: No se encontraron diferencias significativas entre el volumen renal ajustado a superficie corporal en riñón derecho e izquierdo por grupos de edad ni entre pacientes del género masculino y femenino. Las curvas de distribución de la longitud y volumen renal por edad y talla tienen una distribución anormal, mientras que las tablas ajustadas a superficie corporal tienen una distribución lineal, obteniendo rangos normales entre 41.4 ml/m² (percentil 10) a 70.6 ml/m² (percentil 90) para riñón derecho y de 45.2 ml/m² (percentil 10) a 73.8 ml/m² (percentil 90) para el riñón izquierdo; el rango normal de volumen relativo para el riñón derecho figura entre percentil 10 de 0.43 y percentil 90 de 0.52, y para el riñón izquierdo figura entre 0.46 para el percentil 10 y 0.56 para el percentil 90 con una media de 50 y una DS de 0.045. Se realizó un análisis comparativo de nuestros resultados con un estudio realizado en Australia el determina la relación entre longitud renal-edad y otro realizado en Hong Kong que determina la relación entre longitud renal-talla, en el cual se demostró que el tamaño renal de nuestra población es significativamente menor ($P < 0.001$).

Conclusiones: Los parámetros de medida renal mostraron una correlación estadísticamente significativa con la superficie corporal, ahora se cuenta con una forma fácil y práctica de recordar que un volumen renal entre 41.4 a 70.6 ml/m² para riñón derecho y 45.2 a 73.8 ml/m² para el riñón izquierdo es normal independientemente de la edad, sexo y talla.

Abstract

Objective: To determine the normal renal volume adjusted to body surface area using ultrasound in pediatric patients between 0 and 18 years old, who live in Aguascalientes, Mexico. and who are known to be healthy and have morphologically normal kidneys.

Methods: The data was obtained through ecographies taken in 1083 children between 0 and 18 years old who are known to be healthy, have morphologically normal kidneys and reside in Aguascalientes, Calvillo and Rincon de Romos. The assessment in patients from 4 to 18 years old was carried out in their schools, for the age groups between 0 and 3 years old were recruited at Hospital de la Mujer, a DIF in Calvillo and at the private practice of a pediatric nephrologist. The information related to age, sex, weight, height and corporal surface were also taken.

Results: No significant differences were found between the renal volume adjusted to the body surface area in the right and left kidney by age group or between male and female patients. The distribution curves of renal length and volume by age and height have an abnormal distribution, while the tables adjusted for body surface area have a linear distribution, obtaining normal ranges between 41.4 ml/m² (10th percentile) to 70.6 ml/m² (90th percentile) for the right kidney and from 45.2 ml/m² (10th percentile) to 73.8 ml/m² (90th percentile) for the left kidney; the normal range of relative volume for the right kidney is between the 10th percentile of 0.43 and the 90th percentile of 0.52, and for the left kidney it is between 0.46 for the 10th percentile and 0.56 for the 90th percentile with a mean of 50 and a SD of 0.045 . A comparative analysis of our results was done with an Australian study that determined the relationship between kidney length-age and another Hong Kong study that determined the relationship between kidney length-height, it was shown that the kidney size of our population is significantly smaller ($P < 0.001$) than the other studies.

Conclusions: The size parameters measured in the kidneys showed a statistically significant correlation with the body surface, now there is an easy and practical way to remember that a renal volume between 41.4 to 70.6 ml/m² for the right kidney and 45.2 to 73.8 ml/m² for the right kidney. the left kidney is normal regardless of age, sex, and height.

Introducción

La enfermedad renal crónica (ERC) se define como la pérdida progresiva e irreversible de la función renal; la etiología es de origen multifactorial, siendo las principales causas diabetes mellitus tipo 2 (DM2) e hipertensión arterial (HAS) no controlada. Otras enfermedades que juegan un papel importante son la obesidad y enfermedades del corazón. En la actualidad, la ERC es una de las patologías que representa un gran reto para la Salud Pública en México debido al incremento desmesurado en el número de pacientes con enfermedades metabólicas y que ha condicionado gastos excesivos para el sistema de salud. De acuerdo con el INEGI, en el año 2021, la ERC se clasificó en el 11º lugar en mortalidad de nuestro país y se considera la segunda causa más importante de años de vida perdidos en latinoamérica. A nivel global existen alrededor de 200 millones de personas que viven con enfermedad renal crónica y la mayoría de los casos se diagnostican cuando las funciones renales se han deteriorado hasta un 70%.¹

A partir de junio del 2018 se instituyó el inicio del Registro Estatal de Enfermedad Renal Crónica del Estado de Aguascalientes. En el año 2021 se estimó una prevalencia de 149.92 por cada 100, 000 habitantes en pacientes no trasplantados y una prevalencia de 215.20 por cada 100, 000 habitantes en pacientes trasplantados. Actualmente el estado de Aguascalientes se encuentra en uno de los primeros cinco lugares a nivel mundial, siendo de etiología desconocida en aproximadamente el 53% de los casos y teniendo como principal grupo afectado a jóvenes de entre 20-40 años. ¹

En la población pediátrica, el tamaño renal es un parámetro importante que se utiliza para la evaluación clínica, evaluación del crecimiento renal y anomalías renales, incluyendo atrofia, hipoplasia e hipertrofia, por lo que tener una referencia confiable para el tamaño renal es valioso. El ultrasonido se considera el método de elección para su valoración en este grupo poblacional, debido a que no expone a los pacientes a radiación y por sus costos accesibles. Varios estudios de talla internacional publicados en revistas indexadas han sugerido que la longitud y el volumen renal son independientes de la edad y están fuertemente relacionados con la altura y superficie corporal, siendo este último un parámetro fiable de correlación con la función renal y filtrado glomerular. En la infancia los volúmenes renales son cambiantes y las desviaciones del volumen normal pueden indicar condiciones patológicas, por lo tanto, se requiere tablas de referencia de volumen normal acorde a las características antropométricas de la población para poder clasificarlos dentro de lo normal y anormal. En la práctica diaria esto es frecuentemente ignorado y los riñones son evaluados únicamente por su apariencia en estudios de imagen, siendo el ultrasonido el método mayormente utilizado. ^{2, 3, 4}

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

Desarrollo del aparato urinario

El aparato urogenital puede dividirse funcionalmente en dos componentes distintos: El aparato urinario y el aparato genital, sin embargo, ambos guardan íntima relación, ya que provienen del mesodermo intermedio y al comienzo del desarrollo, los conductos excretores de los dos sistemas desembocan en una cavidad común, la cloaca.

Durante el desarrollo embrionario, se forman tres sistemas renales: pronefros, mesonefros y metanefros. El primero se desarrolla al inicio de la cuarta semana de gestación, está formado por 7-10 grupos celulares que representan unidades vestigiales excretoras, las cuales experimentan regresión total al final de la cuarta semana y al mismo tiempo aparecen los primeros órganos mesonéfricos integrados por el conducto mesonéfrico de Wolf y los túbulos mesonéfricos, los cuales están rodeados por el cordón nefrogénico y que a su vez permiten su función como riñones provisionales por un tiempo aproximado de cuatro semanas.

El mesonefros degenera al final de la semana 12 de gestación. La yema ureteral se forma a partir del conducto mesonéfrico y penetra en el blastema metanéfrico para así dar lugar al metanefros, el cual comienza su desarrollo a partir de la quinta semana de gestación y terminará formando el riñón definitivo. La yema ureteral dará origen al sistema colector (pelvis renal, cálices mayores, cálices menores, uréteres y túbulos colectores). El blastema metanéfrico dará origen al sistema excretor o unidad excretora, llamada nefrona (*Ilustración 1*).

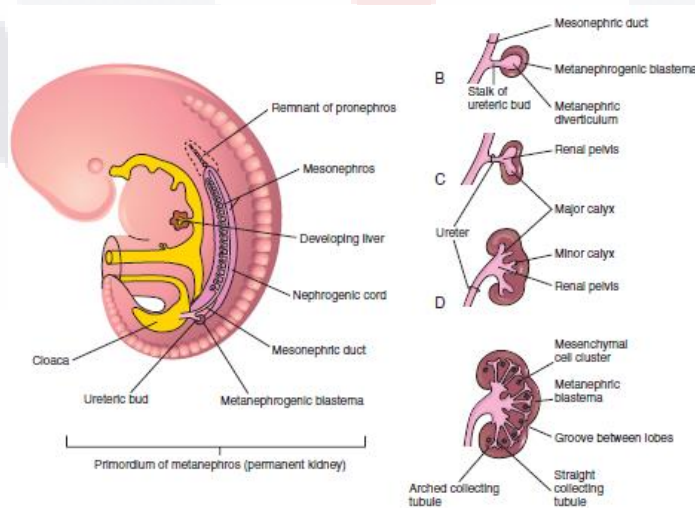


Ilustración 1. Desarrollo embriológico del aparato urinario. *Tórtora, G. (2011). Principios de anatomía y fisiología.*

Anatomía renal

El riñón es un órgano par de localización retroperitoneal, situado a la altura de D12 - L3. Habitualmente el riñón derecho tiene una posición más inferior con respecto al izquierdo, ya que es desplazado por el hígado. En un adulto, las dimensiones normales oscilan entre 10-12 cm de longitud, 5-7 cm de ancho y 3 cm de espesor. En niños su tamaño varía de acuerdo a sus características antropométricas.⁵

Cada riñón está cubierto por tres capas (cápsula renal, cápsula adiposa, fascia renal o fascia de Gerota), las cuales le confieren morfología similar a un "frijol"; en su borde medial es de forma cóncava y a través de ahí surge el hilio renal, compuesto por nervios vasos sanguíneos y linfáticos.^{5,6}

El parénquima renal está compuesto por corteza y médula renal; en su interior contiene a la unidad funcional del riñón, llamada nefrona.

La médula renal está compuesta por pirámides renales, su base tiene dirección hacia la corteza renal y su vértice hacia la papila renal, que eventualmente desemboca a los cálices mayores y menores, y éstos a su vez en la pelvis renal. La corteza renal es el área de textura lisa que se extiende desde la cápsula hasta las bases de las pirámides renales y los espacios entre ellas (columnas de Bertín); se divide en zona cortical externa y zona yuxtamedular interna. Se denomina lóbulo renal al conjunto de una pirámide renal, la corteza subyacente y la mitad de cada columna renal adyacente (*Ilustración 2*)⁶

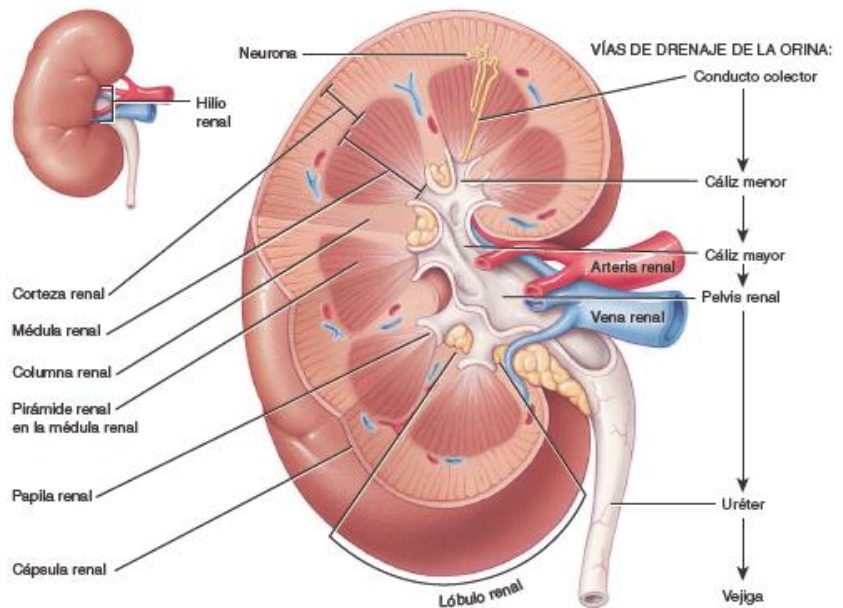


Ilustración 2. Imagen ilustrativa del riñón derecho en corte anterior, que señala sus principales componentes anatómicos. *Tórtora, G. (2011). Principios de anatomía y fisiología.*

La irrigación arterial se da a través de la arteria renal, la cual es rama directa de la aorta y que se ramifica en arterias segmentarias, que dan origen a las arterias interlobares y éstas a su vez dan lugar a las arterias arcuatas, continuando con las arterias interlobulillares, arteriolas aferentes, capilares glomerulares (penacho glomerular) y arteriolas eferentes, que emergen de cada glomérulo y conecta con capilares peritubulares y el sistema venoso, el cual comienza con las vasas rectas ascendentes, que drenan hacia las venas interlobulillares, arcuatas, interlobares y finalmente hacia la vena renal. Los riñones reciben aproximadamente el 20-25% del gasto cardiaco en reposo, alrededor de 1200 mL por minuto (*Ilustración 3*)⁶

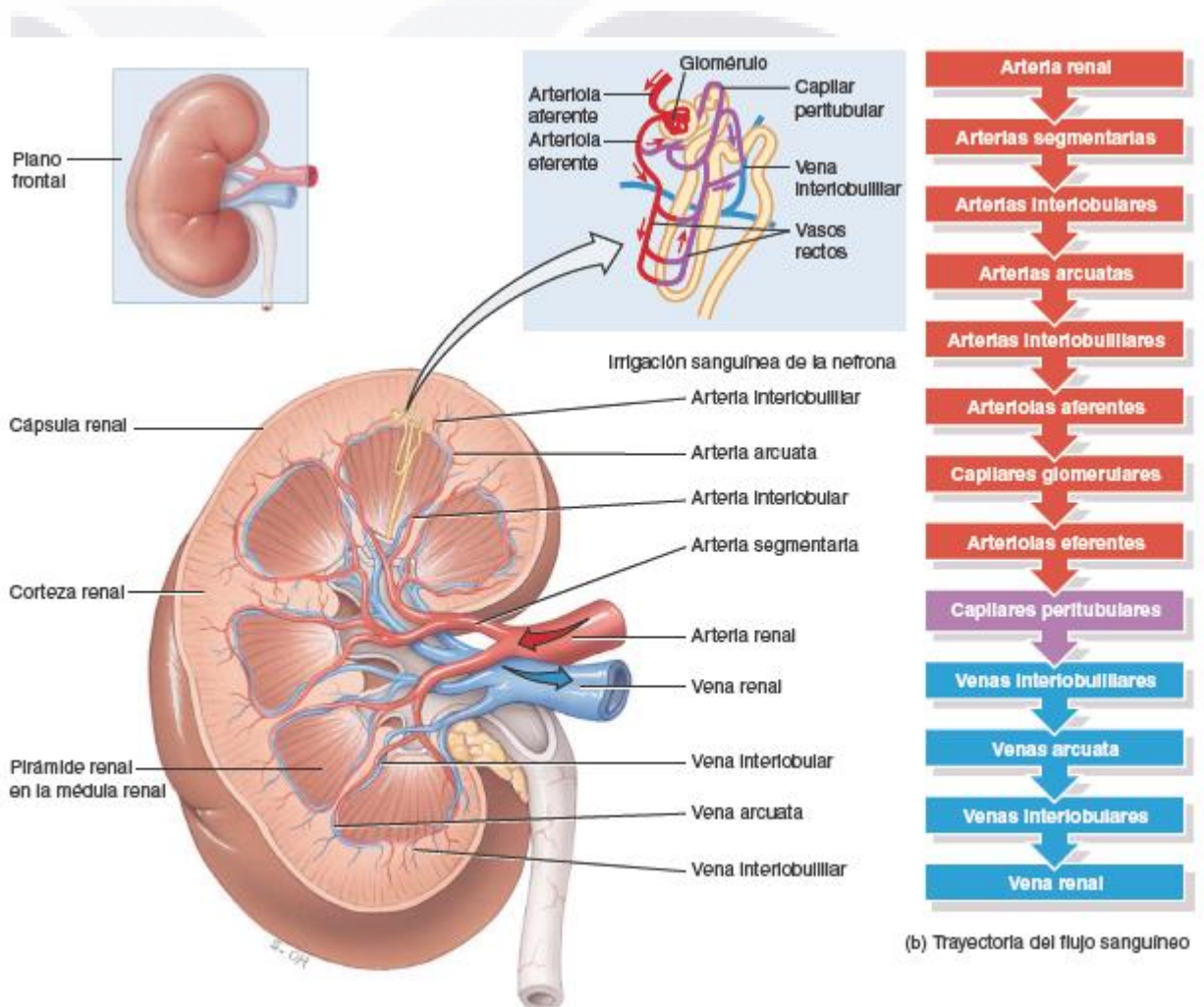


Ilustración 3. Esquema de la anatomía normal de las arterias renales. Tórtora, G. (2011). *Principios de anatomía y fisiología.*

La inervación renal proviene de la división simpática del sistema nervioso autónomo y en su mayor parte está compuesta por nervios vasomotores que regulan el flujo sanguíneo a través de las arteriolas renales mediante mecanismos de vasoconstricción o vasodilatación.⁶

Fisiología renal

Las nefronas son las unidades funcionales de los riñones (*Ilustración 4*). Cada nefrona consta de un corpúsculo renal (glomérulo y cápsula de Bowman) y un túbulo renal. El plasma sanguíneo se filtra en la cápsula glomerular y luego el líquido ingresa en el túbulo renal que tiene tres sectores principales: túbulo contorneado proximal, asa de Henle, túbulo contorneado distal. Los túbulos contorneados desembocan en un solo túbulo colector, que se une con otros conductos colectores y convergen en conductos papilares que drenan en los cálices menores, cálices mayores y finalmente a la pelvis renal para descender hacia la vejiga a través de los uréteres.⁶

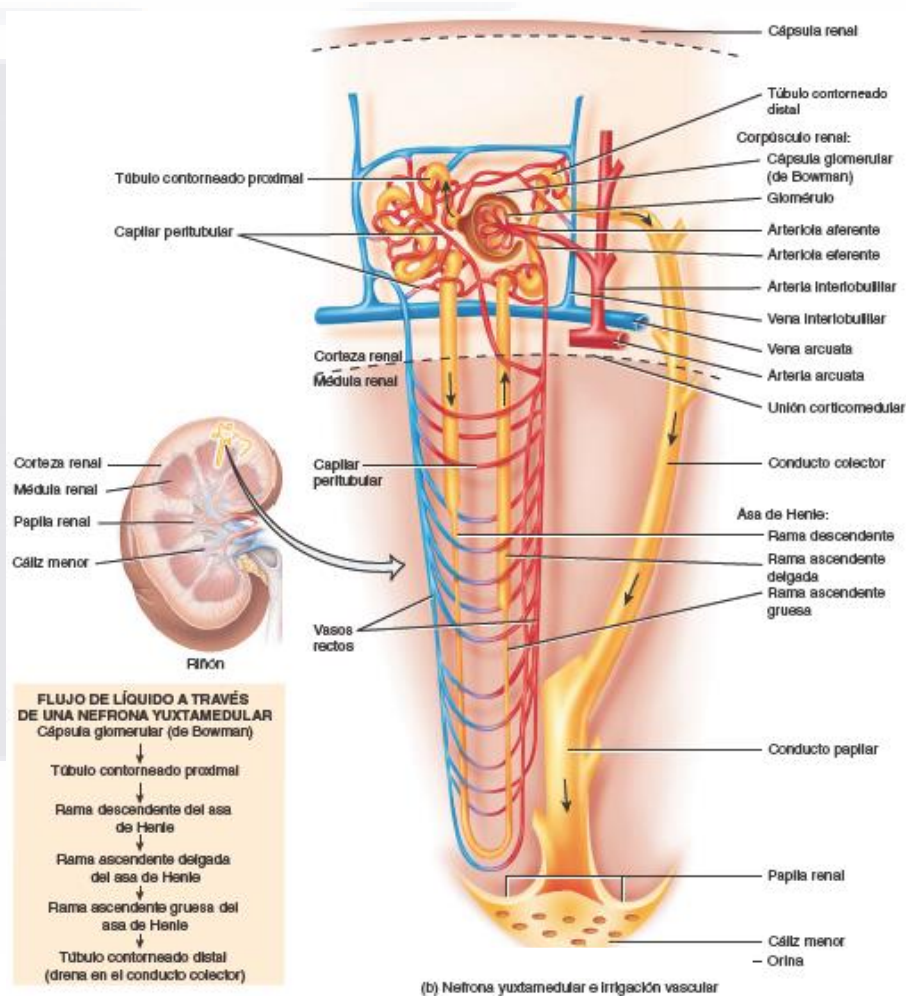


Ilustración 4. Nefrona yuxtamedular e irrigación vascular. Tórtora, G. (2011). *Principios de anatomía y fisiología*.

De esta manera, se lleva a cabo la depuración de los productos finales del metabolismo orgánico y control de las concentraciones de agua y electrolitos. Esto se logra mediante un proceso de filtración glomerular, reabsorción y secreción tubular de diversas sustancias. El filtrado glomerular suele ser

cercano a los 125 mL por minuto y se mantiene en un rango muy estrecho gracias al fenómeno de autorregulación, por lo que cambios graves en la presión arterial sistémica no siempre afectan los glomérulos. ⁶

El número de nefronas permanece constante desde el nacimiento. Cualquier aumento en el tamaño del riñón se debe en forma exclusiva al crecimiento de las mismas; si éstas resultan dañadas o experimentan enfermedades, no se forman nuevas. Los signos de la disfunción renal no suelen ser evidentes hasta que la función disminuye a menos del 25% de lo normal, porque las nefronas remanentes se adaptan para manejar una carga mayor que lo habitual. ⁶

Enfermedad renal crónica.

La enfermedad renal crónica (ERC) se define como la pérdida progresiva e irreversible de la función renal. Existen criterios bien definidos que permiten diagnosticarla esta entidad, como son: la tasa de filtración glomerular (TFG) $< 60 \text{ mL/min/1.73m}^2$ durante un periodo mayor o igual a tres meses, anomalías estructurales o anomalías en la función renal manifestado por otras causas además de disminución en el FG. Es precisamente este lapso de tiempo el que lo distingue de la falla renal aguda, la cual se caracteriza por un aumento en la creatinina sérica en un periodo de horas o días. Otro término importante a tomar en cuenta es la falla renal subaguda, el cual se define como una disminución en la función renal por un periodo \geq a 48 horas, pero menor a tres meses.

La etiología de ERC es de origen multifactorial, siendo las principales causas diabetes mellitus tipo 2 (DM2) e hipertensión arterial (HAS) no controlada. Otras enfermedades que juegan un papel importante son la obesidad y enfermedades del corazón. ^{7,8}

A nivel global existen alrededor de 200 millones de personas que viven con enfermedad renal crónica y la mayoría de los casos se diagnostican cuando las funciones renales se han deteriorado un 70%. En la actualidad, la ERC representa un gran reto para la Salud Pública en México debido al incremento desmesurado en el número de pacientes con enfermedades metabólicas y que ha representado gastos excesivos para el sistema de salud (*Ilustración 5*).

En el año 2002 la National Kidney Foundation publicó las guías K/DOQI (Kidney Disease outcome Quality Initiative), donde se establece la definición de ERC, su clasificación de acuerdo a la severidad y

métodos diagnósticos. En 2004 surgieron las primeras guías K/DOQI para el manejo de la hipertensión en pacientes con ERC grado III. ^{7, 8}

En 2003 se fundó la organización Kidney Disease Improving Global Outcomes (KDIGO) para proponer estrategias para la prevención y el tratamiento de la ERC y en el año 2005, se publicó la primera guía KDIGO que define y clasifica la ERC, donde se ratifica el enfoque de las guías K/DOQI sobre la definición y clasificación de ERC. Finalmente, en diciembre y enero de 2012 se publicaron las nuevas guías KDIGO sobre evaluación y tratamiento de pacientes con ERC, así como del tratamiento antihipertensivo en pacientes con esta enfermedad ^{7, 8}

Epidemiología

Su incidencia es variable en todo el mundo (*Ilustración 5*). El Sistema Americano de Enfermedad Renal (The United States Renal Data System, USRDS - <https://www.usrds.org/>), un sistema nacional estadounidense que colecta, analiza y distribuye datos sobre ERC y enfermedad renal terminal (ERT); en el reporte anual de 2021 informa que en el último estudio epidemiológico realizado en 2019, la **incidencia** más alta de ERT en tratamiento sustitutivo, se observó en el estado de Jalisco, México con 570 por millón de habitantes (pmp), Taiwán con 529 pmp, el estado de Aguascalientes, México 483 pmp y el EE. UU. 410 pmp. La **prevalencia** más alta de ESRD en tratamiento sustitutivo, se observó en Taiwán con 3679 pmp, Japón con 2696 pmp, EE. UU. con 2465 pmp, Singapur con 2327 pmp, Corea del Sur con 2100 pmp, Tailandia con 2063 pmp, Aguascalientes, México con 2020 pmp y Portugal con 2008 pmp (*Ilustraciones 6 y 7*). ⁹

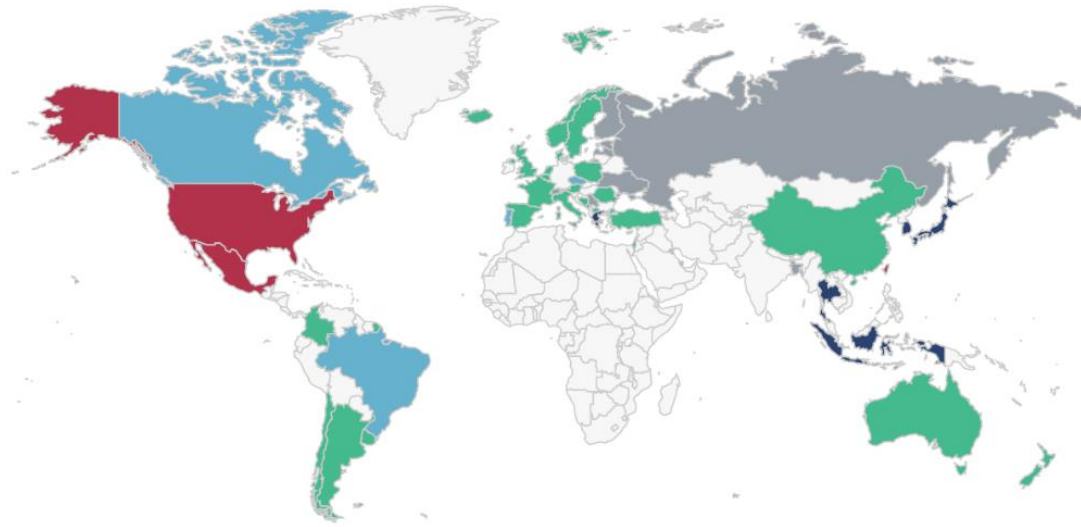
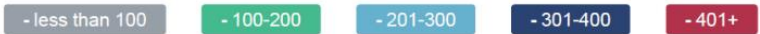


Ilustración 5.
Variación geográfica de la incidencia de ESRD en tratamiento sustitutivo por millón de habitantes, por país o región, en el año 2019.



Data source: Special analysis, USRDS ESRD Database. Data presented only for countries from which relevant information was available. The incidence is unadjusted. Data for Mexico includes Jalisco and Aguascalientes only. NOTE: Data collection methods vary across countries, requiring caution in making direct comparisons.

Sort by Rate | Sort by Country/region name | Sort by Continent and Country/region name

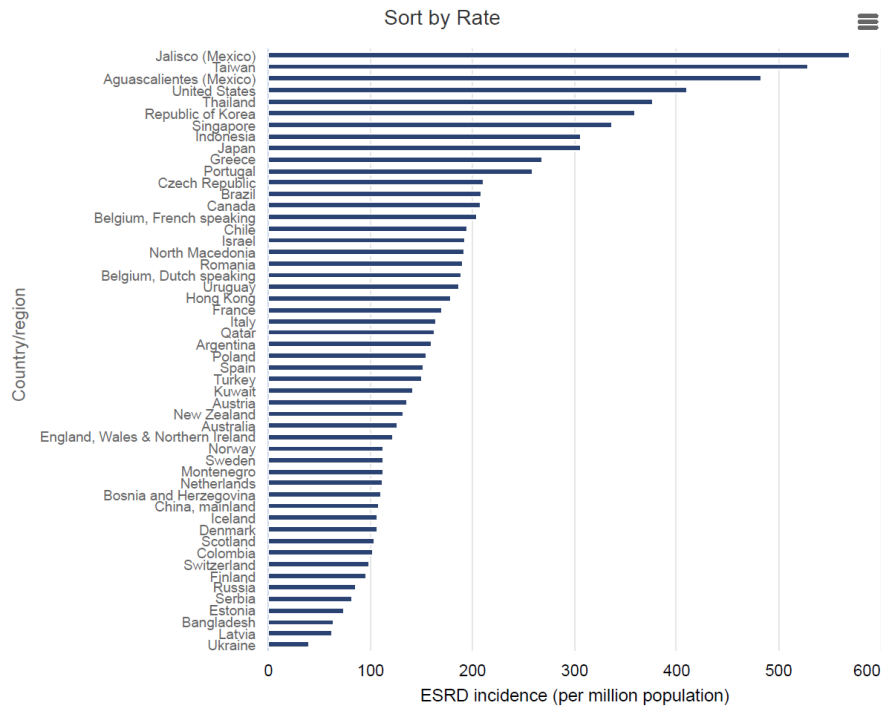


Ilustración 6. Incidencia de ERT en tratamiento sustitutivo, por país o región. Fuente: Base de datos USRDS, 2019.

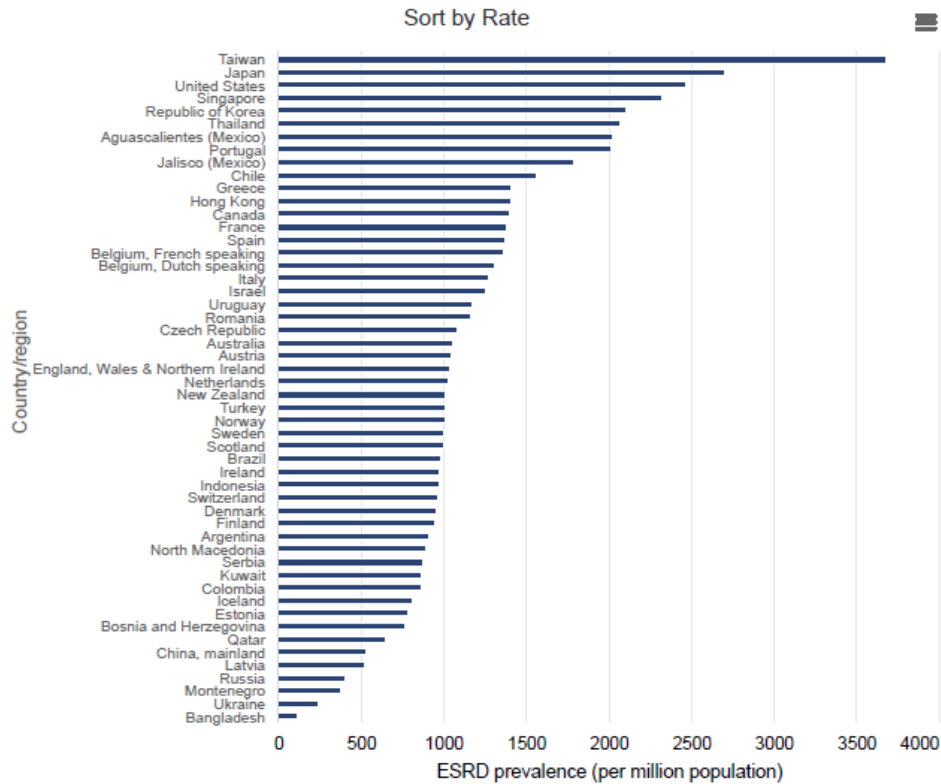
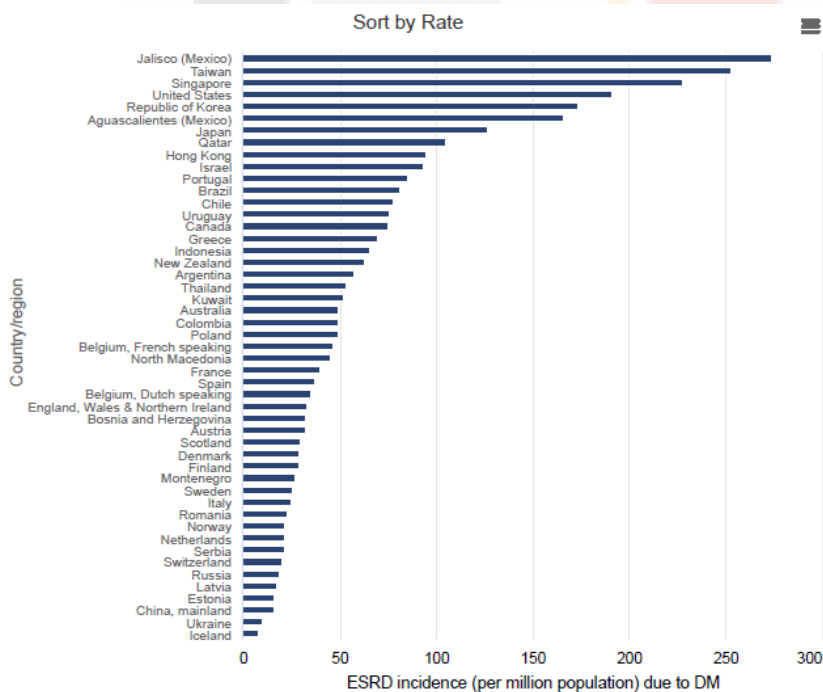


Ilustración 7. Prevalencia de ERT en tratamiento sustitutivo, por país o región. Fuente: USRDS, 2019.

En esta plataforma también resaltan los siguientes puntos:



- El estado de Jalisco ocupó el primer lugar con mayor incidencia de ERC en tratamiento sustitutivo atribuido a diabetes con 274 ppm, seguido de Taiwan (253 pmp), Singapur (228 pmp), y estados unidos (191 pmp).

Ilustración 8. Incidencia de ERT en tratamiento sustitutivo atribuido a diabetes, por país o región. Fuente: Base de datos USRDS, 2019

- Se analizó la incidencia de ERC en tratamiento sustitutivo en cuatro grupos de edad (*Ilustración 9*). La mayoría de los países desarrollados de occidente, mostraron mayor incidencia en >75 años. Algunos países o regiones como Aguascalientes, Singapur, Argentina, Nueva Zelanda, Escocia, Rumania, Hong Kong, mostraron mayor incidencia en población de 64 - 75 años.

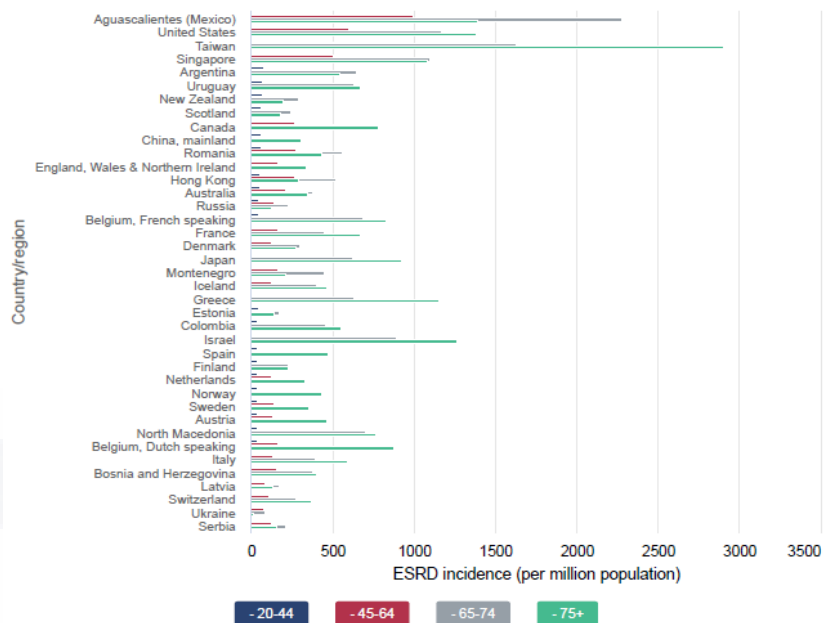


Ilustración 9. Incidencia de ERT en tratamiento sustitutivo por edad, país o región. Fuente: Base de datos USRDS, 2019

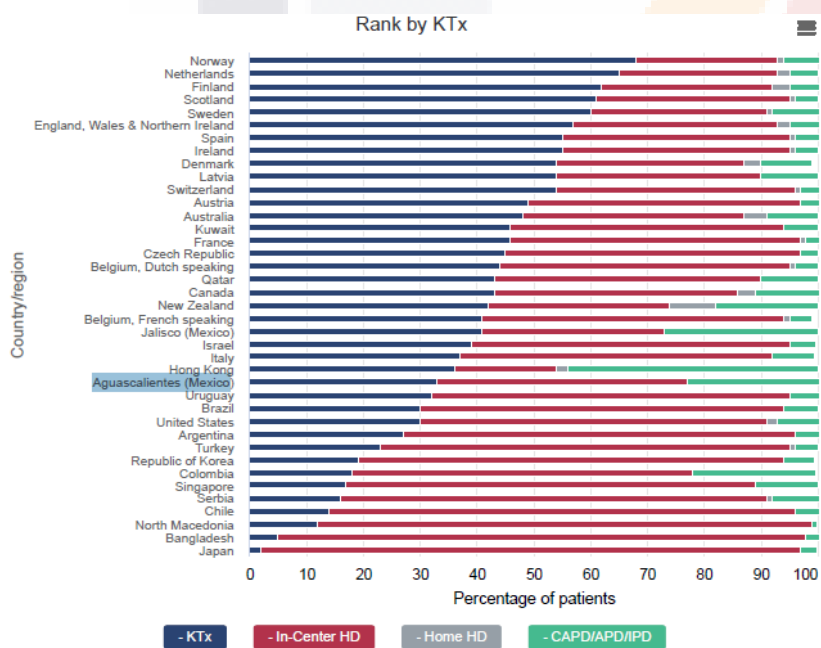


Ilustración 10. Porcentaje de distribución de acuerdo a la modalidad de tratamiento de ESRD, por país o región. Fuente: USRDS, 2019

- Los países con mayor tasa de trasplante renal fueron Noruega (68 %), Países Bajos (65 %), Finlandia (62 %), Escocia (61 %), Suecia (60 %), Inglaterra (57 %), España (55 %), Irlanda (55 %), Dinamarca (54 %), Letonia (54 %) y Suiza (54 %). (*Ilustración 10*).

- Hong Kong (44%) fue el país con mayor tasa de pacientes con diálisis peritoneal (DP) administrada en el hogar, aproximadamente el 40%. Otros lugares con tasa alta de DP en el hogar son: Jalisco (46%), Aguascalientes (35%), Nueva Zelanda (30% PD, 14% HD domiciliaria), Dinamarca (20% PD, 7% HD domiciliaria HD), Colombia (26 % PD, sin HD en el hogar), Australia (17 % PD, 8 % HD en el hogar) y Canadá con 20 % PD y 5 % HD en el hogar. (Ilustración 11).

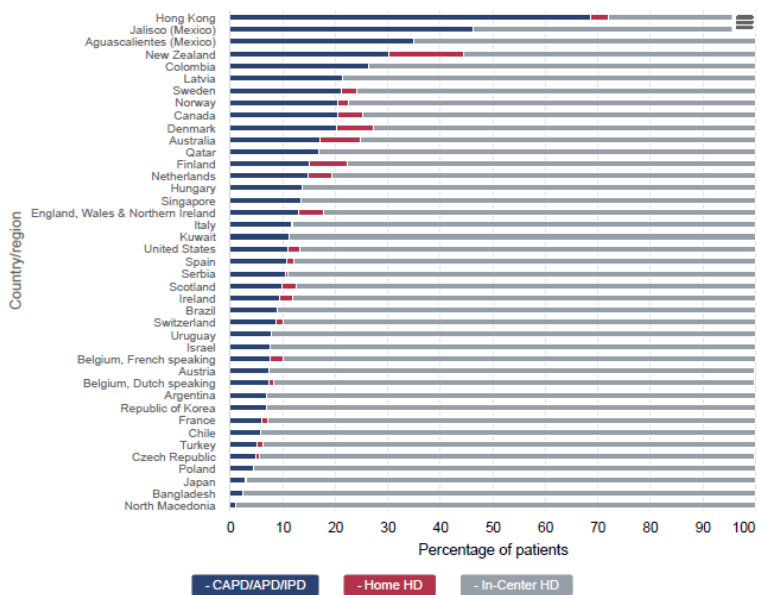


Ilustración 11. Distribución de modalidad de tratamiento en pacientes con ESRD, por país o región. Fuente: USRDS, 2019

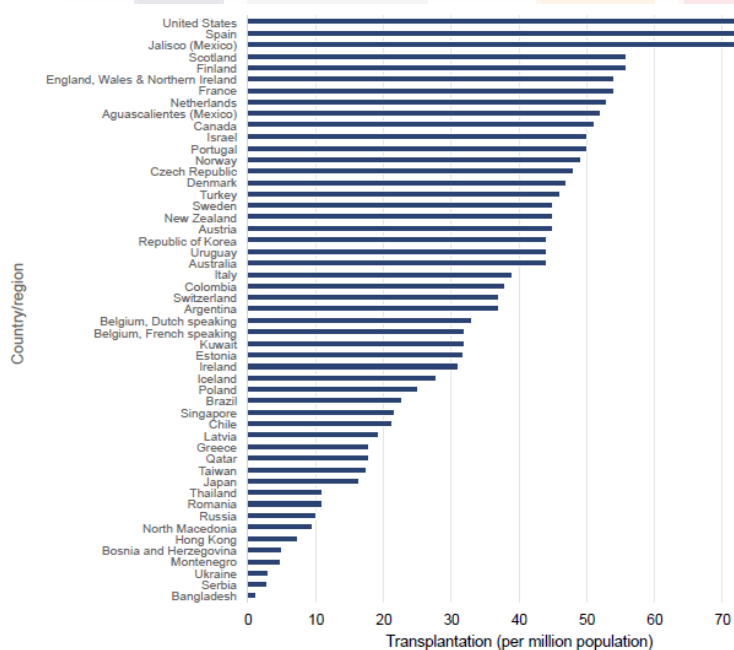


Ilustración 12. Trasplante renal en pacientes con ESRD, por país o región. Fuente: USRDS, 2019

- La incidencia de trasplante renal fue más alta en EE. UU. (75 pmp), España (73 pmp) y Jalisco en México (72 pmp). (Ilustración 12).

- Los países con mayor tasa trasplante renal de donantes fallecidos, $\geq 90\%$ fueron Polonia, Estonia, Bélgica, Polonia, Estonia, Bélgica, República Checa, España e Italia (ver figura 13). En cambio, en Japón, Jalisco y Aguascalientes México, los donantes fallecidos constituyeron $\leq 15\%$; en Bangladesh y Montenegro no se han realizado trasplantes de donantes fallecidos.

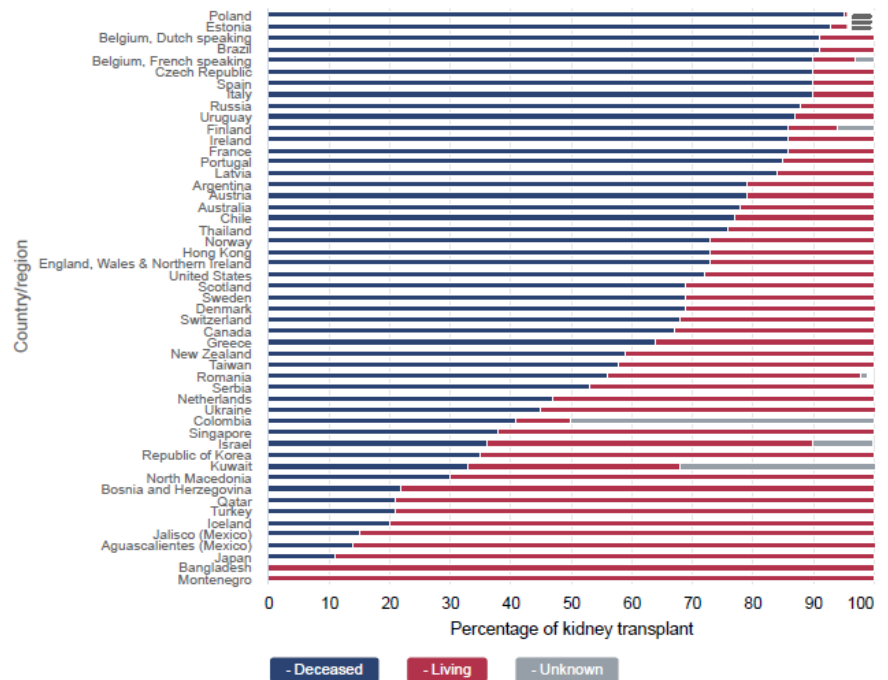


Ilustración 13. Porcentaje de Distribución de trasplante renal por tipo de donador, región o país. Fuente: USRDS, 2019

- Los países o regiones con mayor prevalencia de trasplante renal funcional en 2019 fueron España (748 pmp), Jalisco en México (740 pmp), Estados Unidos (729 pmp), Portugal (707 pmp) y Aguascalientes en sexto lugar (Ilustración 14).

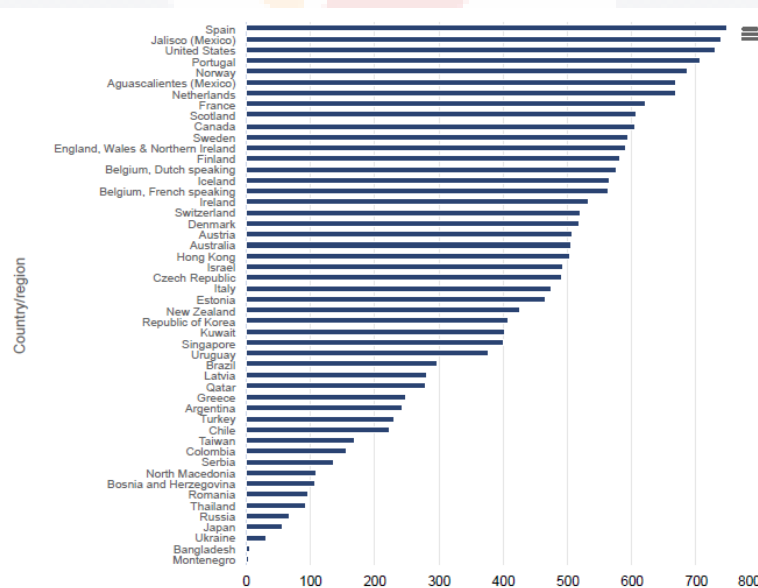


Ilustración 14. Prevalencia de pacientes con ESRD vivos que han recibido trasplante renal (por millón de población). Fuente: USRDS, 2019.

Diagnóstico

Los criterios diagnósticos de la ERC son disminución de la tasa de filtrado glomerular (TFG) $< 60 \text{ ml/min/1.73m}^2$ y la presencia de marcadores de daño renal como: albuminuria, anomalías en el sedimento urinario, anomalías en los electrolitos por desórdenes tubulares, alteraciones histopatológicas, alteraciones estructurales diagnosticadas por ultrasonido y antecedente de trasplante renal.

Existe correlación entre el valor de la creatinina sérica y la masa renal funcional, es decir, para una creatinina sérica de 1.0 mg/dl la TFG del paciente será cercano a 120 ml/minuto ; a medida que aumenta el valor de la creatinina disminuye el número de nefronas funcionantes (*Ilustración 15*).^{10, 11}

Diversas fórmulas han sido desarrolladas para determinar TFG a partir de la creatinina sérica, Cockcroft-Gault, MDRD, y CKD-EPI (Chronic Kidney Disease Epidemiology, por sus siglas en inglés). En los niños se prefieren fórmulas de Schwartz y Counahan-Barrat (*Ilustración 16*).^{10, 11}

Existen Determinados escenarios en los que la estimación de la TFG mediante las fórmulas previamente mencionadas no es fiable, por ejemplo: dietas hiperproteicas, vegetarianos estrictos, alteraciones de la masa muscular,

Cockcroft-Gault	$[(140 - \text{age}) \cdot \text{weight}]/(72 \cdot \text{SCr})] \cdot 0.85$ (if female)
MDRD	$(175 \cdot \text{SCr}^{-1.154}) \cdot \text{age}^{-0.203} \cdot 1.212$ (if the patient is black) $\cdot 0.742$ (if female)
CKD-Epi	Male: $141 \cdot \min(\text{SCr}/0.9, 1)^{-0.411} \cdot \max(\text{SCr}/0.9, 1)^{-1.209} \cdot 0.993^{\text{Age}} \cdot 1.159$ (if black) Female: $144 \cdot \min(\text{SCr}/0.7, 1)^{-0.329} \cdot \max(\text{SCr}/0.7, 1)^{-1.209} \cdot 0.993^{\text{Age}} \cdot 1.159$ (if black)
Mayo-quadratic	$\text{Exp} [1.911 + 5.249/\text{SCr} - 2.114/\text{SCr}^2 - 0.00686 \cdot \text{age} - 0.205$ (if female)]

Ilustración 15. Fórmulas para estimar la tasa de filtrado glomerular basado en la creatinina sérica.

Equation Name	Equation
Schwartz equation	$\text{eGFR (mL/min/1.73 m}^2) = k \times \text{Length} \div \text{SCr (mg/dL)}^{3,4}$ $k = 0.33$ In preterm infants < 1 year old $k = 0.45$ In full-term infants < 1 year old $k = 0.55$ In 1- to 12-year-olds and adolescent girls $k = 0.7$ In adolescent boys
Bedside CKiD Equation	$\text{eGFR (mL/min/1.73 m}^2) = 0.413 \times \text{Height (cm)} \div \text{SCr (mg/dL)}^5$

Abbreviations: eGFR, estimated glomerular filtration rate; SCr, serum creatinine; CKiD, Chronic Kidney Disease in Children.

Ilustración 16. Fórmulas para estimar la tasa de filtrado glomerular en niños basado en la creatinina sérica.

embarazo, inestabilidad hemodinámica, entre otros); en estos casos se recomienda utilizar formuladas basadas en la cistatina C (CKD-EPI cistatina), mostrada en la *Ilustración 17*.^{10, 11,}

$$GFR = \frac{100}{\text{Cystatin C}} - 14$$

Ilustración 17. Fórmula para estimar la TFG basado en cistatina C.

La medición de albumina en orina es un parámetro fiable, sin embargo, es importante tener en cuenta que la presencia de infecciones urinarias, ejercicio físico, fiebre o insuficiencia cardiaca pueden aumentar los valores de creatinina y generar falsos positivos. La medición debe realizarse en la primera muestra de orina del día, el resultado debe ser ≤ 16.7 mg/dL, calculando el índice de albúmina-creatinina, si se obtiene un resultado mayor o igual a 30 mg/g se tendrá que tomar una segunda muestra confirmatoria (*Ilustración 18*). En pacientes con ERC avanzada se sugiere valorar el cociente albúmina-creatinina. Así mismo, si se requiere de un resultado con mayor especificidad, se recomienda realizar una determinación de orina en 24 horas.^{10, 11}

< 30	Normal
30 -300	Microalbuminuria
> 300	Macroalbuminuria

Ilustración 18. Relación albúmina creatinina (ACR) mg/g.

Métodos de imagen

Si bien, el examen físico y las pruebas de laboratorio son de gran utilidad para el diagnóstico, las técnicas de imagen tienen un papel fundamental y han ido cobrando importancia con el paso del tiempo. Numerosos trastornos renales convergen en el estado común que cursa con atrofia y cambios por fibrosis parenquimatosa; el primer estudio de imagen a realizar es el ultrasonido renal.

El ultrasonido renal es un método rápido, eficaz, cómodo, e inocuo que no utiliza radiación ionizante. Es la prueba obligada en todos los casos para comprobar la presencia de ambos riñones, medir su tamaño, analizar su morfología y descartar datos de obstrucción urinaria. En pacientes con ERC los hallazgos sonográficos suelen manifestarse en etapas avanzadas (*Ilustración 19*), entre ellos se presentan los siguientes:

- Disminución del grosor cortical, < 6 mm en adultos.
- Incremento en la ecogenicidad cortical, indicador de fibrosis o esclerosis.
- Pérdida en la relación corteza-médula (2:1).
- Prominencia de las pirámides renales.
- Bordes lobulados o irregulares.

- Calcificaciones papilares.
- Quistes.
- Disminución de la vascularidad renal con la aplicación de Doppler color.
- Aumento en los índices de resistencia con Doppler espectral.

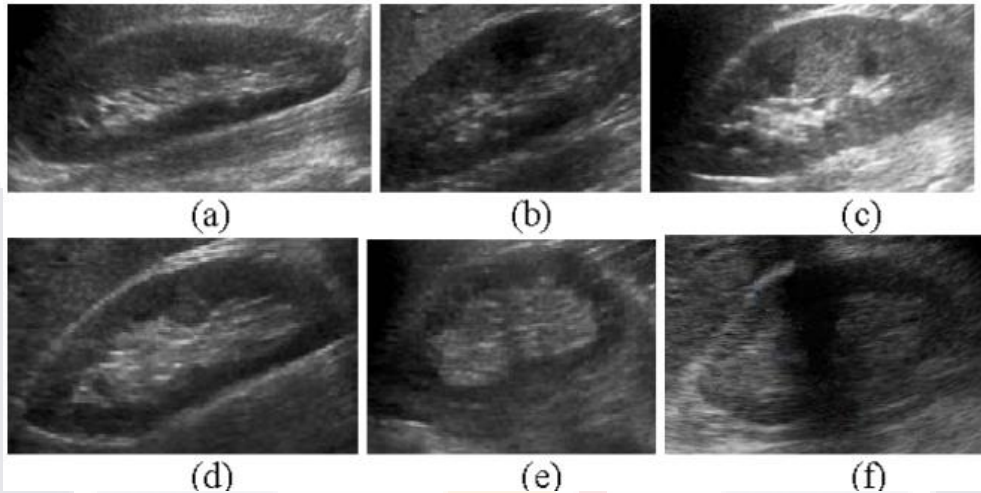


Ilustración 19. Cambios renales por ecográfica en pacientes con ERC, la imagen (a) corresponde a un estadio I, imagen (b) corresponde a un estadio II, imagen (c), corresponde a un estadio III, imagen (d) a un estadio IV, imagen (e) un estadio V, imagen (f) estadio VI.

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 disminución en la totalidad del grosor parenquimatoso establecido con un valor ≤ 12 mm. La disminución del grosor cortical suele asociarse más patología vascular como nefrosclerosis e insuficiencia arterial renal, aunque no es específica de ellas. El aumento de ecogenicidad es un dato subjetivo 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 tomando en cuenta sólo la ecogenicidad ^{12, 13}

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. En la enfermedad en fase terminal es difícil detectar el flujo sanguíneo 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 ¹⁴

La tomografía computarizada (TC), proporciona imágenes de alta resolución espacial y temporal, que ha hecho que la urografía por tomografía (UroTC) sea un método valioso para la evaluación del tracto urinario; no obstante, dentro de las desventajas de este método de estudio encontramos los costos más elevados, exposición a radiación, nefrotoxicidad al medio de contraste yodado, por lo que su uso debe ser justificado. Actualmente varios autores cuestionan la existencia de la nefropatía inducida por medio de contraste yodado, ya que múltiples estudios han concluido que pacientes con función renal normal, insuficiencia renal crónica en estadios iniciales o leve-moderada no tienen riesgo alguno de presentar nefropatía asociada al medio de contraste; a diferencia de pacientes con TFG < 30 ml/min/1.73m². El estudio consta de tres fases:

- **Simple:** Útil para la evaluación morfológica y detección de calcificaciones.
- **Contraste intravenoso:**
 - Fase corticomedular, 10 segundos posteriores a la administración de medio de contraste.
 - Fase nefrográfica, 30 segundos.
 - Fase de excreción o eliminación, 7-10 minutos posterior a la administración de medio de contraste.

El método de imagen ideal para conocer las dimensiones renales es el ultrasonido, sin embargo, también puede realizarse mediante TC, el diámetro longitudinal se obtiene preferentemente en reconstrucciones sagitales, ya que en el plano coronal se subestima el tamaño renal en 6 - 8mm, en cambio, tomando en cuenta los dos ejes como referencia, se obtiene un error promedio de 3mm. Los ejes anteroposterior y transversal, se obtienen en el plano axial a nivel del hilio renal. Los hallazgos por TC son similares a los encontrados por ultrasonido, agregándose ausencia o disminución en la concentración de medio de contraste, así como de su eliminación (*Ilustración 20*).¹⁵

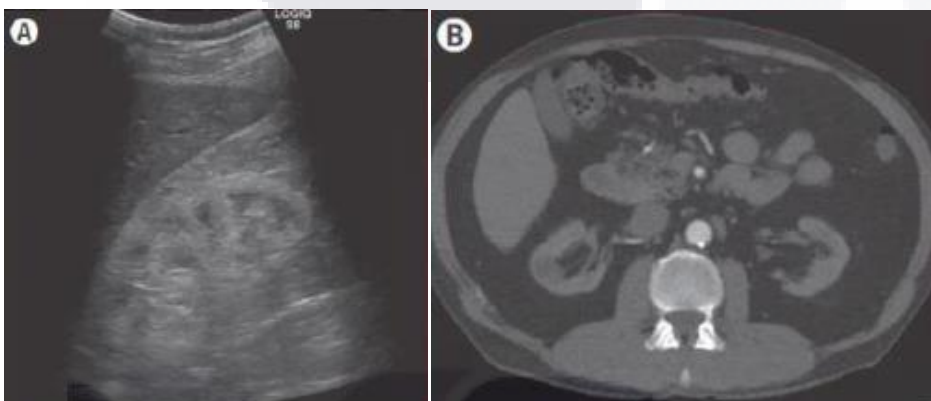


Ilustración 20. (A) Imagen de ultrasonido derecho en corte sagital. (B) Imagen de tomografía computarizada contrastada en plano axial. Se observa disminución del tamaño renal, adelgazamiento del grosor parenquimatoso y escasa captación de medio de contraste.

Fuente: Radiología Esencial, 2da edición.

Biopsia renal

En la actualidad, la biopsia renal percutánea guiada por ultrasonido es la técnica de elección, con una sensibilidad del 90% y especificidad del 100%, Dentro de sus ventajas se encuentra, ser una técnica mínimamente invasiva, con menor probabilidad de complicaciones (< 0.1%), las cuales pueden ser dolor, hematoma, infección, choque hipovolémico, fístula arteriovenosa, pseudoaneurismas. ¹⁶

Algunas de las indicaciones para una biopsia renal son:

- Síndrome nefrótico, proteinuria aislada (> 1g/día).
- Hematuria aislada de probable origen medular.
- Síndrome de hematuria-proteinuria.
- Insuficiencia renal aguda (IRA) de origen indeterminado.
- Síndrome nefrítico.
- Hematuria macroscópica recidivante.

Dentro de las contraindicaciones de biopsia renal se encuentran:

- Alteraciones en las pruebas de coagulación.
- INR \geq 2.
- Enfermedad renal poliquística o quistes con diámetro \geq 5 cm.
- Riñón único.
- Hipertensión arterial no controlada, entre otras.

Es de suma importancia la autorización del paciente, padre o tutor, mediante consentimiento informado. Idealmente debe puncionarse el riñón izquierdo en su polo inferior ya que es el sitio con menor riesgo de lesión a otros órganos. Es necesario realizar asepsia y antisepsia, así como colocar campos estériles. Se aplica anestesia local infiltrando 5cm³ de lidocaína simple al 2%. Se utilizan pistolas de disparo automático con agujas de 14 a 18 G y longitud de 18-21 cm. Deben obtenerse de dos a tres muestras de material biológico, el cuales depositado en solución salina para su envío a patología. En general, se considera representativa una biopsia renal que presenta 10 o más glomérulos. ¹⁶

Enfermedad renal crónica en niños

Definición.

Al igual que en la edad adulta, la ERC en niños se define como la presencia de daño renal estructural o funcional que persiste durante un período mínimo de tres meses. El daño funcional se

caracteriza por una reducción sostenida de la tasa de filtración glomerular estimada (TFG), una elevación persistente de la excreción urinaria de proteínas o ambas.

Con base en esta definición, las guías de práctica clínica de *Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO)* en 2012 publicaron criterios para el diagnóstico y la estadificación de la ERC pediátrica, los cuales son el estándar utilizado en la práctica clínica, la investigación y la salud pública en el cuidado de niños con ERC.¹⁷

Epidemiología

La obtención de datos precisos sobre la epidemiología de la ERC pediátrica es un desafío. Es probable que se subestime el número informado de niños con ERC pediátrica porque las etapas tempranas de ERC suelen ser asintomáticas y conducen a un diagnóstico insuficiente. Además de que los registros de los sistemas de salud pueden ser insuficientes debido a recursos limitados.

En Europa se reporta una incidencia anual de ERC moderada a severa alrededor de 11.9 casos por millón de población pediátrica (ppmp). En latinoamérica se han notificado rangos de 2.8-15.8 casos ppmp. En Norteamérica la incidencia es de dos a tres veces mayor en niños de raza afroamericana. Las anomalías estructurales son la causa de más de la mitad de los casos de ERC en la infancia, seguido de las enfermedades renales quísticas, hereditarias, enfermedades vasculares, así como glomerulopatías primarias y secundarias.¹⁷

Los datos obtenidos del registro de *North American Pediatric Renal Trials and Collaborative Studies (NAPRTCS)* y de *Australia and New Zealand Dialysis and Transplant Registry* informaron un mayor riesgo de ERC en poblaciones de minorías étnicas:

- En América del Norte, la tasa de ERC es de dos a tres veces mayor en los niños de raza negra en comparación con los de raza blanca.
- En Australia y Nueva Zelanda, los niños con etnia indígena tienen un mayor riesgo de lesión renal aguda (LRA) y ciertos tipos de ERC. Las tasas de LRA en las poblaciones indígenas en comparación con las poblaciones no indígenas son similares antes de los 14 años, pero aumentan significativamente después de los 15 años.

La incidencia y la prevalencia de la ERC pediátrica es mayor en pacientes de sexo masculino con respecto al sexo femenino, esto se asocia a una mayor incidencia de anomalías congénitas del riñón y del tracto urinario en hombres.

La base de datos de enfermedad renal crónica de la NAPRTCS, contiene más de 7000 pacientes, en ella se distribuye la ERC por edades de la siguiente manera:

- Menores de 12 meses de edad – 15%
- De 12 a 23 meses – 5.2 %
- De 2 años de edad a menos de 6 años de edad – 15.7 %
- De 6 años de edad a menos de 13 años de edad – 32.1 %
- De 13 años de edad a menos de 18 años de edad - 28,3 %
- De 18 a 21 años de edad – 3.7 %

Etiología

Las causas de la ERC pediátrica varían según la edad. Las causas congénitas generalmente se diagnostican durante la infancia. El diagnóstico de ERC por enfermedad renal adquirida tiende a ser más común en la niñez tardía y la adolescencia.

Las anomalías congénitas del tracto renal representan el 60% de los casos y son más frecuentes en pacientes más jóvenes. Estos trastornos incluyen aplasia/hipoplasia/displasia renal, nefropatía por reflujo, anomalías de la uropatía obstructiva y enfermedad renal poliquística.¹⁷ Las causas glomerulares representan del 10 al 20 % de los niños con ERC. La etiología glomerular es más común en niños mayores y representa aproximadamente el 45 % de los casos en pacientes mayores de 12 años. En los Estados Unidos, la glomeruloesclerosis focal y segmentaria (GEFS) es el trastorno glomerular más común, con una incidencia del 9 % de todos los casos pediátricos de ERC. Los niños afroamericanos tenían tres veces más probabilidades de desarrollar GEFS que los pacientes de raza blanca. A pesar de que la enfermedad glomerular representa un porcentaje menor, estos trastornos son la principal causa subyacente de enfermedad renal en etapa terminal en pacientes pediátricos. Esto se debe a la rápida tasa de progresión en pacientes con estos trastornos en comparación con pacientes con ERC por causas no glomerulares. Otras causas de ERC son síndrome hemolítico urémico, glomerulonefritis secundaria (lupus eritematosos sistémico, desórdenes genéticos, nefritis intersticial, etiología desconocida).¹⁷

En el informe de 2020 del Sistema de datos renales de los Estados Unidos (USRDS), se informó la siguiente distribución de causas de ERT en niños (edades de 0 a 17 años) en el periodo de 2015 - 2018

- Enfermedad glomerular primaria: 21,7 %
- Anomalías congénitas del riñón y del tracto urinario – 29,3 %
- Enfermedades quísticas/hereditarias/congénitas: 12,7 %
- Enfermedad glomerular secundaria/vasculitis: 8,2 por ciento
- Nefritis/pielonefritis intersticial: 4,5 %

- Complicaciones del trasplante: 1.3%
- Diabetes – 0.4 %
- Neoplasmas/tumores – 0.7 %
- Condiciones misceláneas: 14,3 %
- Etiología incierta – 2.1 %

Diagnóstico y estadificación

Las guías KDIGO para ERC en niños estadifica el riesgo de progresión de ERC y sus complicaciones en función de la TFG y se utiliza para guiar el tratamiento (*tabla 1*). El diagnóstico de ERC pediátrica se establece cumpliendo con uno de los siguientes criterios clínicos:

- TFG menor de 60 ml/min/1,73 m² durante un periodo mayor a tres meses con implicaciones para la salud independientemente de la presencia de otros marcadores de ERC.
- TFG mayor a 60 ml/min/1,73 m² acompañado de evidencia de daño estructural u otros marcadores de anomalías en la función renal, incluyendo proteinuria, albuminuria, anomalías del sedimento urinario, trastornos tubulares (alteraciones electrolíticas) o anomalías detectadas por histopatología o anomalías estructurales detectadas por imagen. Esta categoría también incluye pacientes con trasplantes de riñón funcionante.¹⁷

GFR category	GFR (mL/min/1.73 m ²)	Terms
G1	≥90	Normal or high
G2	60 to 89	Mildly decreased*
G3a	45 to 59	Mildly to moderately decreased
G3b	30 to 44	Moderately to severely decreased
G4	15 to 29	Severely decreased
G5	<15	Kidney failure

Tabla 1. Estadificación de enfermedad renal crónica en niños basado en las guías de práctica clínica KDIGO 2012. En ausencia de evidencia de daño renal la categoría G1 y G2 no cumplirán los criterios para ERC.

Fuente: © 2022 UpToDate, Inc. and/or its affiliates. All Rights Reserved

Pacientes menores de dos años.

De acuerdo con las guías antes mencionadas, esta definición sería válida tanto para adultos como para niños mayores de dos años, si bien en pacientes menores de dos años habría que tener en cuenta los siguientes aspectos:

- En neonatos o lactantes menores de tres meses con anomalías estructurales claras durante el estudio, el diagnóstico puede hacerse sin esperar que se cumplan tres meses de evolución.

- En niños menores de dos años, el criterio de FG $<60 \text{ ml/min/1,73 m}^2$ no es aplicable, ya que TFG al nacimiento es menor e irá aumentando durante los primeros dos años de vida. En estos pacientes, la TFG calculada en función de la creatinina sérica se puede comparar con valores de referencia para la edad. Las guías KDIGO 2012 recomiendan hablar de disminución moderada de TFG cuando este se encuentre entre -1 y -2 desviaciones estándar (DE) por debajo de TFG y disminución grave cuando los valores sean $<-2 \text{ DE}$ para el valor normal para la edad.
- La definición de albuminuria elevada debe referirse al valor normal para la edad. En menores de dos años, será válida tanto la proteinuria como la albuminuria.
- Todas las anomalías electrolíticas deben definirse según los valores de normalidad para la edad.

Proteinuria.

Las guías KDIGO usan el valor de albuminuria para predecir la mortalidad y el pronóstico de los pacientes adultos con ERC. Actualmente faltan datos directos en niños, no obstante, existe evidencia de que la presencia y la gravedad de la proteinuria (medida por la proporción de creatinina- proteinuria urinaria) predicen alteraciones en la función renal en los niños. La excreción urinaria de albúmina es similar a la relación albúmina-creatinina en cuanto a su capacidad para predecir la progresión de la ERC en los niños

- En niños mayores de 2 años, los valores normales de la relación proteína-creatinina en orina no superan $0,2 \text{ mg/mg}$.
- En los recién nacidos a término, los valores normales de la relación proteína-creatinina urinaria son hasta $1,4 \text{ mg/mg}$, sin embargo, se necesitan más datos para confirmar los valores normales en bebés.

La excreción de proteínas urinarias (medidas por la proporción de albúmina-creatinina) es más utilizada que la albuminuria por sí sola en la ERC pediátrica debido a que la mayoría de los niños con ERC tienen afecciones renales congénitas no glomerulares en las que la prueba de albuminuria no identifica con exactitud los niveles de pérdida de proteína total en la orina. Según los datos pediátricos publicados, existe evidencia de que la presencia y la gravedad de la proteinuria predicen alteraciones la función renal en los niños. Sin embargo, un estudio del estudio CKiD informó que la excreción urinaria de albúmina era similar a la relación albúmina-creatinina en la orina en su capacidad para predecir la progresión de la ERC en niños. ¹⁷

A medida que la ERC progresa, los niños corren un mayor riesgo de desarrollar complicaciones, como crecimiento deficiente, presión arterial elevada, mayor riesgo cardiovascular (p. ej., dislipidemia), anemia, deficiencia de vitamina D y anomalías de líquidos y electrolitos. Los parámetros que requieren monitorización estrecha son:

- *Crecimiento* (talla y peso). En pacientes menores de tres años de edad, también se monitorea la circunferencia cefálica.
- *Estado nutricional.*
- *Presión arterial.*
- *Evaluación del neurodesarrollo.*
- *Pruebas de laboratorio*, incluyendo: creatinina sérica, electrolitos, calcio y fósforo, fosfatasa alcalina, 25-hidroxivitamina D, nivel de hormona paratiroidea, hemoglobina, hierro, capacidad total de unión de hierro, ferritina, perfil de lípidos, análisis de orina y orina. relación proteína-creatinina. La frecuencia de evaluación es acorde a la gravedad del paciente (tabla 2).
- *Inmunizaciones:* neumococo, hepatitis B, VPH, varicela, tuberculosis.

Seguimiento y progresión de la enfermedad renal crónica

La progresión de ERC es muy variable e incierta. Es necesario evaluar tanto TFG como la albuminuria. Existen también, recomendaciones sobre la frecuencia de atención y seguimiento de los pacientes, así como en la frecuencia de toma de laboratorios, que varía de acuerdo a la gravedad del paciente (tabla 2).¹⁹

Laboratory test	Frequency of testing			
	CKD stage 2	CKD stage 3	CKD stage 4	CKD stage 5
Electrolytes	12 months	6 to 12 months	3 to 6 months	1 to 3 months
Calcium/phosphorus	12 months	6 to 12 months	3 to 6 months	1 to 3 months
PTH		6 months	6 to 12 months	3 to 6 months
ALP			12 months	12 months
25-hydroxy vitamin D	6 to 12 months	6 to 12 months	6 to 12 months	6 to 12 months
Lipid profile	12 months	12 months	12 months	12 months
Hemoglobin		12 months	Every 6 months	Every 6 months

Tabla 2. Exámenes de laboratorio y frecuencia de monitorización para ERC en niños. Fuente: © 2022 UpToDate, Inc. and/or its affiliates. All Rights Reserved.

La práctica clínica en pacientes pediátricos con ERC es consistente con las recomendaciones de Kidney Disease: Improving Global Outcome (KDIGO) Clinical Practice Guideline y las pautas de la National Kidney Foundation's Kidney Disease Outcomes Quality Initiative (KDOQI):

1. ERC asintomática temprana: estadios G1 y G2

Los niños son asintomáticos y deben ser objeto de un seguimiento estrecho por deterioro de la función renal. Para estos niños puede haber una oportunidad de tratar cualquier causa reversible de disfunción renal y prevenir o retrasar la progresión de la enfermedad renal crónica. Se inicia una extensión educativa para que el niño y la familia puedan comprender e implementar cuidados para evitar los factores de riesgo que puedan acelerar la progresión de la ERC (p. ej., evitar medicamentos nefrotóxicos, infecciones recurrentes, deshidratación, obesidad y tabaquismo en adolescentes) e incorporar medidas (p. ej., control estricto de la presión arterial). controlar y/o reducir la proteinuria) que pueden enlentecer el proceso.

2. ERC leve a moderada: estadios G3a y G3b

Los niños pueden comenzar a presentar complicaciones asociadas con la ERC, incluyendo trastornos de líquidos y electrolitos, anemia, hipertensión, dislipidemia, anomalías endocrinas, deterioro del crecimiento, trastorno mineral-óseo y disminución de la eliminación de sustancias normalmente excretadas del cuerpo por el riñón (uremia). En estos pacientes, el manejo se enfoca en la prevención y tratamiento de estas complicaciones. Además, se deben evitar los factores de riesgo descritos anteriormente.

3. ERC grave e insuficiencia renal terminal: estadios G4 y G5

Es necesario identificar con anticipación a los pacientes que tienen una enfermedad progresiva para que se pueda brindar una preparación y educación adecuadas para terapia de reemplazo renal, la cual generalmente comienza con la ERC en estadio G4, cuando la TFG cae por debajo de 30 ml/min por 1,73 m².

Ecografía renal en el paciente pediátrico.

Parámetros y técnica de medición

Existen distintos métodos de imagen para medir el tamaño renal, no obstante, el ultrasonido se considera el método de elección debido a que no utiliza radiación, tiene un bajo costo, mayor accesibilidad, no es invasivo y a diferencia de la tomografía computada y resonancia magnética, la valoración sonográfica en pacientes pediátricos no requiere de sedación; sin embargo, dentro de sus desventajas encontramos que es operador dependiente, lo que condiciona una alta variabilidad interobservador.

El ultrasonido diagnóstico es un sistema de transmisión de ondas generado a través de un cristal de cuarzo que crea una onda de sonido, la cual es aplicada a una corriente eléctrica que viaja a través de los tejidos con una frecuencia de un millón de Hz (MHz), que retornan al transductor después de encontrarse con estructuras de diferentes densidades; las señales fuertes generan imágenes blancas (hiperecoicas) y las señales débiles imágenes oscuras (hipoecoicas). Las imágenes del ultrasonido dependen de la frecuencia (Hz) y dependiendo de esta variable se pueden determinar la penetrancia y la resolución. Dentro de las indicaciones de ultrasonido renal se encuentran: valoración de masas renales, enfermedad renal obstructiva, valoración morfológica, determinación de la causa de falla renal, enfermedades vasculares, anomalías congénitas, valoración vesical. ²⁰

Para la valoración sonográfica no es necesario ninguna preparación especial del paciente. Se requiere un equipo de ultrasonido con transductores de frecuencia entre 3,5 y 5 mHz para adolescentes y 7,5 mHz para niños y recién nacidos. El riñón puede explorarse con el paciente en decúbito supino, decúbito prono o posición lateral, en un corte longitudinal su forma es elíptica; en un corte transversal el riñón tiene la forma de la letra C, ideal para evaluar dilatación del sistema excretor. El riñón izquierdo suele ser discretamente mayor que el derecho, se considera significativa una diferencia de longitud entre ambos riñones mayor de 1,5 cm. La medición del diámetro longitudinal y transversal debe efectuarse en plano longitudinal, mientras que el diámetro anteroposterior debe obtenerse en plano transversal (*Ilustración 21*).²⁰

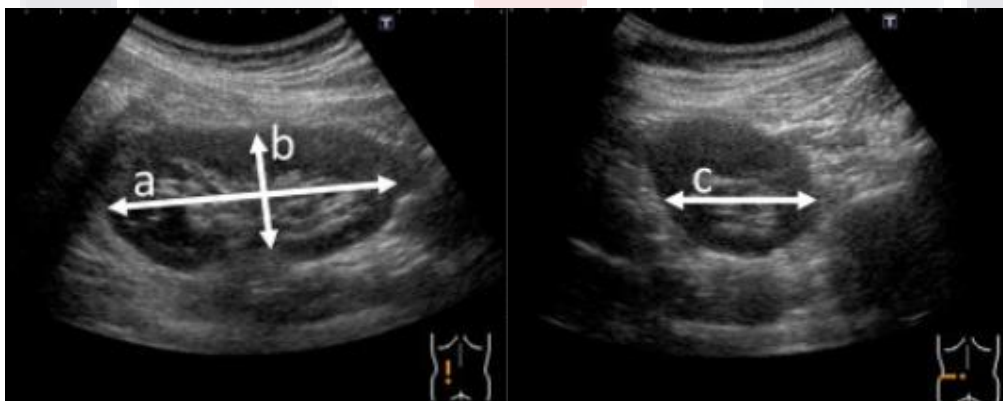


Ilustración 21. Técnica de medición renal; (a) eje longitudinal, (b) eje anteroposterior, (c) eje transversal.
Fuente: *Radiología Esencial, 2da edición.*

El riñón crece rápidamente desde la infancia hasta los 18 años y disminuye de tamaño a partir de los 50 años conforme se pierde masa renal. La ecogenicidad del parénquima renal derecho se

compara con el hígado y del izquierdo con el bazo. Con la edad, el riñón se vuelve más hiperecogénico, debido a fibrosis parenquimatosa. El sistema pielocalicial normal no es visible en condiciones normales. Otras características que deben valorarse es su localización, si existe asimetría renal, si sus contornos son lisos o lobulados, el grosor parenquimatoso mediante la relación corteza-médula y valorar imágenes sobreañadidas (quistes, masas, litiasis, etc.).

Ecografía del riñón normal en el paciente pediátrico

En la exploración renal por ecografía bidimensional el riñón muestra morfología característica similar a un frijol.

La corteza renal se encuentra en la periferia a manera de una banda homogénea con ecogenicidad discretamente menor al hígado en el riñón derecho y al bazo en el riñón izquierdo. En la médula renal se visualizan las pirámides renales, de forma triangular, con menor ecogenicidad y rodeadas por corteza renal (columnas de Bertini). El seno renal, se visualiza como una estructura ovoide, hiperecogénica en el corte sagital y de forma redondeada en el corte transversal, contiene grasa vasos sanguíneos y vasos linfáticos (*Ilustración 22*). La relación corteza-médula sirve como parámetro de referencia de la integridad del parénquima renal y usualmente corresponde a 2:1.

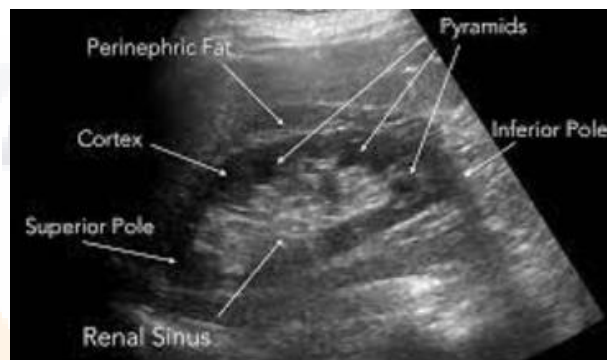


Ilustración 22. Valoración sonográfica de un riñón normal, las flechas señalan sus componentes. Fuente: *Radiología Esencial, 2da edición.*

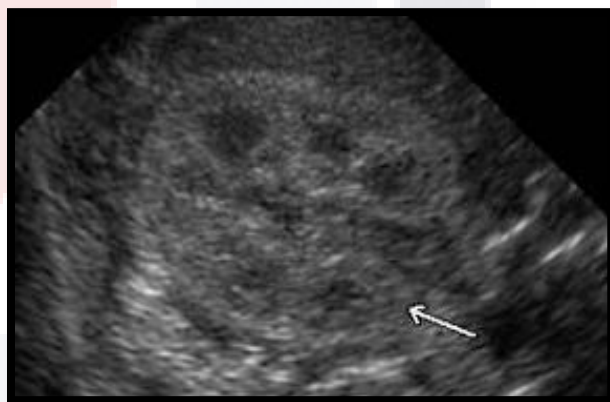


Ilustración 23 Imagen en escala de grises de un riñón neonatal en corte axial. Fuente: *Radiología Esencial, 2da edición.*

En el neonato las características sonográficas varían de acuerdo con la madurez. Primeramente, en recién nacidos la ecogenicidad de la corteza renal es igual o mayor a la del hígado o bazo, mientras que, en niños mayores y adultos, la corteza es relativamente hipoecogénica a estas estructuras. Las pirámides medulares son prominentes y marcadamente hipoecoicas, la relación corteza médula suele ser 1.6 a 1. El seno renal no es tan ecogénico por escasez de la grasa. A partir del primer año de vida

la corteza renal es de igual o ligera menor ecogenicidad con respecto al hígado o bazo, las pirámides medulares son mínimamente hipoeoicas y el seno renal es más ecogénico (*Ilustración 23*).

Dentro de las variantes anatómicas normales podemos encontrar la presencia de lobulaciones fetales que usualmente desaparecen en el primer trimestre, hipertrofia de columna de Bertin, joroba de dromedario, defectos de fusión cortical, entre otros.

Relación entre los factores antropométricos y el tamaño renal.

Después de la etapa prenatal, los riñones continúan su desarrollo. Sus mediciones pueden realizarse por urografía excretora, ultrasonido, tomografía computarizada y resonancia magnética, no obstante, el ultrasonido es un método accesible, no invasivo, económico y que no utiliza radiación ionizante.

Cualquier alteración en la función renal ya sea congénita o adquirida suele tener un impacto en el tamaño renal, una reducción en su tamaño se asocia con disminución en el número de nefronas. Anteriormente se correlacionaba la longitud renal con la edad de los pacientes, sin embargo, el crecimiento renal no es lineal con respecto a la edad. Distintos estudios han demostrado que el volumen y longitud renal tienen una correlación mayor con las características antropométricas individuales de cada paciente, como talla, área de superficie corporal, peso e IMC, siendo los primeros dos los que han demostrado una correlación más significativa. De forma ya estandarizada se sabe que las medidas más exactas para la estimación del tamaño renal son la longitud y el volumen renal (calculado por la fórmula elipsoide). Se ha demostrado que sus medidas aumentan durante los primeros 2 años de edad y durante la adolescencia disminuye a un ritmo de aproximadamente 2-3 mm por año. Si embargo, a pesar de que muchas enfermedades renales se manifiestan con un aumento o reducción del tamaño de los riñones, se ha atribuido poca importancia a los valores normales de tamaño renal en niños, existiendo pocos percentiles descritos. ^{5, 8, 17, 23, 26}

Además de la correlación directa y ya conocida entre el volumen y longitud renal principalmente con talla y área de superficie corporal total, la raza tiene una connotación especial ya que es un determinante directo de todas las variables anteriormente mencionadas, por lo que es recomendable la validación de estas mediciones en diversas poblaciones con la finalidad de tener una referencia fiable del crecimiento renal en población pediátrica y poder tener hacer un seguimiento de las patologías primarias o secundarias, así como de la respuesta a tratamientos. ^{5, 8, 17, 23, 26}

Debido al incremento en la diversidad étnica, no es posible establecer tablas de normalidad estandarizadas para la población mundial, por lo que se ha sugerido desarrollar percentiles del tamaño renal de acuerdo a las características antropométricas de cada región. Es vital comprender que el tamaño renal en relación con la demografía y factores antropométricos proporciona información sobre su función. Se ha postulado que el volumen renal es la medida más precisa y que incluso puede ser un predictor del filtrado glomerular; a pesar de ello, existen pocos estudios que establezcan gráficos de percentiles por región

En México no existen medidas estandarizadas para la población pediátrica. El único estudio reportado en población mexicana relacionado con el tamaño renal fue realizado en 2009 con población adulta, donde se evaluaron 153 adultos sanos por medio de ecografía, observando una correlación entre la longitud renal con talla, peso e índice de masa corporal. En este estudio también se observó una diferencia significativa entre el peso y altura con respecto al género, mostrando que la longitud de ambos riñones fue significativamente mayor en hombres que en mujeres. La longitud renal promedio por edad según este estudio fue entre 106 y 108cm, y a partir de los 40 años se observó un decremento en la misma, lo que puede estar relacionado con la función renal (*ilustración 24*)³

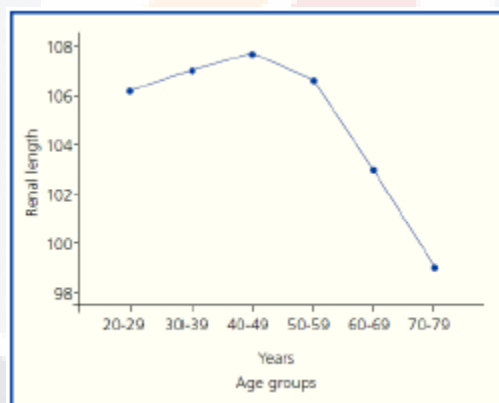


Ilustración 24. Distribución de la longitud renal con la edad en población mexicana en adultos sanos. Extraído de artículo original de Sociedad Española de Nefrología SENEPRO.

A continuación, se hace una pequeña revisión sobre los principales estudios realizados en diversas partes del mundo que estudian la correlación entre el volumen y longitud renal con las características antropométricas de los pacientes pediátricos, algunos de ellos establecen también percentiles de normalidad de acuerdo a la población estudiada:

Un estudio realizado en Madrid en el año 2006, en el cual se evaluaron 474 niños con ultrasonido y mediante análisis de regresión se demostró una correlación estadísticamente significativa de 0.911

para la altura, 0.896 para la superficie corporal, 0.863 para el peso y 0.857 para la edad. No se observaron diferencias en el tamaño renal por sexo. ³

En la *ilustración 25* podemos observar que se obtuvo un valor específico para una longitud renal media, así como un límite superior que podría interpretarse como percentil 90 y un límite inferior interpretado como percentil 10, estableciendo valores normales longitud renal en de acuerdo a la talla del paciente.

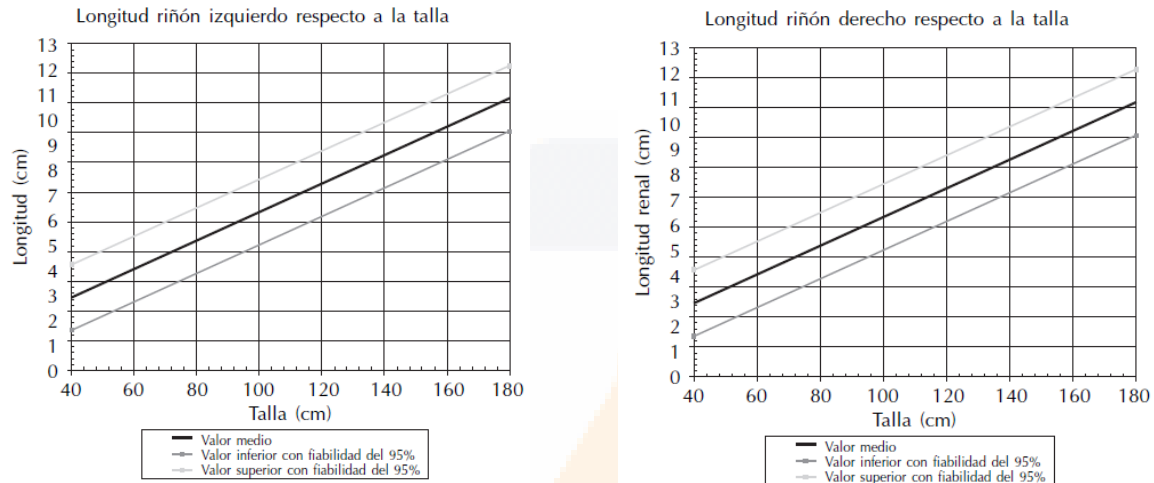


Ilustración 25. Relación entre longitud renal y talla en el paciente pediátrico. (A) riñón derecho (B) riñón izquierdo.

En el año 2013, la revista Korean Journal of Radiology, publicó un artículo llamado “*Length and Volume of Morphologically Normal Kidneys in Korean Children: Ultrasound Measurement and Estimation Using Body Size*”, en donde se revisaron 794 ultrasonidos de rutina en pacientes que se conocen sanos, con rango de edad 0 a 18 años en el periodo 2009 – 2010, se calculó el volumen renal por fórmula elipsoide y mediante un modelo de regresión lineal se analizó la relación del tamaño renal con la talla, peso e IMC. En el análisis de resultados se observó mayor correlación de la longitud renal con la talla y entre el volumen renal y el peso. El IMC a pesar de ser un parámetro utilizado para medir la obesidad, no demostró ser un factor significativo en la estimación del tamaño renal. Tampoco se observaron diferencias significativas por sexo (*Ilustración 26*). ²²

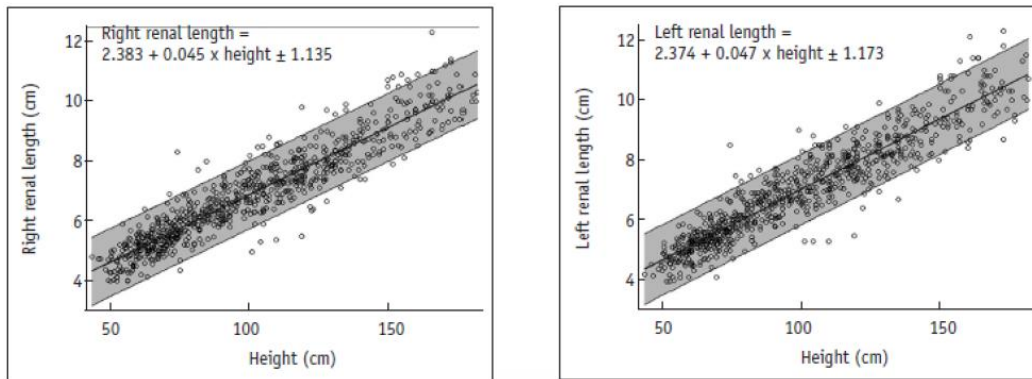


Ilustración 26. Diagramas de dispersión y líneas de regresión lineal que muestran la relación que existe entre la altura y longitud renal. (A) derecho e (B) izquierdo. Límite de confianza del 95%. *Extraído de artículo original de Korean Journal of Radiology.*

En el año 2010, la revista Científica publicó un artículo llamado “*Body-Surface-Area Related Renal Volume: A Common Normal Range from Birth to Adulthood*”, cuya hipótesis fue que la función renal se correlaciona con área de superficie corporal sustentando su argumento en que la función renal involucra los requerimientos metabólicos de todo el organismo.

Se estudiaron 624 pacientes sanos, con rangos de edad entre 1 mes de vida y 18 años. Este estudio demostró que existe un crecimiento proporcional entre el volumen renal y el área de superficie corporal desde el nacimiento hasta la edad adulta. La relación del volumen renal ajustado al área de superficie corporal tiene un rango normal común para todos los grupos de edad, encontrando que el percentil 10 equivale a 45 mL/m² y el percentil 90 equivale a 85 mL/m², esto facilita la evaluación correcta del volumen renal de un niño independientemente de la edad, talla o IMC y que valores que estén fuera de este rango, hacen la sospecha de influencia patológica por la simple observación de que un riñón se desvía de un percentil o valor z.²³

El volumen renal ajustado a la superficie corporal (VRSC) tiene algunas ventajas importantes sobre los parámetros ya existentes para evaluar el volumen renal, se distribuye de manera normal independientemente de la talla del paciente, sexo y el riñón que se esté valorando, derecho o izquierdo (*tabla 3 y 4*).

Percentiles	BSARV (mL/m ² BSA)								
	3%	5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%	97%
Left kidney	36	40	45	55	66	78	86	92	94
Right kidney	38	40	45	55	66	75	85	90	94
Relative renal volume left kidney	0.42	0.43	0.45	0.47	0.50	0.53	0.56	0.58	0.59
Relative renal volume right kidney	0.41	0.42	0.44	0.47	0.50	0.53	0.55	0.57	0.58

Tabla 3. Percentiles de BSARV y volumen renal relativo de ambos riñones. *Extraído de artículo original de Científica.*

Dentro de las ventajas de su aplicación se encuentran que, en primer lugar, elimina la necesidad de gráficos normales separados y los combina en un rango de dos números fáciles de recordar: 45–85 mL/m², independientemente de la edad, sexo y tamaño corporal. En segundo lugar, un volumen renal relativo superior al 55% del volumen renal total o menor del 45%, o una diferencia aproximada de ambos riñones superior al 20%, debe incitar a la sospecha de afección renal. En tercer lugar, se puede realizar un seguimiento uniforme de cada niño sobre la base de sus percentiles individuales, que, al igual que con la talla y peso, describe el pronóstico individual del desarrollo del volumen renal. Esto es especialmente valioso en el diagnóstico precoz y seguimiento de ERC. ²³

	P values (Mann-Whitney U test) for differences of BSA-related renal volumes between both sexes	
	BSA-related left renal volume (mL/m ²)	BSA-related right renal volume (mL/m ²)
All age groups	0.712	0.973
Age < 3 m	0.480	0.152
Age > 3 m and ≤3 years	0.232	0.469
Age > 3 years and ≤6 years	0.074	0.327
Age > 6 years and ≤12 years	0.292	0.654
Age > 12 years and ≤18 years	0.589	0.285

Tabla 4. No se observan diferencias significativas de VRSC en ambos sexos.
Extraído de artículo original de *SCientífica*.

En un artículo publicado en 2016 titulado “*Sonographic Growth Charts for Kidney Length in Normal Korean Children: A Prospective Observational Study*” publicado en la revista *Journal of Korean Medical Science*, se estudió población pediátrica de Korea, con un universo de 437 pacientes sanos, no se encontró una diferencia constante en la longitud de cada riñón según el sexo. Se encontró correlación entre la longitud renal y la edad del paciente, así como con el peso, altura e IMC. También se observó que la curva de longitud renal para la edad mostró diferentes patrones antes y después de los 20 meses de edad. Es decir, se observó un crecimiento renal acelerado durante los primeros 24 meses, y 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 (*tablas 5 y 6*). ²⁴

Otro estudio llamado “*Sonographic Biometry of Normal Kidney Dimensions among School-age Children in Nsukka, Southeast Nigeria*” realizado en 974 sujetos normales (496 niños y 451 niñas) de 6–17 años de edad. Las dimensiones de los riñones no fueron estadísticamente diferentes en los niños y las niñas ($p > 0.05$). Hubo una diferencia estadísticamente significativa entre la longitud del riñón derecho y el izquierdo ($p < 0.05$). La altura guardó una mejor correlación con ambas longitudes del riñón. Así los límites normales, los modelos de predicción y las curvas percentiles de las longitudes del riñón, fueron establecidas con respecto a la altura. ²⁵

La publicación más reciente sobre el estudio de longitud renal es del año 2019, realizado en población australiana y publicado por la revista *Pediatric Radiology*: “*Normal sonographic renal length measurements in an Australian pediatric population*”. Fue un estudio retrospectivo en el cual analizaron 941 ultrasonidos de niños con rango de edad de 0-16 años en el periodo de octubre 2012 a septiembre 2016, a través del sistema PACS, los cuales se realizaron en el contexto de apendicitis y/o intususcepción, con estudios de función renal normales. Mediante el modelo de regresión lineal, se estimó la relación entre longitud renal con edad y género, así como la relación entre riñón derecho e izquierdo. No se encontraron diferencias significativas entre riñón derecho e izquierdo ni por género. Estratificaron las medidas de longitud renal por edad, sin embargo, el uso de la edad ha sido cuestionado en otras publicaciones, ya que se ha demostrado que, a diferencia de la talla y el peso, la edad tiene una peor correlación con la longitud renal porque el crecimiento no es lineal; se argumenta que independientemente de ello, sigue siendo lo más simple y menos confuso. Aun reconociendo estas limitaciones, esta metodología integra el entorno clínico y la diversidad de variables que podría encontrarse.²⁶

Impacto de la enfermedad renal crónica en México

La ERC es una de las patologías que representa un gran reto para la Salud Pública en México debido al incremento desmesurado en el número de pacientes con enfermedades metabólicas y que ha condicionado gastos excesivos para el sistema de salud. En México se estima que existen 12.8 millones de pacientes con DM con una prevalencia de 13.5 %, la cual es una de las más altas a nivel mundial. De acuerdo con el INEGI, en el año 2021, se clasificó en el 11º lugar en mortalidad de nuestro país. Específicamente la ERC atribuida a DM y ERC de causa desconocida constituyen las principales causas de años de vida perdidos y años vividos con discapacidad en México.

Los costos de atención de esta patología son abrumadores para cualquier sistema de salud. El instituto mexicano del seguro social (IMSS) en el reporte anual del 2017 distribuyó alrededor de \$10, 326 millones de pesos, solo por debajo de Diabetes Mellitus (41,368 mdp) e hipertensión arterial sistémica (HAS, 22,313 mdp), con un gasto promedio anual por paciente fue de 149, 302 pesos, considerando que los pacientes atendidos por ERC fueron 69,267, mientras que los pacientes con DM fueron 2,872 millones y los pacientes con e HAS 4,553 millones.²⁷

En México no se cuenta con un registro oficial de ERC, se sabe sobre la alta prevalencia de esta enfermedad en los estados de Jalisco y Aguascalientes por los datos reportados en el Sistema Americano de Enfermedad Renal (USRDS). La incidencia es mayor en Jalisco (570 pmp) con respecto a Aguascalientes (483 pmp); sin embargo, la prevalencia difiere de forma importante siendo mayor en Aguascalientes (1975 vs 2020 pmp), lo cual se pudiera explicar por diferencias geográficas que dificultan

el acceso a terapia de sustitución renal. Aguascalientes es un estado relativamente pequeño, por ende, el acceso a unidades médicas especializadas no es complejo y el estado cuenta con un programa bien estructurado de trasplante renal.²⁷

Impacto de la enfermedad renal crónica en Aguascalientes

En el estado de Aguascalientes, a partir de junio del 2018 se inició el Registro Estatal de Enfermedad Renal Crónica del Estado de Aguascalientes (REUDERC) que incluye instituciones públicas y privadas.

Los siguientes datos proporcionados son obtenidos de la actualización más reciente REUDERC, en el año 2021. Se estimó una prevalencia de 1,498.5 pmp en pacientes no trasplantados y una prevalencia de 2,152.81 pmp en pacientes trasplantados. Actualmente el estado de Aguascalientes ocupa el tercer lugar a nivel mundial, destaca dentro de las regiones con mayor tasa de ERC en tratamiento con DP y con mayor tasa de trasplante renal, principalmente de donante renal fallecido.

El municipio de mayor prevalencia de, incluyendo trasplantados, es Calvillo, sin embargo, dentro de la prevalencia estimada para pacientes ERC terminal no trasplantados, se posiciona en segundo lugar con una prevalencia de 1.113,62 pmp, tan sólo después del municipio capital con 1.939,41 pmp.²⁷

El principal grupo afectado son adultos jóvenes, la edad promedio de diálisis es de 45.5 ± 19 años, con la máxima prevalencia entre los 20 y 40 años, seguido del grupo de los 50 a los 70 años. En cuanto a la distribución por sexo, la ERC en el estado afecta con mayor frecuencia a hombres (61%).²⁷

De acuerdo a los resultados obtenidos en la actualización 2021 del Registro Estatal, la causa con mayor prevalencia de enfermedad renal crónica terminal en terapia de sustitución, es la clasificada como "causa desconocida", seguido de DM, siendo que el primero predomina en pacientes alrededor de 39 años y el segundo en pacientes de mayor edad (promedio 59 años).

La modalidad de tratamiento más frecuente es la hemodiálisis (HD), con un total de 1,490 pacientes, representando el 47% de los pacientes en tratamiento sustitutivo, seguido del trasplante renal y en última instancia DP.²⁷

A partir del año 2012 se inició un registro de todas las biopsias renales realizadas en el estado de Aguascalientes; el grupo etario con mayor número de biopsias es aquel que se encuentra entre los 20 - 30 años (promedio 26.6 años). Se observó variabilidad en la etiología de la enfermedad en relación a los grupos de edad.

Las principales glomerulopatías reportadas fueron enfermedad por cambios mínimos que afecta primordialmente a menores de 10 años, nefritis lúpica para el grupo de 10 – 20 años y glomeruloesclerosis focal y segmentaria, con mayor afectación al grupo etario de 20-40 años, siendo además la más prevalente en el estado. Así mismo los municipios más afectados por esta glomerulopatía son Calvillo y Aguascalientes capital. ²⁷

Enfermedad renal crónica de causa desconocida

La enfermedad renal crónica de causa desconocida, es una entidad reconocida a nivel mundial. Las zonas de alta prevalencia son El Salvador, Nicaragua, Sri Lanka y Uddanam. Fue descrita por primera vez en los años 90's, cuando surgieron brotes de nefropatía crónica a nivel mundial, con mayor incidencia en la región entre el sur de México y Panamá, denominada nefropatía mesoamericana. Se desconoce la causa de estas nefropatías, por lo que se le asignó el nombre en inglés como "*Chronic Kidney Disease of unknow etiology*" (CKDu), mientras que la organización panamericana de la salud la nombró "enfermedad renal crónica de origen no tradicional" (ERCnt), actualmente se le conoce como ERC de causa desconocida. ^{27, 28, 29, 30, 31}

En el estado de Aguascalientes, la ERC de causa desconocida se presenta en adultos jóvenes (un promedio de edad de 39 años y su pico de prevalencia es entre los 20 y 30 años), predomina en trabajadores que habitan en zonas agrícolas tropicales y de escasos recursos; 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. Es más común en el género masculino (63%). ^{27, 28, 29, 30, 31}

Debido a que la ERC de causa desconocida no tiene una comorbilidad asociada, es común que el paciente debute en estadios avanzados. En la mayoría de los países donde predomina esta enfermedad, no existen adecuadas condiciones de salud que faciliten la terapia renal sustitutiva, esto incrementa la mortalidad. ^{27, 28, 29, 30, 31, 32}

Los factores de riesgo que hasta ahora se han relacionado son: plaguicidas (*glifosato*, continúa en investigación), exposición a metales pesados (cadmio y arsénico), el consumo excesivo de medicamentos nefrotóxicos como, antiinflamatorios no esteroideos (AINE's), antibióticos (aminoglucósidos), consumo de alcohol ilegal, bebidas azucaradas que contengan fructosa, hiperuricemia, predisposición genética y enfermedades infecciosas (leptospirosis, hantavirus, malaria). Recientemente se describió relación con el estrés térmico, principalmente en personas que hacen

esfuerzos físicos en climas muy cálidos, y llevan un esfuerzo cardiaco similar o superior al experimentado durante ejercicios intensos. A pesar de múltiples esfuerzos, las causas específicas no han sido esclarecidas. Sin embargo, 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, hipertensión glomerular y lesiones tubulares debido a niveles séricos altos de ácido úrico. ^{27, 28, 29, 30, 31, 32}

En el año 2016, el Consorcio para la Investigación de la Nefropatía Mesoamericana (CENCAM) en conjunto con el Comité Científico de la 2da 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 ^{27, 28, 29, 30, 31, 32}

En el estado de Aguascalientes los casos descritos en pacientes jóvenes en REUDERC, tienen las características de ERC de causa desconocida. Para el abordaje de dicha patología se están siguiendo dos vertientes ³: La primera y probablemente más importante es la detección oportuna. Basados en el pico de prevalencia entre 20 y 30 años de edad, se está realizando un tamizaje en alumnos de secundarias, esto permitirá explorar la prevalencia de ERC temprana en este grupo de pacientes, realizar un diagnóstico oportuno y contribuir en retrasar el deterioro de la enfermedad. El segundo abordaje es identificar la causa; basados en el registro estatal de biopsia renal, nos podemos percatar que el principal diagnóstico en los pacientes entre 20 y 30 años es GSFS, dicha entidad muestra similitudes con le ERC de causa desconocida. El grupo de edad de mayor afectación es el mismo con una mayor proporción de hombres afectados (60 %). ^{27, 28, 29, 30, 31, 32}

La mayoría de los pacientes con GSFS caracterizados clínicamente no tienen Síndrome Nefrótico lo cual es sugerente de causas secundarias o genéticas. Las causas secundarias de GEFS habitualmente tienen antecedentes conocidos como: obesidad, exposición a fármacos, cirugías, infecciones de repetición; no obstante, los pacientes reportados en REUDERC no cuentan con antecedentes de daño secundario. Por este motivo se deben pensar en causas genéticas como primera posibilidad. Actualmente se han descrito 17 genes relacionados a GEFS en adultos y se cree que aún no se conocen la mayoría. Otras posibles causas son el involucro ambiental, pobreza y marginación, sin embargo, ninguna de estas ha podido ser demostrativa de causalidad. ^{27, 28, 29, 30, 31, 32}

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

Justificación

Magnitud e impacto

Aguascalientes representa una de las entidades con mayor incidencia y prevalencia de ERC terminal en tratamiento sustitutivo a nivel mundial, con pico de incidencia entre 20 y 30 años, los casos reportados tienen las características de una la ERC de causa desconocida y coinciden además en que, el principal diagnóstico en los pacientes entre 20 y 30 años es glomeruloesclerosis focal y segmentaria. Se ha demostrado que el volumen renal tiene correlación con la función renal, sin embargo, los parámetros de referencia varían según las características antropométricas y demográficas de la población en estudio, siendo hasta ahora la superficie corporal la variable más práctica y con mayor fiabilidad; en México no existen medidas estandarizadas de volumen renal ajustado a la superficie corporal para la población pediátrica, las cuales serían sumamente útiles para identificar pacientes con riesgo de manifestar ERC o casos con ERC temprana, así como darles el seguimiento adecuado y poder implementar medidas que demoren la progresión a un estadio terminal y con ello disminuir la prevalencia de ERC y los costos elevados que esta supone para el sector salud.

Aplicabilidad

La enfermedad renal crónica causa alteraciones en el tamaño del riñón y puede acompañarse de cambios morfológicos que pueden ser caracterizados por ultrasonido, teniendo la ventaja de ser un método económico, incruento e inocuo para el paciente, respecto a otros métodos de estudio. Se realizó un total de 1084 ultrasonidos en tiempo real, en pacientes sin antecedentes personales patológicos de importancia con edades entre 0 a 18 años, se obtuvieron las medidas renales de ambos riñones en eje longitudinal, anteroposterior y transversal, para eventualmente calcular y comparar el volumen renal por fórmula elipsoide, ajustado a superficie corporal y la relación entre longitud renal con edad y talla.

Factibilidad

El presente estudio surge a partir de la asociación entre ERC de causa desconocida y su pico de prevalencia en edades de 20 y 30 años. Se realizó un tamizaje a alumnos de secundarias en el municipio de Calvillo, Rincón de Romos y la ciudad de Aguascalientes, con la finalidad de detectar la prevalencia de ERC en etapas tempranas, realizar un diagnóstico oportuno y contribuir en retrasar el deterioro de la enfermedad. Se detectaron adolescentes con albuminuria aislada y persistente, los cuales fueron llamados al Centenario Hospital Miguel Hidalgo para realizar estudios complementarios de imagen (ultrasonido y tomografía), biopsia y así brindar un estudio y seguimiento óptimo.

Propósito del estudio

Determinar si existe una correlación entre el volumen renal ajustado a superficie corporal independiente de las variables talla y edad, y desarrollar tablas de normalidad estandarizadas de acuerdo a las características antropométricas de nuestra población.

Pregunta de tesis

Hipótesis

El volumen renal ajustado a superficie corporal será un parámetro válido para estimar percentiles entre 10 y 90.

El volumen renal ajustado a superficie corporal será similar a lo reportado previamente en la literatura.

Planteamiento del problema

La carga de la enfermedad atribuida a ERC en México es una de las más importantes a nivel mundial. La prevalencia de ERC en Aguascalientes es de ERC 1,325 pmp una de las 10 más altas a nivel mundial, en el 53 % de los casos es secundaria a ERC de causa desconocida y sólo el 22 % es debida a Diabetes Mellitus. El principal grupo afectado son los jóvenes de 20-40 años, siendo la ERC de causa desconocida la más frecuente en este grupo de edad.

La medición del tamaño renal, su crecimiento y desarrollo son parte esencial de la valoración radiológica en pacientes pediátricos, ya que variaciones en su tamaño y cambios en su morfología son un dato de alarma para diversas enfermedades que pueden ser detectadas en etapas tempranas y evitar su progresión a estadios terminales; para ello es necesario contar con tablas de normalidad estandarizadas que sirvan como referencia de acuerdo a las características antropométricas de la población.

Objetivo general

Evaluar el tamaño renal mediante ecografía por talla, edad y superficie corporal de la población pediátrica del estado de Aguascalientes, de 0 y 18 años sanos, con riñones morfológicamente normales; además de percentilar los volúmenes renales ajustados a superficie corporal por grupo de edad.

Objetivos específicos

1. Determinar el volumen renal de ambos riñones mediante fórmula elipsoide y ajustado a superficie corporal mediante por de Dubois, y comparar los resultados obtenidos por cada método.
2. Determinar el tamaño renal normal por ecografía de los niños, analizando la relación entre longitud con talla y edad, así como volumen renal ajustado a superficie corporal.

3. Establecer que el volumen renal es proporcional al área de superficie corporal desde el nacimiento hasta la edad adulta.
4. Crear tablas de normalidad de volumen renal ajustado a superficie corporal para los grupos de edad de 0 a 18 años.
5. Establecer si el volumen renal ajustado a superficie corporal obtenido por ultrasonido son un instrumento válido para establecer alteraciones tempranas.
6. Comparar los resultados de nuestro estudio con otros estudios similares realizados en otros países o regiones.

Tipo de estudio

Prospectivo, transversal, descriptivo, observacional, analítico, comparativo.

Población de estudio

Pacientes que se conocen sanos y riñones morfológicamente normales con edades entre 0 - 18 años que residen en la ciudad de Aguascalientes, así como en los municipios de Calvillo y Rincón de Romos.

Criterios de selección

Criterios de inclusión

- Pacientes entre 0 y 18 años.
- Residentes del estado de Aguascalientes.
- Pacientes que a la fecha se conozcan sanos.
- Firma de consentimiento informado por padre o tutor.
- Riñones morfológicamente normales (por ultrasonido).

Criterios de exclusión

- Pacientes que nieguen su consentimiento.
- Pacientes con antecedente de patología obstructiva congénita, infecciosa, autoinmune, trasplante, alteraciones en el desarrollo renal (hipoplasia, agenesia, riñón en herradura, etc).
- Pacientes con enfermedades concomitantes que modifiquen su crecimiento y desarrollo.
- Pacientes con anomalía morfológica detectada incidentalmente durante la valoración sonográfica.

Descripción y operacionalización de las variables

- Se obtuvieron las medidas renales en sus tres dimensiones máximas mediante ultrasonido y se calculó el volumen renal mediante fórmula elipsoide.

- Se evaluó y comparó la relación del volumen y longitud renal ajustado a talla y edad, así como el volumen renal ajustado a superficie corporal.
- Se establecieron percentiles con base al volumen renal ajustado a superficie corporal.

Variable	Categorías	Definición operacional	Indicador	Nivel de medición
Género	Femenino Masculino	Sexo biológico	Porcentaje	Nominal
Edad	0 a 18 años	Edad biológica	Porcentaje	Nominal
Antropometría	Peso Talla Superficie corporal	Peso actual en kg Altura actual en cm Superficie corporal en (m ²)	Frecuencia	Razón
Medidas obtenidas por ecografía renal	Eje longitudinal Eje anteroposterior Eje transversal	Medidas tomadas en mm.	Frecuencia relativa	Razón
Volumen renal	Volumen = $\text{Pi} (\pi) / 6$ (longitudinal x anteroposterior x transverso)	Espacio que ocupa un cuerpo en tres dimensiones.	Frecuencia relativa	Razón
Percentil	5% a 95%	Valor que divide una serie de datos en intervalos iguales.	Porcentaje	Nominal

Análisis estadístico

Se utilizó estadística descriptiva según el tipo de variable. Para las variables continuas de distribución normal, se utilizó media y desviación estándar y para las variables continuas de distribución no paramétrica, se utilizó mediana e intervalo intercuartilar. Las variables dicotómicas y ordinales se expresaron con frecuencias relativas y absolutas y probablemente se construirán gráficas de normalidad con base a percentil 5, 50 y 95 y media ± 2 DE.

Para la construcción de las tablas de normalidad se utilizaron percentiles 1, 5, 10, 25, 50, 75, 90, 95 y 99. Se describieron los diferentes parámetros de dimensión renal (longitud, volumen y volumen ajustado a superficie corporal) mediante media con intervalos de confianza al 95%, además de los percentiles ya comentados.

Se compararon los grupos de dimensiones renales ajustadas por superficie corporal por grupo de edad y sexo utilizando U de Mann-Whitney. Se realizó regresión lineal múltiple para evaluar las

variables relacionadas a longitud renal derecha e izquierda, expresando el valor B e IC de 95%. También se compararon los resultados con estudios prospectivos realizados en Australia, Hong Kong y Alemania, aunque la comparación fue limitada por los datos disponibles en dichas publicaciones.

Para el análisis estadístico se utilizó el software STATA versión 12 (StataCorp, Colleague Station, TX).

Tipo de muestreo

No probabilístico, por conveniencia.



CAPÍTULO III. MATERIAL, PACIENTES Y MÉTODOS

Características particulares del lugar y población de estudio

Se realizaron en total 1083 ultrasonidos con dos equipos de ultrasonido portátil marca *SonoScape* en pacientes pediátricos y aparentemente sanos con edades entre 0 y 18 años que residen en el estado de Aguascalientes, particularmente en los municipios de Aguascalientes, Calvillo y Rincón de Romos; además, se registró el peso y talla de todos los pacientes. Para las edades de entre 4 y 18 años acudimos a escuelas de kínder, primaria y secundaria de cada municipio; para las edades de 1 a 3 años acudimos a un DIF del municipio de Calvillo y a la consulta privada del Dr. Rodolfo Delgadillo, donde también reclutamos pacientes menores de un año de edad. Los niños comprendidos en la categoría de recién nacidos fueron reclutados del Hospital de la Mujer, de la ciudad de Aguascalientes. Se realizó la recolección de datos a través de un formato electrónico (anexo A) con medidas renales y antropométricas.

Evaluación imagenológica

Con previo consentimiento informado por padre o tutor (anexo B), se realizó ecografía bidimensional en tiempo real con dos equipos de ultrasonido portátil marca *SonoScape* modelo E2V, utilizando transductores convexos modelo 3C-A (anexo C), obteniendo las dimensiones máximas de ambos riñones medidos en eje longitudinal, anteroposterior y transverso, con la técnica homologada y habitual para la ecografía renal. Los ultrasonidos fueron realizados por tres médicos residentes de radiología y un médico especialista en esta área. Así mismo, se obtuvo el volumen renal por medio de la fórmula elipsoide: $Volumen = \frac{\pi}{6} (long \times ap \times transv)$, midiendo los ejes longitudinal y anteroposterior en plano longitudinal y el eje transversal a nivel del hilio renal.

Consideraciones éticas

Los padres y tutores de los pacientes incluidos en el protocolo firmaron una hoja de consentimiento informado (anexo B), previo a realizar el ultrasonido; se les explicó que el anonimato de los participantes será respetado con base a la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud, con la declaración de Helsinki de 1975; la declaración de Finlandia en 1964; título segundo de los aspectos éticos de la investigación en seres humanos, capítulo I y la asociación médica mundial. Así mismo, el protocolo fue sometido y aprobado por el comité de ética del Centenario Hospital Miguel Hidalgo el 23 de septiembre del 2021 con número de aprobación 2021-R-36.

Recursos para el estudio

Recursos humanos

- Médicos residentes del CHMH.
- Dos médicos radiólogos del CHMH.
- Médicos pasantes de servicio social.
- Apoyo por parte del personal de ISSEA.

Recursos materiales

- Ultrasonidos portátiles marca *SonoScape* modelo E2V.
- Computadora portátil.
- Cama de exploración
- Báscula.
- Estadímetro
- Medio de transporte.

Recursos financieros

Sin recursos financieros.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

Se realizó un total de 1083 ultrasonidos, 525 niñas y 558 niños fueron incluidos en este estudio con edades entre 0 y 18 años. La altura promedio fue de 141 cm +- 32 (IIC 109 A 161 cm) y el peso promedio fue de 36.5 kg (IIC 19 a 56 kg).

De los 1083 pacientes, fueron eliminados 7 pacientes debido a hallazgos incidentales durante en el ultrasonido (6 mujeres y un hombre); dos casos por ectasia pielocalicial, tres por agenesia renal y dos por hipoplasia renal. La proporción de hombres fue ligeramente mayor (51.16%). Todos los pacientes radican en el estado de Aguascalientes; 542 del municipio de Aguascalientes, 402 de Calvillo y 132 de Rincón de Romos.

Las *tablas 5 a 16 y figuras 28 a 33* muestran la relación entre cada parámetro (*talla – longitud renal, edad – longitud renal, volumen renal por edad y volumen renal ajustado a superficie corporal*) en el análisis variado y multivariado.

Las curvas de distribución de la longitud renal y volumen renal por edad y talla mostraron una distribución anormal, mientras que las tablas ajustadas a superficie corporal tienen una distribución normal.

No se encontraron diferencias significativas entre el volumen ajustado a superficie corporal en riñón derecho e izquierdo en pacientes del género masculino y femenino, así como en los grupos por edad. (*tablas 12, 13 y 14; Ilustraciones 30 y 31*).

En la *tabla 15* se observó simetría entre ambos riñones, con una distribución normal y esperada del volumen relativo para ambos lados, así como percentiles casi similares. Los rangos normales de volumen renal son de 41.4 ml /m² (percentil 10) a 70.6 ml/m² (percentil 90) para riñón derecho, y de 45.2 ml/m² (percentil 10) a 73.8 ml/m² (percentil 90) para el riñón izquierdo. El rango normal de volumen relativo para el riñón derecho figura entre percentil 10 de 0.43 y percentil 90 de 0.52, y para el riñón izquierdo figura entre 0.46 para el percentil 10 y 0.56 para el percentil 90 con una media de 50 y una DS de 0.045.

Se realizó un análisis comparativo de los resultados obtenidos en nuestro grupo poblacional con estudios similares realizados en Australia y Hong Kong. En el primero se tuvo como objetivo estimar la longitud renal con la edad, sexo y lado del cuerpo que esté siendo valorado, ya sea derecho o izquierdo. Las *ilustraciones 32 y 33* representan los percentiles de cada grupo de población y es de especial interés que el tamaño renal de la población mexicana es notablemente menor con respecto a la población australiana; Se estimó el valor de **P**, el cual no fue significativo durante los primeros dos años de vida, pero sí lo fue en los demás grupos de edad.

En el segundo estudio realizado en Hong Kong, se estimó el volumen renal asociado a la edad en pacientes sanos de 0 a 18 años y se establecieron normogramas de referencia. Al comparar las medias con nuestro estudio (*Ilustración 34*), de igual forma llama la atención una diferencia significativa (todos los valores de $P < 0.001$, *tabla 16*) de tamaño renal de la población mexicana con respecto a la de Hong Kong.

Tabla 5. Longitud riñón derecho por edad.

	N	Mean	SD	95% CI	1	5	10	25	50	75	90	95	99
0 to < 1	78	41.2	5.3	40.1 – 42.4	30.3	31	34	38	41	44.3	48.2	49.5	59
1 to < 2	56	60.1	5.8	58.4 – 61.6	49.9	50.7	52.7	55.9	59.9	64.4	68.3	70.1	72.8
2 to < 3	53	66.1	5.1	64.6 – 67.4	54.3	56.6	59.8	63.1	66.7	69.2	72.2	74.1	77.2
3 to < 4	41	68.1	5.5	66.3 – 69.8	54.7	56.9	63.7	64.8	68.7	70.5	74.5	76.1	83
4 to < 5	32	68.1	4.9	66.3 – 69.9	54.2	54.9	63.2	65.1	69.5	71.6	72.7	73.7	77.1
5 to < 6	63	71.1	4.7	69.8 – 72.2	60.5	64.2	65.3	68.2	70.9	74.1	77.2	78.8	84.9
6 to < 7	70	73.6	6.8	72 – 75.2	60.2	62	66.1	69.8	72.1	77.6	82.4	84.9	96.1
7 to < 8	52	77.9	5.2	76.5 – 79.4	66.7	70.3	71.6	74.2	77.2	81.3	85.6	87.2	90
8 to < 9	34	79.1	5.4	77.2 – 81	70.5	71.9	72.5	74.7	79.2	81.8	87.4	89.9	91.5
9 to < 10	48	80.2	5.5	78.6 – 81.8	70.3	71.4	73	75.4	80.2	84.7	88.2	89.6	91.5
10 to < 11	31	83.9	7.5	81.2 – 86.7	72.9	73.8	75.3	78.7	82	88.1	96	96.9	106
11 to < 12	42	87.9	8.5	85.3 – 90.6	75.3	75.5	79.9	82.4	87.5	91.4	97.6	101.9	120
12 to < 13	67	90.1	7.4	88.2 – 91.8	75.5	76.6	81.8	85.3	88.8	94.4	101.1	103.5	112
13 to < 14	59	90.4	6.2	88.7 – 92	78.1	80.4	83	87	89.8	93.8	98.4	102.7	108.1
14 to < 15	106	95.9	8.0	94.3 – 97.4	74	82.7	85	92	95.9	101	105	108	113.9
15 to < 16	83	95.4	6.8	93.9 – 96.8	73.3	84.1	87.9	90.6	95.4	99	103.6	106.1	112.1
16 to < 17	113	96.4	7.2	95.1 – 97.7	82.9	84.4	88.3	91.8	95.2	100.5	105.6	109.1	113.3
17 to < 18	35	96.1	8.1	93.4 – 98.9	76.7	83.1	85.8	91.1	95.6	101.1	107.3	109.6	115.7
18 to < 19	14	100.8	9.3	95.4 – 106.2	85.6	85.6	91.8	95.3	99	111.9	113.9	114.7	114.7

Tabla 6. Longitud riñón izquierdo por edad.

	N	Mean	SD	95% CI	1	5	10	25	50	75	90	95	99
0 to < 1	78	41.1	6.1	39.7 – 42.4	29	33	34	38	40	45	49	50	63
1 to < 2	56	60.2	5.7	59.6 – 61.7	50.1	51	52.6	56.7	59.8	63.7	67.5	72.3	74.2
2 to < 3	53	66.6	4.8	65.2 – 67.9	57.3	58.6	61	62.4	67.1	69.8	73.9	75.5	75.7
3 to < 4	41	69.1	5.3	67.5 – 70.8	56.8	60.2	62.2	66.2	70.3	72.4	74.7	75.7	83.6
4 to < 5	32	70.4	4.2	68.9 – 72	59.7	62.6	65	68.6	70.5	73.1	75	77.2	78.2
5 to < 6	63	71.8	5.4	70.4 – 73.1	61.4	63.6	65	67.3	71.8	75.7	78	80	87.4
6 to < 7	70	75.1	6.1	73.6 – 76.6	64.1	66	68.1	70.7	74.1	79.2	83.1	86.8	93.1
7 to < 8	52	77.8	4.7	76.5 – 79.1	68.1	70	71	73.6	78.6	81.2	83.2	86.2	87.3
8 to < 9	34	80.1	4.2	78.5 – 81.5	73.2	74.4	75.4	77.2	78.9	81.9	86.5	90.6	91.1
9 to < 10	48	81.8	5.8	80.1 – 83.5	70.1	72	74.2	77.5	82.5	85	89	93.8	94.7
10 to < 11	31	83.5	7.9	80.6 – 86.4	69.6	73.2	74.3	77.3	82	88	96	99	99.4
11 to < 12	42	87.7	7.4	85.4 – 90	72.4	77.9	80	82.2	87.7	92	96.5	100.3	109.2
12 to < 13	67	91.2	7.3	89.4 – 93	74.4	80.3	83.3	86.9	90	95.8	103.2	106.3	111
13 to < 14	59	93.1	6.6	91.3 – 97.7	82	83.6	85	87.5	93	96.6	101	103.8	119.2
14 to < 15	106	97.3	7.3	95.9 – 98.7	80.4	87	88.5	92.6	97.1	102	107	110	114
15 to < 16	83	96.7	6.5	95.3 – 98.2	75.5	88.6	89.3	91.9	97	101.5	103.8	108.4	112.3
16 to < 17	113	98.4	8.5	96.8 – 100	83.5	88	90	93.5	98.8	102.6	108.9	110.6	121
17 to < 18	35	98.8	7.8	96.1 – 101.5	84.9	85.2	87.3	93.5	97.7	105.9	109.3	111.9	117.2
18 to < 19	14	103.9	9.2	98.5 – 109.2	91.8	91.8	93.1	95.1	102.6	112.1	117.1	118.6	118.6

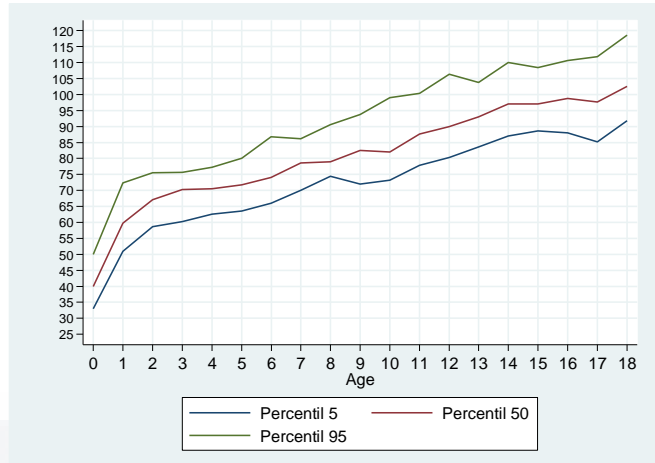
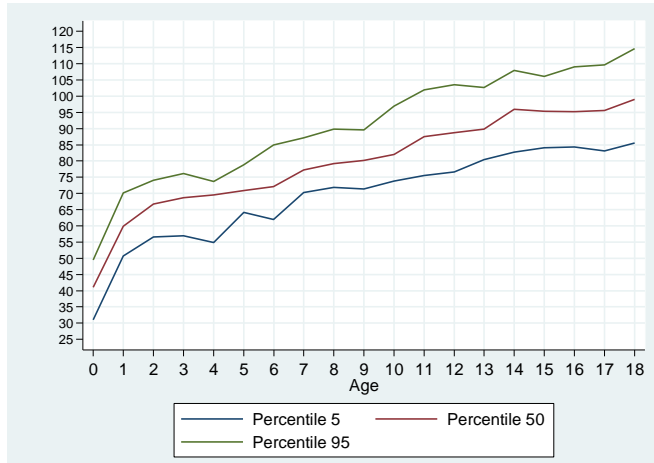


Ilustración 27. Percentiles de longitud renal por edad. (A) riñón derecho; (B) riñón izquierdo.

Tabla 7. Longitud riñón derecho por talla.

TALLA	N	MEAN	SD	95% CI	1	5	10	25	50	75	90	95	99
45 A 50	34	40	5.9	37.9 – 42.1	30.3	31	33.2	36.1	40	43	46.3	49.7	59.9
>50 A 55	38	42.3	5.3	40.5 – 44.1	30.9	31	36.9	39.5	41.7	46	48.2	50.7	59
>55 A 75	21	52.9	6.8	49.8 – 56.1	38	42	46.4	49.5	53.3	56.9	58.9	66.3	66.8
>75 A 80	24	59.3	4.8	57.2 – 61.4	49.9	50.7	52.7	56.1	59.5	62.9	65.4	67.7	68.3
>80 A 85	18	62.4	4.3	60.2 – 64.5	54.3	54.3	54.7	60.2	62.9	64.5	68.6	68.6	68.6
>85 A 90	28	65.8	4.5	64.1 – 67.5	56.6	59.4	60.2	62.7	65.3	69.1	72.3	72.8	77.2
>90 A 95	22	65.9	5.1	63.6 – 68.2	54.9	55.2	58.8	63.4	67.5	69.3	71.2	71.4	71.1
>95 A 100	30	68.9	3.8	67.4 – 70.3	63.2	63.2	63.6	65.8	68.8	71.7	73.9	76.1	76.9
>100 A 105	25	68.9	5.7	66.5 – 71.2	54.2	62.7	64.1	65	69.4	71.4	76.1	78.3	83
>105 A 110	34	68.6	4.8	66.9 – 70.3	54.9	60.2	61.8	65.3	69.9	71.7	74	76.3	77.1
>110 A 115	48	70.7	5.1	69.2 – 72.2	56.9	61.7	65.2	67.8	70.8	72.8	77.5	80.2	84.8
>115 A 120	48	74.2	6.9	72.2 – 76.8	61.8	67	68.3	69.7	72.7	77.3	81.9	89.6	97.6
>120 A 125	51	75.2	4.3	74.1 – 76.5	65	69.5	70.3	72.1	75.4	77.6	81	82.6	84.9
>125 A 130	33	78.5	6.4	76.2 – 80.9	66	70.1	70.5	73	77.2	82.6	87.4	89.9	90
>130 A 135	40	79.9	4.5	78.5 – 81.4	70.5	71.8	74.4	76.5	80.1	82.8	85.2	87.6	90.6
>135 A 140	42	80.4	4.8	78.9 – 82	72.4	74.2	74.7	76	80.1	84.7	87.3	88.2	91.5
>140 A 145	36	84.5	5.7	82.5 – 86.5	73.8	75.5	76.6	80.6	84.5	87.4	90.3	97.3	100.2
>145 A 150	43	87.7	5.9	85.8 – 89.5	75.3	78	81	83	88	90.5	94.5	96.3	106
>150 A 155	83	89.9	6.9	88.4 – 91.5	73.3	80	82	84.5	90.5	94.5	100	102.3	103.9
>155 A 160	92	92.9	7.2	91.4 – 94.4	76.7	82.9	84.4	88.2	91.8	97	103	105.6	114.7
>160 A 165	103	95	7.1	93.6 – 96.4	81.9	84.1	87	90	94.9	98.8	104.1	108	115.7
>165 A 170	73	97	6.3	95.5 – 98.5	74	88	90.3	92.9	97.1	100	105	107	113
>171 A 175	56	98.6	7.5	96.5 – 100.6	85.6	88.8	90.1	93.5	97.1	103.5	109.6	113.9	120
>175 A 180	33	99.4	6.3	97.1 – 101.6	85.5	89.5	93.1	94.3	99.6	104	108.2	112.1	112.5
>180 A 185	15	102.1	7.9	97.7 – 106.5	91.9	91.9	93.5	94.8	100.2	111.9	113.7	113.9	113.9
>185	6	103.2	4.8	98.1 – 108.3	96.6	96.6	96.6	99.9	103.1	107.1	109.8	109.8	109.8

Tabla 8. Longitud riñón izquierdo por talla.

TALLA	N	MEAN	SD	95% CI	1	5	10	25	50	75	90	95	99
45 A 50	34	39.3	6.5	37.1 – 41.6	29.3	30.7	33.3	34.8	37.5	43	47.5	49	61.8
>50 A 55	38	42.6	6.2	40.5 – 44.6	31.1	34.5	38	39	40.5	45.5	49.4	60.1	63
>55 A 75	21	53.4	8.0	49.7 – 57.0	38.2	40	42.1	50.1	53.7	58.7	62.7	63.8	68.8
>75 A 80	24	60.4	5.8	57.9 – 62.8	51.1	52.6	52.8	56.1	59.4	63.9	67.5	69.8	74.2
>80 A 85	18	62.4	3.6	60.6 – 64.2	57.0	57.0	58.4	60.2	61.9	63.7	67.1	72.6	72.6
>85 A 90	28	64.7	4.5	62.9 – 66.5	56.5	57.3	58.1	61.5	64.9	67.5	71.6	72.3	74.2
>90 A 95	22	67.4	4.9	65.2 – 69.6	56.8	60.4	61.9	64.6	67.2	70.3	75.0	75.5	75.6
>95 A 100	30	69.6	4.4	67.9 – 71.2	58.9	60.2	63.3	67.0	70.1	72.9	75.1	75.7	75.7
>100 A 105	25	70.6	4.4	68.8 – 72.5	63.5	63.6	65.9	67.3	70.7	72.9	75.6	77.2	83.6
>105 A 110	34	69.8	5.2	68.0 – 71.7	59.7	61.4	63.6	65.7	70	73.3	77.2	80.0	80.1

>110 A 115	48	72.1	4.9	70.7 – 73.5	62.3	64.2	65.3	69.1	71.3	75.3	78.2	81	84.5
>115 A 120	48	75	5.9	73.3 – 76.7	65.7	68.1	68.5	70.8	73.9	79.2	83.2	83.9	93.9
>120 A 125	51	76.3	5.2	74.8 – 77.8	66.0	68.8	70.6	72.9	75.8	79	82.2	87.3	90.4
>125 A 130	33	78.6	4.0	77.2 – 80.1	69.6	69.8	73.5	76	79.2	81.1	83.2	83.7	88.8
>130 A 135	40	81.5	4.3	80.1 – 82.9	73.6	74.8	77.0	78.1	81.8	83.9	86.5	89.1	93.1
>135 A 140	42	80.9	5.3	79.2 – 82.5	70.1	72.4	74.4	76.8	80.7	84.1	87.6	90.6	92.5
>140 A 145	36	85.4	7.2	83.0 – 87.9	73.2	74.3	79	80.5	83.5	89.0	94.3	101.9	108.2
>145 A 150	43	88.8	5.8	87.0 – 90.6	74	80	81	85.7	90	92.4	95.0	96	102.8
>150 A 155	83	92.6	7.4	90.9 – 94.2	75.5	81.4	83.3	87.2	92.4	97	102	106	111.1
>155 A 160	92	94.2	6.4	92.9 – 95.6	83.3	84.9	97.2	89.1	93.5	97.9	103	106	117.1
>160 A 165	103	95.2	8.1	93.6 – 96.8	77.4	84.5	88.5	90.3	95.3	99.7	103.2	108	116.1
>165 A 170	73	99.3	5.5	98.0 – 100.6	87.3	90.2	91.9	96	99	102.5	106	108.9	114
>171 A 175	56	100.8	7.3	98.8 – 102.8	84.4	91	91.7	95.6	99.9	105.5	110.3	112.5	121.5
>175 A 180	33	102.0	7.4	99.4 – 104.6	83.5	92.8	94	98	100.5	106.1	110	112.1	124.9
>180 A 185	15	106.4	6.8	102.6 – 110.2	91.9	91.9	97.2	101.7	107.5	111.0	114.5	118.6	118.6
>185	6	98.7	7.0	91.2 – 106.1	91.8	91.8	91.8	93.6	97.1	101.6	111	111	111

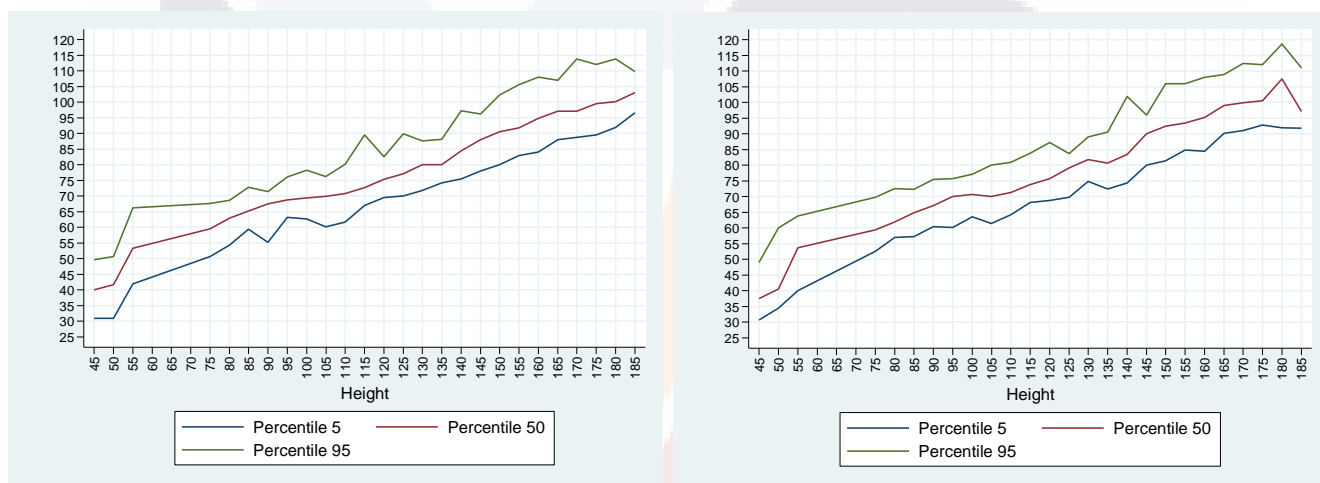


Ilustración 28. Percentiles de longitud renal por talla. (A) riñón derecho; (B) riñón izquierdo.

Tabla 9. Volumen renal derecho por edad.

	N	Mean	SD	95% CI	1	5	10	25	50	75	90	95	99
0 to <1	78	10.6	3.1	9.8 – 11.3	5.3	6.0	6.9	8.3	10.5	12.2	13.6	16.3	24.1
1 to <2	56	24.3	6.1	22.6 – 25.9	13.2	16.0	17.2	19.8	22.9	28.4	32.6	35.2	41.5
2 to <3	53	31.3	6.6	29.4 – 33.1	19.6	21.5	23.1	25.8	32.0	34.8	40.1	42.5	52.7
3 to <4	41	33.9	9.0	31.1 – 36.8	16.0	23.2	23.8	28.8	33.9	38.2	44.1	46.2	70.1
4 to <5	32	37.1	8.4	34.0 – 40.2	23.9	24.0	26.7	30.5	36.2	43.3	49.3	50.3	51.9
5 to <6	63	46.0	10.7	40.3 – 45.7	25.9	29.6	32.4	35.5	41.8	48.9	55.3	57.2	95.9
6 to <7	70	48.0	10.8	45.4 – 50.6	25.7	32.1	36.7	40.9	47.1	53.1	61.4	63.4	97.2
7 to <8	52	53.0	9.0	50.5 – 55.5	34.0	40.5	43.3	45.3	52.1	59.9	64.6	67.9	76.8
8 to <9	34	56.2	13.3	51.6 – 60.8	34.5	38.0	40.8	46.0	55.0	64.9	71.3	77.2	96.7
9 to <10	48	55.6	13.7	53.5 – 61.5	32.6	40.3	42.0	50.6	55.6	63.3	77.6	86.8	102.8
10 to <11	31	69.9	18.5	63.1 – 76.8	40.4	47.9	50.0	55.2	66.5	81.1	89.0	105.8	130.2
11 to <12	42	82.3	31.1	72.6 – 92.0	40.0	53.2	55.6	62.4	76.1	89.1	124.1	134.4	210.3
12 to <13	67	85.9	21.3	80.7 – 91.2	50.7	54.8	60.9	71.4	80.2	99.4	116.6	127.2	149.8
13 to <14	59	83.4	19.5	78.2 – 88.6	49.3	51.1	54.9	69.6	84.8	96.6	107.9	113.7	137.6
14 to <15	106	102.4	28.6	96.8 – 107.9	53.4	62.1	67.7	80.6	98.3	121.9	138.7	148.2	177.3
15 to <16	83	94.3	21.8	89.5 – 99.1	56.4	66.2	70.2	79.9	90.4	107.7	123.1	136.2	161.3
16 to <17	113	91.9	23.5	87.6 – 96.3	56	59.3	65.7	76.4	88.4	102.1	117.3	132.3	175.6
17 to <18	35	98.3	31.7	87.3 – 109.2	48.7	61.2	64.2	76.2	89.8	118.2	132.4	164.1	197.7
18 to <19	14	109.1	33.6	89.6 – 128.5	57.9	57.9	71.1	80.7	112.2	139.9	148.2	170.1	170.1

Tabla 10. Volumen renal izquierdo por edad.

	N	Mean	SD	95% CI	1	5	10	25	50	75	90	95	99
0 to < 1	78	10.9	3.4	10.1 – 11.7	5.1	6.1	6.8	8.7	10.6	12.4	15.9	17.0	21.5
1 to < 2	56	24.4	6.8	26.6 – 27.2	12.6	15.7	18.0	20.4	24.5	29.7	35.0	39.0	44.0
2 to < 3	53	32.1	6.5	30.3 – 33.9	21.3	22.7	23.5	28.5	30.8	35.8	41.2	45.3	50.7
3 to < 4	41	35.5	7.6	33.1 – 37.9	20.9	25.2	27.5	30.2	34.0	41.1	43.5	44.0	61.8
4 to < 5	32	43.8	8.9	40.5 – 47.0	28.5	30.6	35.2	36.8	41.3	48.9	57.2	62.2	64.5
5 to < 6	63	44.1	9.4	41.8 – 46.5	26.1	29.0	33.1	37.7	42.8	51.2	54.2	57.0	74.0
6 to < 7	70	49.9	10.4	47.4 – 52.4	29.7	31.4	37.7	43.2	48.7	56.4	64.1	70.0	85.5
7 to < 8	52	53.5	8.3	51.2 – 55.8	38.8	39.2	43.1	48.7	53.3	56.1	65.2	72.7	75.6
8 to < 9	34	60.5	12.0	56.3 – 64.7	34.3	41.5	44.8	52.5	60.2	70.0	78.2	82.0	84.2
9 to < 10	48	62.6	14.2	58.5 – 66.7	44.7	45.5	49.3	52.2	56.8	64.4	87.5	87.9	98.9
10 to < 11	31	72.8	21.0	65.1 – 80.5	36.5	42.0	52.5	56.2	67.0	90.1	99.5	114.0	116.5
11 to < 12	42	81.9	24.8	74.1 – 89.6	48.8	50.9	58.6	62.8	78.5	89.9	104.8	131.3	173.9
12 to < 13	67	88.7	21.4	83.5 – 93.9	48.8	63.1	66.9	72.5	85.7	100.2	115.6	124.3	179.0
13 to < 14	59	89.7	22.3	83.9 – 95.6	53.0	60.9	65.0	75.4	88.4	99.4	119.3	127.9	189.0
14 to < 15	106	103.0	23.8	98.4 – 107.6	60.1	68.2	76.4	87.1	98.1	117.3	139.0	141.2	167.6
15 to < 16	83	102.4	24.0	97.1 – 107.6	54.5	69.8	74.7	85.4	99.9	116.8	137.5	138.3	184.6
16 to < 17	113	103.9	23.7	99.5 – 108.4	65.1	73.4	78.5	87.1	101.3	115.4	129.6	157.5	177.9
17 to < 18	35	102.0	25.7	93.2 – 110.9	60.4	69.9	72.8	81.2	96.8	114.9	144.3	146.4	174.1
18 to < 19	14	119.2	32.3	100.5 – 137.9	80.6	80.6	83.6	88.4	117.5	146.8	149.1	185.7	185.7

Tabla 11. Se determina el Coeficiente β para talla y edad. Observando que no existe correlación entre estas dos variables.

RIÑÓN DERECHO LONGITUDINAL

Variable	Coeficiente β	IC 95%	Valor de P
Talla	0.3539	0.3205 – 0.3873	<0.01
Edad	0.6587	0.4369 – 0.8804	<0.01

RIÑÓN IZQUIERDO LONGITUDINAL

Variable	Coeficiente β	IC 95%	Valor de P
Talla	0.3824	0.3512 - 0.4135	<0.01
Edad	0.5372	0.3303 – 0.7441	<0.01

Tabla 12. Valor de P (test de Mann-Whitney U). No se encontraron diferencias significativas de VRSC para ambos sexos.

Valor de P (test de Mann-Whitney U) para VRSC entre ambos sexos

Grupos de edad	VRDSC	VRISC
0-1	0.635	0.729
1-2	0.711	0.303
2-3	0.492	0.588
3-4	0.354	0.118
4-5	0.147	0.619
5-6	0.814	1
6-7	0.667	0.237
7-8	0.516	0.911
8-9	0.876	0.666
9-10	0.233	0.534

10 -11	0.237	0.161
11 -12	0.659	0.99
13-13	0.285	0.799
13-14	0.566	0.396
14-15	0.941	0.536
15-16	0.07	0.492
16-17	0.81	0.591
17-18	0.6	0.872

La P de todos los grupos para RD es 0.828

La P de todos los grupos para RI es 0.326

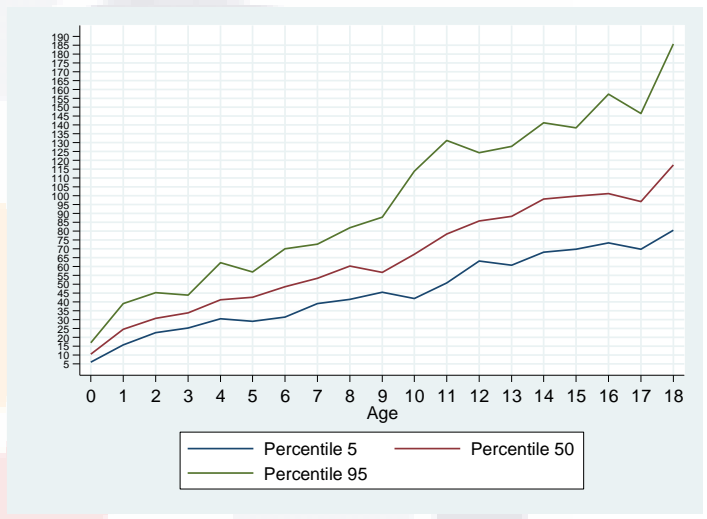
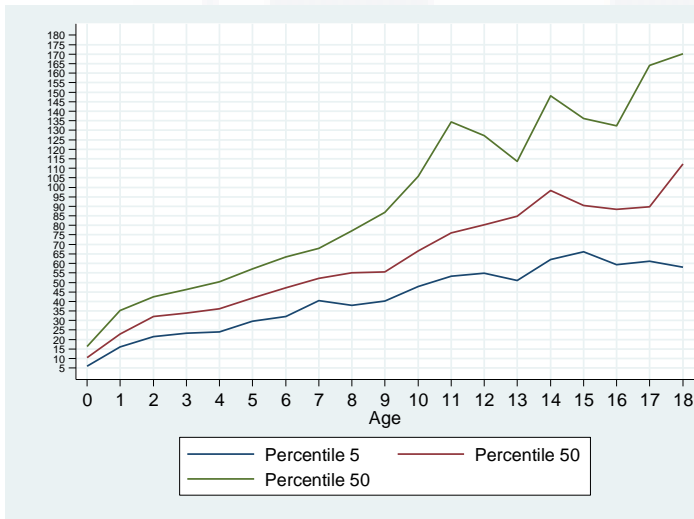


Ilustración 29. Percentiles de volumen renal por edad. (A) riñón derecho; (B) riñón izquierdo.

Tabla 13. Volumen renal derecho ajustado a superficie corporal por edad.

	N	Mean	SD	95% CI	1	5	10	25	50	75	90	95	99
0 to < 1	78	52.2	14.4	49 – 55.5	25.4	28.1	33.4	40.2	50.6	59.3	68.1	73.0	110
1 to < 2	56	52.7	9.6	50.1 – 55.3	34.9	38.4	39.8	46.0	51.6	60.0	66.4	70.5	74.7
2 to < 3	53	56.5	10.0	53.7 – 59.2	36.5	40.5	44.6	49.7	55.3	63.2	70.1	73.1	81.9
3 to < 4	41	52.6	12.1	48.8 – 56.5	32.6	35.2	39.4	45.7	51.6	58.2	65.0	69	100.2
4 to < 5	32	49.3	10.3	45.6 – 53.1	32.8	33.1	36.1	41.9	49.2	55.7	64.0	67.9	69.0
5 to < 6	63	53.3	10.0	50.8 – 55.9	35.7	39.7	40.7	46.6	52.4	59.1	67.8	68.9	89.5
6 to < 7	70	54.5	9.7	52.1 – 56.8	35.4	38.7	41.4	49.5	54.5	69.4	69.3	71.6	76.8
7 to < 8	52	54.6	9.1	52.1 – 57.2	39.6	42.3	43.3	47.4	54.0	59.6	66.8	70.7	80.5
8 to < 9	34	51.7	10.4	48.1 – 55.4	34.8	36.6	38.9	44.3	50.5	57.0	70.6	72.1	77.2
9 to < 10	48	49.0	8.1	46.7 – 51.4	34.3	37.2	39.2	42.9	48.4	53.4	60.2	64.1	72.6
10 to < 11	31	54.3	12.4	49.7 – 58.9	38.9	42.0	42.4	45.9	52.5	58.8	64.2	66.0	107.5
11 to < 12	42	58.3	17.8	52.7 – 63.8	33.1	37.1	41.9	46.1	56.9	64.8	78.3	88.2	117.2
12 to < 13	67	59.7	11.7	56.9 – 62.6	39.5	44.4	45.9	49.5	57.6	69.0	76.7	78.9	91.5
13 to < 14	59	54.7	9.5	52.2 – 57.2	37.1	40.1	41.8	46.9	55.4	62.3	69.5	70.2	77.9
14 to < 15	106	61.8	13.5	59.2 – 64.4	39.7	43.2	46.9	50.7	58.4	73	81.6	86.7	91.9
15 to < 16	83	56.4	11.2	53.9 – 58.9	34.9	41.6	43.6	48.6	53.7	64.3	72.1	78.2	82.9
16 to < 17	113	53.3	10.9	51.3 – 55.4	32.8	38.0	41.4	46.6	50.9	59.9	66.2	74.5	87.1
17 to < 18	35	57.0	16.0	51.5 – 62.5	33.2	39.6	41.6	43.4	53.8	65.2	80.4	84.4	111.6
18 to < 19	14	57.7	12.1	50.7 – 64.7	38.8	38.8	41.4	44.7	61.9	66.0	70.0	76.2	76.2

Tabla 14. Volumen renal izquierdo ajustado a superficie corporal por edad.

	N	Mean	SD	95% CI	1	5	10	25	50	75	90	95	99
0 to < 1	78	53.8	15.4	50.3 – 57.3	24.5	29.1	33.1	45.3	51.1	59.2	74.8	78.8	114.9
1 to < 2	56	55.2	11.5	52.1 – 58.3	33.9	38.5	40.5	46.9	54.1	60.7	69.0	80.1	86.6
2 to < 3	53	58.0	9.6	55.3 – 60.6	41.1	44.2	46.5	50.6	55.9	64.2	71.9	76.8	79.2
3 to < 4	41	55.1	9.7	52.0 – 58.1	41.4	42.7	43.7	47.9	54.4	61.7	67.4	68.2	88.4
4 to < 5	32	58.2	10.5	54.4 – 62.0	39.1	41.8	48.2	52.0	56.7	63.4	70.7	81.0	87.8
5 to < 6	63	54.9	10.2	52.3 – 57.5	35.4	39.5	43.1	48.1	54.1	60.2	68.1	71.8	87.1
6 to < 7	70	56.6	9.0	54.5 – 58.8	37.3	39.3	44.3	50.9	56.9	63.2	67.0	71.9	77.1
7 to < 8	52	55.2	8.6	52.8 – 57.6	41.9	45.4	45.7	49.3	53.0	60.4	65.9	74.8	80.8
8 to < 9	34	55.7	9.6	52.4 – 59.1	38.7	40.2	45.4	48.0	56.0	60.4	69.4	74.3	78.7
9 to < 10	48	53.6	9.2	50.9 – 56.3	39.3	41.8	43.1	48.1	51.9	57.9	65.2	74.7	80.5
10 to < 11	31	55.9	10.9	51.8 – 59.9	37.9	39.0	46.0	48.8	54.0	62.2	73.9	76.2	81.4
11 to < 12	42	58.2	14.0	53.9 – 62.6	39.0	41.7	43.3	47.0	54.4	65.8	79.1	89.2	92.0
12 to < 13	67	61.8	12.5	58.7 – 64.9	42.2	48.5	49.3	53.2	59.3	66.3	76.8	86.3	110.3
13 to < 14	59	59.9	9.7	56.4 – 61.4	39.9	43.8	45.7	53.4	58.0	64.6	69.5	75.5	95.4
14 to < 15	106	62.5	11.2	60.3 – 64.7	42.8	47.3	49.8	54.8	60.6	69.8	81.3	85.6	92.8
15 to < 16	83	61.1	11.5	58.5 – 63.6	34.7	41.8	46.5	54.0	60.0	67.2	75.3	79.5	98.3
16 to < 17	113	60.4	11.1	58.3 – 62.5	40.0	46.1	49.2	52.9	58.5	66.5	75.2	84.8	91.3
17 to < 18	35	59.1	11.0	55.3 – 62.9	35.3	43.1	48.1	50.8	57.9	65.7	72.1	82.6	88.7
18 to < 19	14	63.5	11.3	57.0 – 70.0	41.3	41.3	49.4	52.6	66.8	69.9	73.8	83.2	83.2

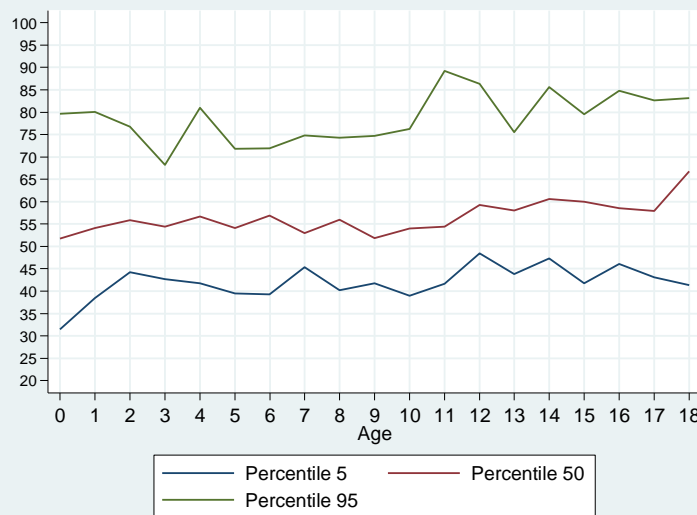
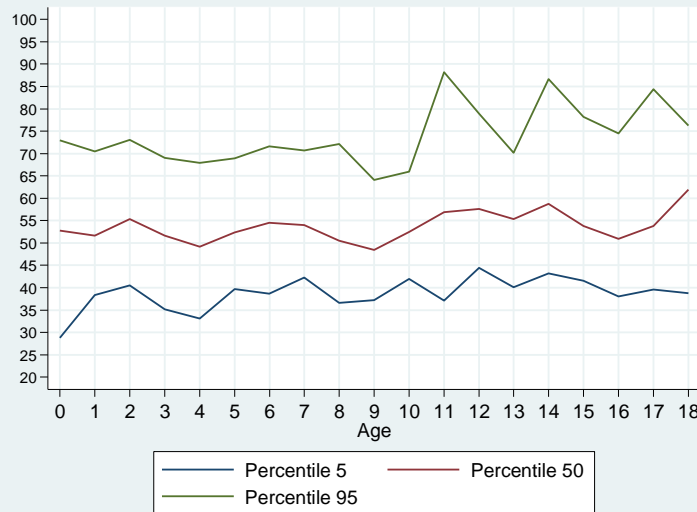


Ilustración 30. Percentiles de volumen renal ajustado a superficie corporal. (A) riñón derecho; (B) riñón izquierdo.

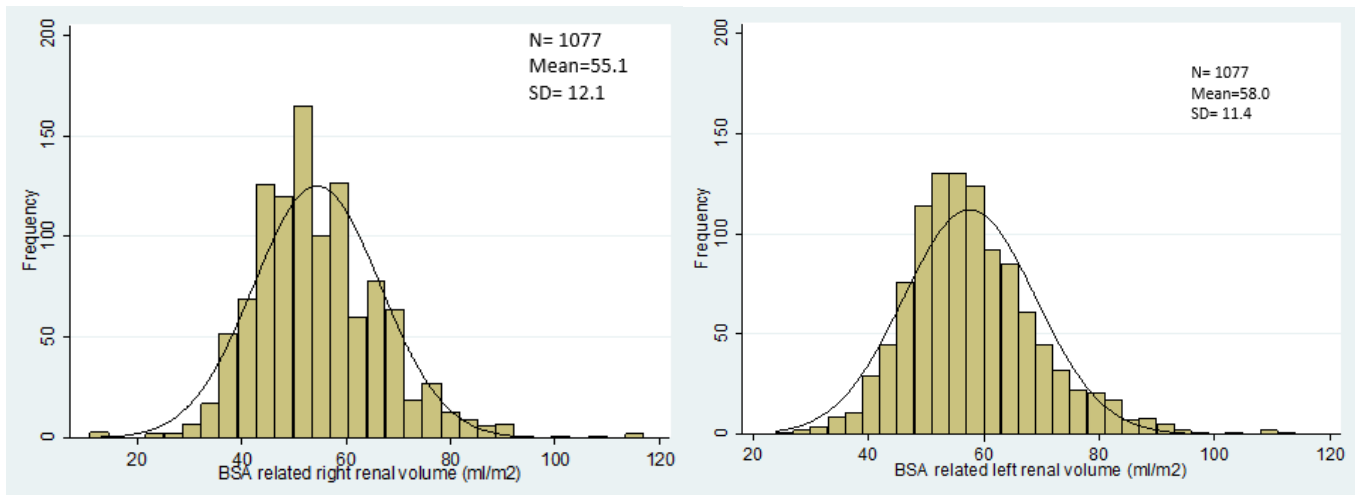


Ilustración 31. A) Distribución normal del volumen renal ajustado a superficie corporal para riñón derecho: media de 53.4 ml/m². B) Distribución normal del volumen renal ajustado a superficie corporal para riñón izquierdo: media de 50.5 ml/m².

Tabla 15. Percentiles de volumen renal derecho e izquierdo ajustado a superficie corporal.

	Perc 1	Perc 5	Perc 10	Perc 25	Perc 50	Perc 75	Perc 90	Perc 95	Perc 99
RD	32.8	38.6	41.4	46.8	53.4	62.01	70.6	77.5	91.5
RI	33.9	41.8	45.2	50.5	56.6	64.4	73.8	79.9	95.4
Prop RD	0.36	0.41	0.43	0.45	0.48	0.51	0.52	0.55	0.60
Prop RI	0.40	0.44	0.46	0.48	0.51	0.54	0.56	0.58	0.63

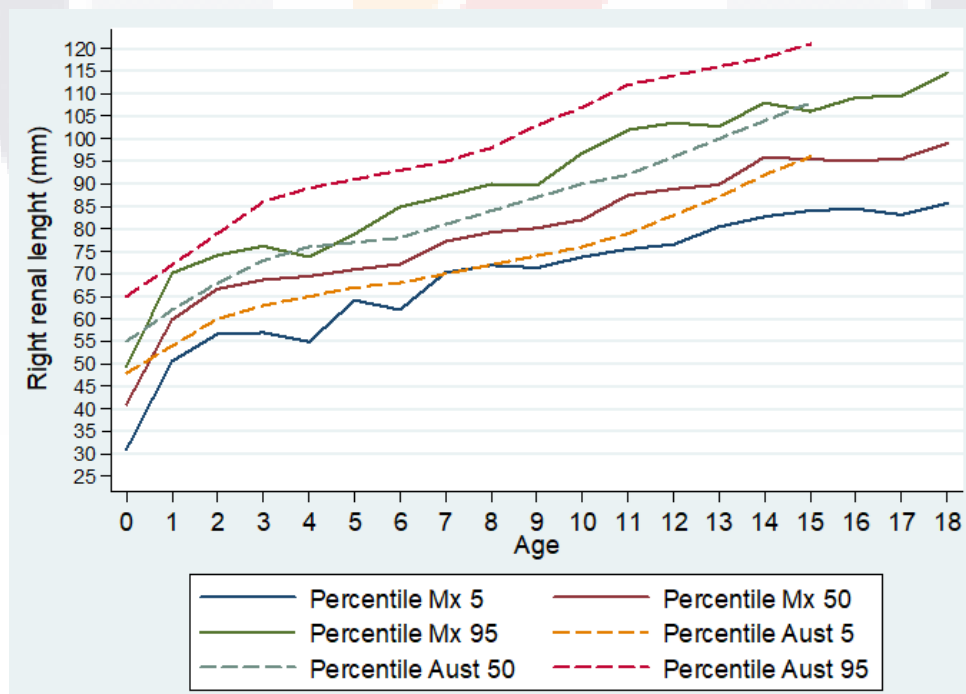


Ilustración 32. Gráfico comparativo entre la relación de la longitud renal de riñón derecho por edad en población australiana y mexicana.

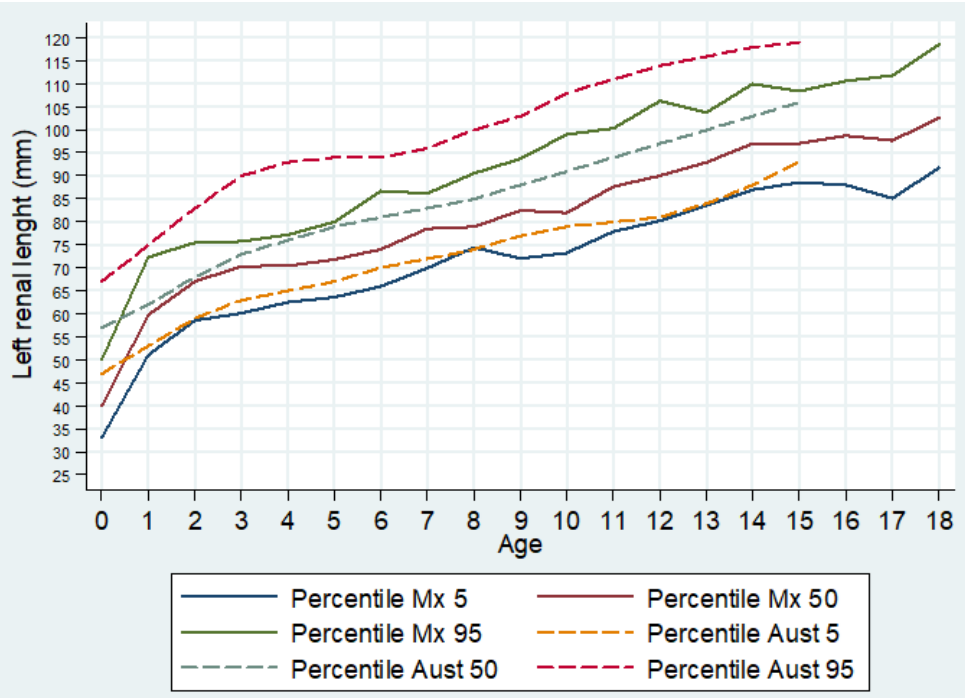


Ilustración 33. Gráfico comparativo entre la relación de la longitud renal de riñón izquierdo por edad en población australiana y mexicana.

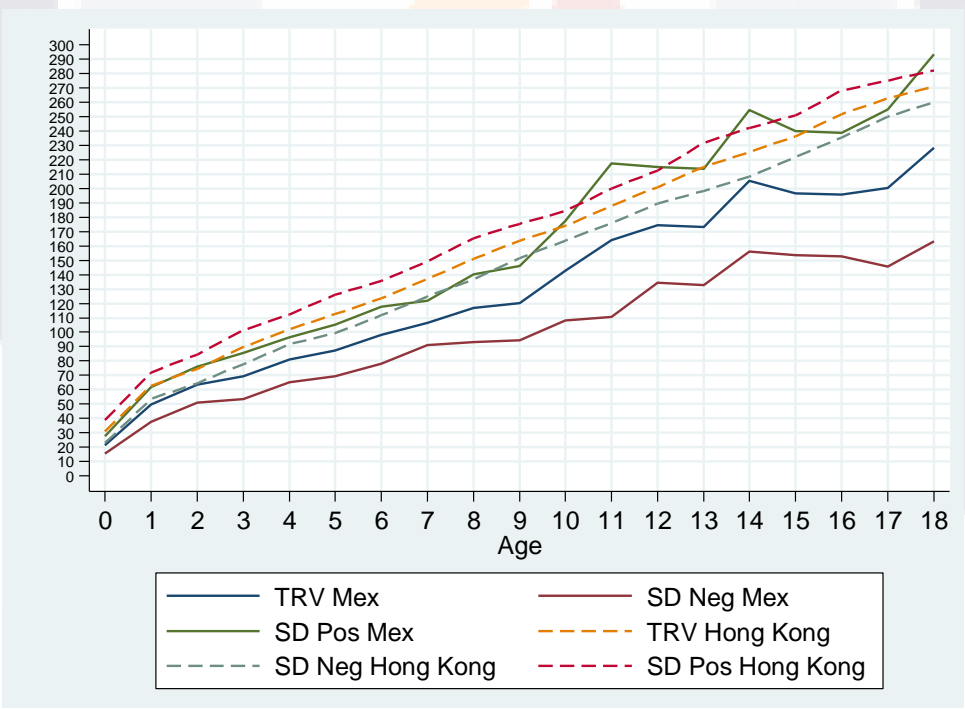


Ilustración 34. Gráfico comparativo del volumen renal total por grupo de edad en población mexicana y la población de Hong Kong.

Edad	Volumen renal total Mx	±SD	Volumen renal total HK	±SD	Valor de P
0.00	21.5	5.9	30.8	7.9	<0.001
1.00	49.7	12.1	62.8	9.2	<0.001
2.00	63.4	12.4	74.49	10	<0.001
3.00	69.5	15.9	89.6	11.8	<0.001
4.00	80.9	15.7	102	10.4	<0.001
5.00	87.2	18	112.6	13.4	<0.001
6.00	98	19.8	123.7	12	<0.001
7.00	106.5	15.5	137	12.1	<0.001
8.00	116.7	23.5	151	14.4	<0.001
9.00	120.2	26	163.6	11.9	<0.001
10.00	142.8	34.6	174.1	10.3	<0.001
11.00	164.2	53.5	188	12.1	<0.001
12.00	174.7	40.3	201	11.6	<0.001
13.00	173.2	40.6	215	16.6	<0.001
14.00	205.4	49.1	225.3	16.9	<0.001
15.00	196.7	43.2	236.4	14.5	<0.001
16.00	195.9	43	251.9	16.4	<0.001
17.00	200.3	54.6	262.6	12.6	<0.001
18.00	228.3	65.1	271.2	11.1	<0.001

Tabla 16. Tabla comparativa del volumen renal total por grupo de edad en población mexicana y la población de Hong Kong.

DISCUSIÓN

Existen pocos informes en el mundo que hayan estudiado la relación entre el volumen y longitud renal con el tamaño corporal los cuales han sido publicados en países como Alemania, Australia, Polonia, España, Hong Kong, Corea, Turquía, Noruega. En México no se cuenta con ningún estudio similar, a nuestro conocimiento, este estudio es uno de los más grandes que evalúa la relación entre la función renal con talla, edad y superficie corporal. El ultrasonido es una herramienta de imagen importante en la valoración del riñón pediátrico ya que una parte de la valoración integral renal es establecer los rangos de tamaño renal normal. El tamaño renal puede ser establecido con base a la longitud renal, volumen renal y volumen renal ajustado a superficie corporal acorde a las características somatométricas y demográficas de la población estudiada. En el presente estudio analizamos la longitud renal - talla, longitud renal – edad, volumen renal, y volumen renal ajustado a superficie corporal y provee tablas de normalidad desarrolladas a partir de una población multi-étnica. ^{5, 8, 17, 23, 26}

El tamaño renal puede ser influenciado por anomalías congénitas, genética o factores ambientales; la valoración de su morfología y tamaño por ultrasonido brinda información sobre su desarrollo, función y patología existente. El aumento en el tamaño renal puede ser resultado de muchas causas, incluyendo la hipertrofia, duplicación renal, hidronefrosis, pielonefritis aguda, glomerulonefritis aguda, síndrome hemolítico urémico, entre otras; una reducción en el tamaño renal se asocia a disminución en el número de nefronas. El volumen renal ajustado a superficie corporal mostró una mejor correlación que la longitud renal asociada a talla y edad. Un artículo publicado en la revista SCIENTIFICA en el año 2012, el cual aplicó la misma metodología que nuestro equipo de trabajo, afirma que el volumen renal es un mejor predictor del filtrado glomerular que la longitud renal y que por lo tanto es un mejor predictor para predecir el rango de filtrado glomerular. ²⁶

Por razones prácticas, con respecto a las dificultades inherentes para investigar a los niños pequeños, se recomienda considerar un rango normal de 10 a 90% de la distribución de volumen renal ajustado a la superficie corporal.

Nuestro estudio apoya que los parámetros de volumen renal ajustado a superficie corporal tienen mayores ventajas sobre los parámetros ya existentes:

En primer lugar, al combinar las características antropométricas crea una forma fácil de recordar que un volumen renal entre 41.4 ml /m² a 70.6 ml/m² para riñón derecho, y 45.2 ml/m² a 73.8 ml/m² para el riñón izquierdo es normal independientemente de la edad, sexo y talla.

En segundo lugar, un volumen renal relativo mayor al 55% del volumen renal total, menor del 45% o una diferencia entre ambos riñones mayor al 20%, debería despertar la sospecha de afección unilateral.

En tercer lugar, cada niño puede tener un seguimiento de acuerdo al percentil individual, que describe el pronóstico individual del desarrollo y de esta forma trastornos como hinchazón o retraso del crecimiento, que a menudo se manifiestan de manera temprana en la enfermedad renal crónica, se pueden desenmascarar fácilmente.

Todo esto promete una verdadera ventaja para los niños con enfermedad renal mediante la detección precoz de cambios progresivos en el volumen renal. Por lo tanto, recomendamos los cálculos de volumen renal ajustado a superficie corporal y la observación de los volúmenes renales relativos para todos los exámenes ecográficos renales en niños y adolescentes.²⁶

Las tablas presentadas de nuestro estudio corroboran la influencia de factores demográficos y morfométricos en el tamaño renal. Por ejemplo, al comparar la tabla 3, con la tabla 13, observamos que el volumen correspondiente a los percentiles 10 y 90 de la población alemana es mayor con respecto al volumen renal de nuestra población de estudio, existiendo una diferencia aproximada de 3 ml/m² para el percentil 10 y de aproximadamente 11 ml/m² para el percentil 90.

En los gráficos comparativos entre la población mexicana y australiana, llama la atención una diferencia significativa entre la longitud renal de ambos países, todos los percentiles de la población mexicana mantienen su trayecto por debajo de la población australiana, siendo más notorio en los percentiles 95. Se realizó otro análisis comparativo entre el volumen renal total calculado por fórmula elipsoide de nuestro grupo poblacional con un grupo estudiado en Hong Kong, en donde se identifica una diferencia significativa del volumen renal total con respecto al grupo contrario. Se calculó el valor de P, el cual fue <0.001 en todos los grupos de edad y se graficaron percentiles de ambas poblaciones, observando que el percentil 50 de la población mexicana es lineal e inferior al percentil 5 de la población de Hong Kong en todos los grupos de edad; el percentil 95 de la población mexicana es lineal e igual al percentil 50 de la población de Hong Kong sólo en los grupos de edad de 0 a 3 años, en los siguientes grupos de 4 a 9 años tiene un comportamiento equitativo al percentil 5 de la población de Hong Kong; únicamente supera el percentil 95 de Hong Kong en los grupos de edad de 10 a 14 años, para luego descender y mantenerse lineal al percentil 5 en los grupos de edad restantes.

Existen algunas limitaciones en nuestro estudio, como la variable interobservador en la realización de los ultrasonidos. La diferencia en las técnicas, como el posicionamiento del paciente y la ubicación del cursor pueden afectar la reproducibilidad de las medidas de longitud renal. Por lo tanto, futuros estudios prospectivos que evalúen intra e interobservador los acuerdos son necesarios.

CONCLUSIÓN

En este estudio se crearon y analizaron tablas de normalidad para longitud renal respecto a talla edad y superficie corporal, en una región de alta prevalencia e incidencia de enfermedad renal crónica, sustentado en que el tamaño renal tiene relación con el número de nefronas tasa de filtrado glomerular. El volumen renal ajustado a superficie corporal fue el parámetro más fiable, ahora se cuenta con una forma fácil y práctica de recordar que un volumen renal entre 41.4 a 70.6 ml/m² para riñón derecho y 45.2 a 73.8 ml/m² para el riñón izquierdo es normal independientemente de la edad, sexo y talla. Es de especial interés las diferencias significativas de tamaño renal que existen entre nuestro grupo de población, con respecto a los estudios realizados en Australia, Alemania y Hong Kong, dada la alta incidencia de ERC en el estado de Aguascalientes, así como las diferencias antropométricas entre cada estado de la república mexicana, surge la pregunta de si estos resultados serían similares al resto de la población del país, por lo que sería de mucha utilidad que se realicen estudios similares en los demás estados de la república mexicana para así comparar nuestros resultados ver si corresponde.

Se deben continuar los esfuerzos para la detección oportuna de la ERC y con la búsqueda de factores ambientales y genéticos que pudieran estar relacionados.

GLOSARIO

Aferente: término usado en anatomía y fisiología para designar aquellas vías y estructuras que intervienen con la función de llevar Información sensitiva hacia los centros superiores, y que provienen del ambiente o periferia.

Astenia: Síntoma o signo clínico manifestado como debilidad, cansancio, fatiga; carencia o pérdida de fuerza y energía.

Diabetes Mellitus: Se caracteriza por la presencia de niveles de glucemia altos debida a una producción insuficiente de insulina o resistencia a esta.

Glomérulo: Racimo pequeño y redondo de vasos sanguíneos en el interior de los riñones. Filtra la sangre para reabsorber materiales útiles y extrae los desperdicios en forma de orina

Glucemia: Presencia de glucosa en sangre

Hemodiálisis: Técnica de depuración sanguínea extrarrenal con circulación extracorpórea.

Hipoplasia: Desarrollo insuficiente de un tejido u órgano, en general es congénito.

Incidencia: Número de casos nuevos de una enfermedad en una población determinada y en un periodo determinado.

Inervación: Distribución o disposición de los nervios en un órgano o una parte del cuerpo.

Morbilidad: Proporción de personas que enferman en un sitio y tiempo determinado.

Mortalidad: Tasa de muertes producidas en una población durante un tiempo dado en general o por una causa determinada.

Nicturia: Emisión de orina durante la noche, es un signo clínico importante cuando obliga a levantarse varias veces en la noche.

Oligonefronia: Disminución del número de nefronas en el riñón.

Poliuria: Secreción y excreción de gran cantidad de orina.

Percentil: Valor que divide un conjunto ordenado de datos estadísticos de forma que un porcentaje de tales datos sea inferior a dicho valor. Así un individuo en el percentil 80 está por encima del 80% del grupo al que pertenece.

Prevalencia: En el campo de la medicina, una medida del número total de personas en un grupo específico que tienen (o tuvieron) cierta enfermedad, afección o factor de riesgo (como el tabaquismo o la obesidad) en un momento específico o durante un periodo determinado.

Proteinuria: Presencia de proteína en orina en cantidad anormal.

Retroperitoneo Área en la parte posterior del abdomen detrás del peritoneo (el tejido que reviste la pared abdominal y cubre la mayoría de los órganos del abdomen).

REFERENCIAS

1. 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.
2. Coombs, P. R., Lavender, I., Leung, M. Y. Z., Woods, J. C., Paul, E., Webb, N. & Ditchfield, M. Normal sonographic renal length measurements in an Australian pediatric population. *Pediatric Radiology*. 2019;49(13), 1754-1761.
3. 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):325-329.
4. Oh, M. S., Hwang, G., Han, S., Kang, H. S., Kim, S. H., Kim, Y. D., Kang, K. S., Shin, K. S., Lee, M. S., Choi, G. M. & Han, K. H. Sonographic Growth Charts for Kidney Length in Normal Korean Children: a Prospective Observational Study. *Journal of Korean Medical Science*, 2016;31(7).
5. Langman, J., Sadler, T. W., & Lorenzo, I. *Langman: Embriología médica*. Panamericana. Buenos Aires, 2019.
6. Tortora, G. J. & Derrickson, B. *Principios de Anatomía y Fisiología* 13° Edición, capítulo 26.; Editorial Médica Panamericana, S.A. de C.V. 2022; 1065-1109.
7. Inker LA, Astor BC, Fox CH, Isakova T, Lash JP, Peralta CA, Kurella Tamura M, Feldman HI. KDOQI US commentary on the 2012 KDIGO clinical practice guideline for the evaluation and management of CKD. *Am J Kidney Dis*. 2014; 63(5):713-35. <http://kdigo.org>
8. KDIGO 2012 Clinical Practice Guideline for the Evaluation and Management of Chronic Kidney Disease. <http://kdigo.org>
9. Annual Data Report. (s. f.). USRDS; 2019. <https://usrds-adr.niddk.nih.gov/2022>
10. Restrepo-Valencia César Augusto, Henao Velázquez Carlos Mario. *Enfermedad renal crónica*. 2014 Universidad Pontificia Bolivariana
11. 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. 2017; 69(5):626-636.
12. Gûnter, Schmidt. MD. *Ecografía, de la Imagen al Diagnóstico*. Editorial Medica Panamericana, Madrid, 2008. Pag 262-263.
13. O'Neill, MD. *Ecografía Renal*. Edición en español de Atlas of Renal Ultrasonography. Editorial Marban, Madrid 2001, Pag 42-44.
14. Allan, Paul, Dubbins, Myron A., Pozniak. *Ecografía Doppler Clínica*. Editorial Elsevier, Barcelona, España, 2008. Capítulo 8.
15. 16. 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 (4):797–801
16. Miranda, Nancy; Rodríguez, Agustín; Montaña, Eduardo; Flores, D. Biopsia renal guiada por ultrasonido; experiencia retrospectiva de una serie de casos. *Rev Hosp Jua Mex*, 2018; 85(1), 9-14.
17. Srivastava, T. & Warady, B. A. Overview of the management of chronic kidney disease in children. *UpToDate*, 2021; 15(26): 1-26.
18. 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.
19. Manuel Gorosditi, Rafael Santamaría, Roberto Alcáza, Gema Fernández Fresnedo, Josep M. Galcerá, Marián Goicoechea, Anna Oliveras. Documento de la Sociedad Española de Nefrología

- sobre las guías KDIGO para la evaluación y el tratamiento de la enfermedad renal crónica. 2014; 34(3) 273-424.
20. 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.
 21. 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. 2017; 69(5):626-636.
 22. Kim, J. Length and Volume of Morphologically Normal Kidneys in Korean Children: Ultrasound Measurement and Estimation Using Body Size. 2013. 14 (4) 677-682.
 23. Scholbach, Th., & Weitzel, D. Body-Surface-Area Related Renal Volume: A common Normal Range from Birth to Adulthood. *Scientifica*, 2012; 2012 (4): 1-4.
 24. Oh, M. S., Hwang, G., Han, S., Kang, H. S., Kim, S. H., Kim, Y. D., Kang, K. S., Shin, K. S., Lee, M. S., Choi, G. M. & Han, K. H. Sonographic Growth Charts for Kidney Length in Normal Korean Children: a Prospective Observational Study. *Journal of Korean Medical Science*, 2016;31(7).
 25. Eze, C., Agwu, K., Ezeasor, D., Agwuna, K., Aronu, A. & Mba, E. Sonographic Biometry of Normal Kidney Dimensions among School-age Children in Nsukka, Southeast Nigeria. *West Indian Medical Journal*. 2014; 63(1).
 26. Coombs, P. R., Lavender, I., Leung, M. Y. Z., Woods, J. C., Paul, E., Webb, N. & Ditchfield, M. Normal sonographic renal length measurements in an Australian pediatric population. *Pediatric Radiology*. 2019;49(13), 1754-1761.
 27. Arreola-Guerra JM, Gutiérrez-Peña CM, Zúñiga L, Ovalle-Robles I, García-Díaz AI, Macías-Guzmán MJ, Delgado A, Macías D, Prado C, Vega A, Delgadillo Castañeda R, Marín R, Martínez Guevara M, Piza Jiménez MA. Enfermedad Renal Crónica en Aguascalientes. Revisión anual 2019. Secretaría de Salud del Estado de Aguascalientes. <http://www.issea.gob.mx>
 28. 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. 2017; 69(5):626-636.
 29. 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.
 30. Board, C. 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.
 31. Almaguer, M., Herrera, R. & Orantes, C. M. Chronic Kidney Disease of Unknown Etiology in Agricultural Communities. *MEDICC Review*, 2014; 16(2), 9-15.
 32. Leung, V. Y. F., Chu, W. C. W., Yeung, C. K., Sreedhar, B., Liu, J. X., Wong, E. M. C. & Metreweli, C. Nomograms of total renal volume, urinary bladder volume and bladder wall thickness index in 3,376 children with a normal urinary tract. *Pediatric Radiology*, 2006; 37(2), 181-188.

ANEXOS

Anexo A. Formato electrónico de recolección de datos.

	E	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB		
	Nombre	MUNICIPIO	SEXO	Edad	Especi- dad	Especi- dad	Long D	AP D	Traa D	Vol D	Long I	AP I	Traa I	Vol I	Peso	Percentil	Z score	Talla	Percentil	Z score	IMC	Percentil	Z score	Specific in category (Epi- Bair)	Value in category (VRDSC)	Value in category (VRISG)	Value in category (VTS)		
1																													
2																													
3																													
4																													
5																													
6																													
7																													
8																													
9																													
10																													
11																													
12																													
13																													
14																													
15																													
16																													
17																													
18																													
19																													
20																													
21																													
22																													
23																													
24																													
25																													
26																													
27																													
28																													
29																													
30																													
31																													
32																													
33																													
34																													
35																													
36																													

Anexo B. Carta de consentimiento informado del padre o tutor legal.

Yo, _____ declaro que es mi decisión que mi hijo (a) _____ participe en el estudio. La participación es voluntaria. He sido informado que puedo negarme a participar o terminar la 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 con *Dra. Mónica Linneth Alcalde Ortiz* Tel. 81 1212 6784. Si tengo preguntas sobre mis 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. Jaime Asael López Valdez, teléfono: 449 904 6720 ext. 8846). 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

Nombre del padre o tutor legal

Firma del representante legal

Nombre del Investigador
que explicó el documento

Firma del Investigador

Nombre del Testigo 1

Firma del Testigo 1

Fecha

Relación con el participante:

Dirección: _____

Nombre del Testigo 2

Firma del Testigo 2

Fecha

Relación con el participante:

Dirección: _____

Lugar y Fecha: _____

Anexo C. Ultrasonido portátil marca SonoScape modelo E2V, tansductor convexo modelo 3C-A.

