



**CHMH**  
CENTENARIO HOSPITAL  
MIGUEL HIDALGO

**CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO**

**CENTRO DE CIENCIAS DE LA SALUD**

**T E S I S**

**“DETERMINACION DE PERCENTILES DE VOLUMEN RENAL POR ULTRASONIDO EN  
POBLACIÓN NEONATAL DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES”**

**PRESENTA:**

**DR. JUAN FERNANDO HERNÁNDEZ ROCHA**

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

**ASESORES:**

**DR. SALOMON ISRAEL GONZALEZ DOMINGUEZ**

**DRA. ANA LAURA GONZALEZ LOPEZ**

**DR. JOSE MANUEL ARREOLA**

**AGUASCALIENTES, AGS MARZO DEL 2024**



**AUTORIZACIONES:**

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

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

**Dra. Elizabeth Ramírez-Sandoval**  
Jefa del Departamento de Auxiliares Diagnósticos

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

**Dr. Ana Laura González López**  
Médico Adscrito del Posgrado de Imagenología Diagnóstica y Terapéutica  
Asesor de Tesis.

**Dr. Salomón Israel González Domínguez**  
Médico Adscrito del Posgrado de Imagenología Diagnóstica y Terapéutica  
Asesor de Tesis.

## COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN COMITÉ DE INVESTIGACIÓN

CEI-CI/133/23

Aguascalientes, Ags., a 27 de Noviembre de 2023

**DR. JUAN FERNANDO HERNÁNDEZ ROCHA**  
INVESTIGADOR PRINCIPAL

En cumplimiento con las Buenas Prácticas Clínicas y la Legislación Mexicana vigente en materia de investigación clínica, el Comité de Ética en Investigación y el Comité de Investigación del Centenario Hospital Miguel Hidalgo, en su Sesión del día 16 de Noviembre del presente año, sometió a revisión el protocolo con número de registro **2023-R-59** y decidió Aprobar el proyecto de investigación para llevar a cabo en este Hospital, titulado:

### “DETERMINACION DE PERCENTILES DE VOLUMEN RENAL POR ULTRASONIDO EN POBLACION NEONATAL DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES”

Sin otro particular, se solicita a los investigadores entregar resumen de resultados obtenidos al finalizar la investigación. En caso de existir modificaciones al proyecto es necesario que sean reportadas al Comité.



ATENTAMENTE

**DR. JAIME ASAEL LOPEZ VALDEZ**  
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN  
VOCAL SECRETARIO DEL COMITÉ DE INVESTIGACIÓN



C.c.p.- DR. FELIPE DE JESUS FLORES PARKMAN S.- JEFE DEL DEPARTAMENTO DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN DEL CHMH.

JALV/cmva\*



449 9 94 67 20

www.issea.gob.mx

Av Manuel Gómez Morin S/N  
Frac. Alameda, C.P 20259





Fecha 24 de noviembre de 2023

**DR. FELIPE DE JESÚS FLORES PARKMAN SEVILLA**  
Jefe del Departamento de Enseñanza e Investigación CHMH

**PRESENTE**

En respuesta a la petición hecha al médico residente *Juan Fernando Hernández Rocha*, relacionado a presentar una carta de aceptación de su trabajo de tesis titulado:

**"DETERMINACIÓN DE PERCENTILES DE VOLUMEN RENAL POR ULTRASONIDO EN LA POBLACIÓN NEONATAL 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. 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, UAA  
c.c.p.- Archivo



Fecha 24 de noviembre de 2023

**DR. FELIPE DE JESÚS FLORES PARKMAN SEVILLA**  
Jefe del Departamento de Enseñanza e Investigación CHMH

**PRESENTE**

En respuesta a la petición hecha al médico residente *Juan Fernando Hernández Rocha*, relacionado a presentar una carta de aceptación de su trabajo de tesis titulado:

**“DETERMINACIÓN DE PERCENTILES DE VOLUMEN RENAL POR ULTRASONIDO EN LA POBLACIÓN NEONATAL DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES”**

Me permito informarle que, una vez leído y corregido el documento, considero que llenan 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 'Ana Laura González López', written over a circular stamp.

**DRA. ANA LAURA GONZÁLEZ LÓPEZ**  
**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, UAA  
c.c.p.- Archivo



Fecha 24 de noviembre de 2023

**DR. FELIPE DE JESÚS FLORES PARKMAN SEVILLA**  
Jefe del Departamento de Enseñanza e Investigación CHMH

**PRESENTE**

En respuesta a la petición hecha al médico residente *Juan Fernando Hernández Rocha*, relacionado a presentar una carta de aceptación de su trabajo de tesis titulado:

**“DETERMINACIÓN DE PERCENTILES DE VOLUMEN RENAL POR ULTRASONIDO EN LA POBLACIÓN NEONATAL DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES”**

Me permito informarle que, una vez leído y corregido el documento, considero que llenan 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. ISRAEL SALOMÓN GONZÁLEZ DOMÍNGUEZ**  
**ASESOR DE TESIS**  
**CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO**

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large, stylized 'I' and 'S' followed by a horizontal line, all enclosed within a circular scribble.

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



**Aguascalientes**  
Gente de trabajo y soluciones  
*El punto de México*



**CARTA DE VOTO APROBATORIO  
INDIVIDUAL**

**DR. EN FARMACOLOGÍA SERGIO RAMÍREZ GONZALEZ  
DECANO (A) DEL CENTRO DE CIENCIAS DE LA SALUD**

**PRESENTE**

Por medio del presente como **ASESOR** designado del estudiante **JUAN FERNANDO HERNÁNDEZ ROCHA** con ID 311009 quien realizó la tesis titulada: **DETERMINACIÓN DE PERCENTILES DE VOLUMEN RENAL POR ULTRASONIDO EN LA POBLACIÓN NEONATAL DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES**, un trabajo propio, innovador, relevante e inédito y con fundamento en el Artículo 175, Apartado II del Reglamento General de Docencia doy mi consentimiento de que la versión final del documento ha sido revisada y las correcciones se han incorporado apropiadamente, por lo que me permito emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que él 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 24 de noviembre de 2023.**

**Dr. José Manuel Arreola Guerra**  
**Asesor de tesis**

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

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

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



**Aguascalientes**  
Gente de trabajo y soluciones  
*El gigante de México*  
MILITARIO 2011, ESTRENO 2012-2017



**CARTA DE VOTO APROBATORIO  
INDIVIDUAL**

**DR. EN FARMACOLOGÍA SERGIO RAMÍREZ GONZALEZ  
DECANO (A) DEL CENTRO DE CIENCIAS DE LA SALUD**

**PRESENTE**

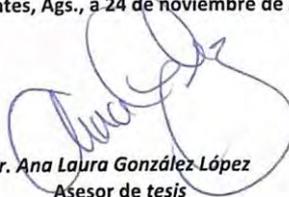
Por medio del presente como **ASESOR** designado del estudiante **JUAN FERNANDO HERNÁNDEZ ROCHA** con ID 311009 quien realizó la tesis titulada: **DETERMINACIÓN DE PERCENTILES DE VOLUMEN RENAL POR ULTRASONIDO EN LA POBLACIÓN NEONATAL DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES**, un trabajo propio, innovador, relevante e inédito y con fundamento en el Artículo 175, Apartado II del Reglamento General de Docencia doy mi consentimiento de que la versión final del documento ha sido revisada y las correcciones se han incorporado apropiadamente, por lo que me permito emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que él 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 24 de noviembre de 2023.**



**Dr. Ana Laura González López**  
Asesor de tesis

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

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

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



**Aguascalientes**  
Centro de trabajo y soluciones  
*El gigante de México*  
CONSEJO DEL ESTADO 2017-2021



**CARTA DE VOTO APROBATORIO  
INDIVIDUAL**

**DR. EN FARMACOLOGÍA SERGIO RAMÍREZ GONZALEZ  
DECANO (A) DEL CENTRO DE CIENCIAS DE LA SALUD**

**PRESENTE**

Por medio del presente como **ASESOR** designado del estudiante **JUAN FERNANDO HERNÁNDEZ ROCHA** con ID 311009 quien realizó la tesis titulada: **DETERMINACIÓN DE PERCENTILES DE VOLUMEN RENAL POR ULTRASONIDO EN LA POBLACIÓN NEONATAL DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES**, un trabajo propio, innovador, relevante e inédito y con fundamento en el Artículo 175, Apartado II del Reglamento General de Docencia doy mi consentimiento de que la versión final del documento ha sido revisada y las correcciones se han incorporado apropiadamente, por lo que me permito emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que él 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 24 de noviembre de 2023.**

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

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

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

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



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



Fecha de dictaminación dd/mm/aa: 30/01/24

**NOMBRE:** HERNANDEZ ROCHA JUAN FERNANDO **ID** 311009  
**ESPECIALIDAD** IMAGENOLÓGICA DIAGNÓSTICA Y TERAPÉUTICA **LGAC (del** **EVALUACIÓN POR IMAGEN DE ENFERMEDADES NEUROVASCULARES,**  
**posgrado):** **CRÓNICO DEGENERATIVAS, TRAUMÁTICAS, QUIRÚRGICAS E**  
**INFECCIOSAS**

**TIPO DE TRABAJO:**  Tesis  Trabajo práctico

**TÍTULO:** DETERMINACIÓN DE PERCENTILES DE VOLUMEN RENAL POR ULTRASONIDO EN POBLACIÓN NEONATAL DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES

**IMPACTO SOCIAL (señalar el impacto logrado):** DETECCIÓN TEMPRANA DE PROBLEMAS RENALES

**INDICAR SI/NO SEGÚN CORRESPONDA:**

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

- El trabajo es congruente con las LGAC de la especialidad médica
- La problemática fue abordada desde un enfoque multidisciplinario
- Existe coherencia, continuidad y orden lógico del tema central con cada apartado
- Los resultados del trabajo dan respuesta a las preguntas de investigación o a la problemática que aborda
- Los resultados presentados en el trabajo son de gran relevancia científica, tecnológica o profesional según el área
- El trabajo demuestra más de una aportación original al conocimiento de su área
- Las aportaciones responden a los problemas prioritarios del país
- Generó transferencia del conocimiento o tecnológica
- Cumple con la ética para la investigación (reporte de la herramienta antiplagio)

*El egresado cumple con lo siguiente:*

- Cumple con lo señalado por el Reglamento General de Docencia
- Cumple con los requisitos señalados en el plan de estudios (créditos curriculares, optativos, actividades complementarias, estancia, etc)
- Cuenta con los votos aprobatorios del comité tutelar, en caso de los posgrados profesionales si tiene solo tutor podrá liberar solo el tutor
- Cuenta con la aprobación del (a) Jefe de Enseñanza y/o Hospital
- Coincide con el título y objetivo registrado
- Tiene el CVU del Conacyt actualizado
- NA 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

Si   
 No

**FIRMAS**

**Revisó:**  
**NOMBRE Y FIRMA DEL SECRETARIO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO:**

MCB.E SILVIA PATRICIA GONZÁLEZ FLORES

**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. 105C del Reglamento General de Docencia que a la letra señala entre las funciones del Consejo Académico: ... Cuidar la eficiencia institucional del programa de posgrado y el Art. 105F las funciones del Secretario Técnico, llevar el seguimiento de los alumnos.

## AGRADECIMIENTOS

La especialidad fue el anhelo profesional más grande que desee y este esfuerzo no fue solo mío, fue de mi esposa padres, hermanos y tía quienes cada momento creyeron en mí y de quienes siempre tuve palabras de aliento sin esta maravillosa familia no lo hubiera logrado, gracias por ser mis escalones para siempre subir y ser mi inspiración emocional.

Los médicos radiólogos del CHMH, quienes siempre aportaron en mi un tiempo para una retroalimentación y cada vez fortalecer mi formación, agradezco en especial al Dr. Israel y la Dra. Ana por siempre ser mi inspiración profesional y que siempre tuvieron un voto de confianza en mí.

Al personal técnico parte fundamental del servicio, les agradezco por enseñarme parte de su trabajo y estar disponibles siempre que ocupaba de ustedes y aún más por su gran amistad y a los eventuales que a pesar de la carga de trabajo siempre estaban dando lo mejor de ustedes, de corazón espero su anhelo (base) les llegue pronto.

El personal de enfermería del servicio de imagen, que son el cuidado y el acompañamiento del paciente, gracias por ser las personas amorosas y siempre estar al pendiente de todo.

El personal administrativo del servicio de imagen, la cara y presentación del servicio, gracias siempre verme con gusto y tener una sonrisa hacia mí.

Por último, mi dedicatoria más importante a este gran proceso en mi vida y a este trabajo es para Santiago mi hijo, que tuvo que soportarme noches, días y semanas de ausencia, enfermedades y eventos importantes; hijo solo quiero guiarte por el mejor camino y que sepas que te amo.

## ÍNDICE GENERAL

Resumen .....	7
Abstrac.....	9
Introducción .....	11
CAPITULO I MARCO TEORICO .....	12
Desarrollo embriológico del sistema urinario .....	12
Anatomía renal.....	13
La Enfermedad renal crónica .....	16
Epidemiología .....	18
Diagnostico .....	25
Evaluación renal por métodos de imagen.....	27
Biopsia renal .....	30
La Enfermedad Renal Crónica en niños .....	30
Epidemiología .....	31
Características clínicas con las que cursan los niños con ERC: .....	34
Diagnóstico y estadificación.....	34
Seguimiento y progresión de la ERC.....	36
ERC asintomática temprana: Etapas G1 y G2:.....	36
ERC de leve a moderada: Etapas G3a y G3b: .....	37
ERC grave e insuficiencia renal etapas G4 y G5:.....	37
Enfermedad Renal Crónica en México .....	37
Impacto de la Enfermedad Renal Crónica en el estado de Aguascalientes .....	39
La Enfermedad Renal Crónica de causa desconocida .....	44
Mecanismos de progresión.....	45
Medición renal prenatal y postnatal .....	46
Capitulo II Metodología.....	61
Justificación.....	61
Magnitud e impacto.....	61
Aplicabilidad .....	62
Factibilidad .....	62
Propósito del estudio.....	63
Pregunta de tesis .....	63

Hipótesis nula.....	63
Hipótesis alterna .....	63
Planteamiento del problema .....	63
Objetivo general .....	64
Objetivo específico .....	64
Tipo de estudio.....	64
Población en estudio.....	64
Criterios de selección (inclusión) .....	64
Criterios de selección (exclusión) .....	64
Descripción y operación de las variables.....	65
Análisis estadístico.....	65
Tipo de muestreo .....	65
Capítulo III.....	66
Material y métodos.....	66
Características particulares del lugar y población de estudio .....	66
Evaluación por imagen.....	66
Consideraciones éticas .....	66
Recursos para el estudio .....	66
Recursos humanos: .....	66
Recursos materiales .....	67
Recursos financieros.....	67
Capítulo IV .....	68
Resultados .....	68
Discusión .....	72
Conclusión .....	86
Glosario .....	87
Referencias.....	88
ANEXOS.....	91

**INDICE DE TABLAS**

Tabla 1. Estatificación de enfermedad renal crónica en niños basado en las guías de práctica clínica KDIGO 2012. ....	35
Tabla 2. Exámenes de laboratorio y frecuencia de monitorización para ERC en niños .....	36
Tabla 3. Longitud renal fetal por semana de gestación en percentiles .....	49
Tabla 4. Longitud de riñón derecho en recién nacido por semanas de gestación calculada por Capurro en percentiles de nuestro estudio.....	49
Tabla 5. Longitud de riñón izquierdo en recién nacido por semanas de gestación calculada por Capurro en percentiles de nuestro estudio.....	50
Tabla 6. Volumen renal fetal por semana de gestación en percentiles .....	52
Tabla 7. Percentiles de longitud de riñón derecho .....	59
Tabla 8. Percentiles de longitud de riñón izquierdo.....	59
Tabla 9. Percentiles de volumen renal total ajustado a superficie corporal de nuestro estudio. 60	
Tabla 10. Percentiles de longitud de riñón derecho de nuestro estudio .....	69
Tabla 11. Longitud de riñón izquierdo por sexo de nuestro estudio .....	69
Tabla 12. Percentiles de volumen renal individualizados .....	71
Tabla 13. Longitud renal fetal por semana de gestación en percentiles.....	72
Tabla 14. Percentiles de longitud de riñón derecho por semanas de gestación calculada por Capurro de nuestro estudio .....	73
Tabla 15. Percentiles de longitud de riñón izquierdo por semanas de gestación calculada por Capurro de nuestro estudio .....	74
Tabla 16. Volumen renal fetal por semana de gestación en percentiles .....	75
Tabla 17. Percentiles longitud de riñón derecho.....	83
Tabla 18. Percentiles longitud de riñón izquierdo .....	84

**INDICE DE GRAFICAS**

Imagen 1. Desarrollo embriológico del aparato urinario. ....13

Imagen 2. ilustración de riñón derecho con sus principales componentes anatómicos .... 14

Imagen 3. Esquema de la anatomía normal de las arterias renales .....15

Imagen 4. Nefrona yuxtamedular e irrigación vascular. .... 16

Imagen 5. incidencia de ESRD en tratamiento sustitutivo por millón de habitantes, por país o región, en el año 2019. .... 19

Imagen 6. Incidencia de ESRD en tratamiento, por país. .... 20

Imagen 7. Cambio anual promedio en la incidencia de ESRD en tratamiento, por país o región. .... 20

Imagen 8. Incidencia de ERT en tratamiento sustitutivo atribuido a diabetes, por país o región. .... 20

Imagen 9. Incidencia de ERT en tratamiento sustitutivo por edad, país o región. Fuente: Base de datos USRDS, 2019 ..... 21

Imagen 10. Porcentaje de distribución de acuerdo a la modalidad de tratamiento de ESRD. .... 22

Imagen 11. Distribución de modalidad de tratamiento en pacientes con ESRD, por país o región. Fuente: USRDS. .... 23

Imagen 12. Trasplante renal en pacientes con ESRD, por país o región. .... 24

Imagen 13. Porcentaje de Distribución de trasplante renal portipo de donador, región o país. .... 24

Imagen 14. Prevalencia de pacientes con ESRD vivos que han recibido trasplante renal (por millón de población). .... 25

Imagen 15. Fórmulas para calcular la TFG basado en la cr sérica. .... 26

Imagen 16. Fórmulas para estimar la tasa de filtrado glomerular en niños basado en la creatinina sérica. .... 26

Imagen 17. Fórmula para estimar la TFG basado en cistatina C. .... 26

Imagen 18. Relación albúmina creatinina (ACR) mg/g. .... 27

Imagen 19. Cambios renales por ecográfica en pacientes con ERC. .... 28

Imagen 20. (A) Imagen de ultrasonido derecho en corte sagital. (B) Imagen de tomografía computarizada contrastada en plano axial. .... 29

Imagen 21. Prevalencia estimada de ERC y ESRD en niños en todo el mundo. .... 32

Imagen 22. Impacto de las diferentes causas de ERC en niños entre grupos de edad. . 33

Imagen 23. Años de vida perdidos atribuido a ERC. .... 38

Imagen 24. Reporte de ERC en diálisis Pmp ..... 40

Imagen 25. Reporte de ERC en terapia de sustitución el estado por millón de población. ....41

Imagen 26.	reporte de la ERC por grupo etario y sexo en el Estado de Aguascalientes, México. ....	41
Imagen 27.	Reporte etiológico de la ERC en el estado de Aguascalientes .....	42
Imagen 28.	Reporte de etiologías de ERC por edad y sexo en el estado.....	42
Imagen 29.	Reporte de los reportes histopatológicos asi como la distribución de la edad.....	43
Imagen 30.	Diagrama representativo de la medición de la longitud renal fetal por ecografía.....	47
Imagen 31.	Diagrama representativo de la medición del espesor, ancho, circunferencia renal y longitud piélica por ecografía .....	48
Imagen 32.	Gráfica obtenida en nuestro estudio de longitud de riñón derecho en base a edad gestacional.....	50
Imagen 33.	Gráfica obtenida en nuestro estudio de longitud de riñón izquierdo en base a edad gestacional.....	51
Imagen 34.	Gráfica obtenida en nuestro estudio de volúmenes renales en base a edad gestacional .....	52
Imagen 35.	volúmenes prenatales renales derechos.....	53
Imagen 36.	volumen renal derecho de nuestro estudio en base edad gestacional calculada por Capurro. ....	54
Imagen 37.	volúmenes prenatales renales izquierdos .....	55
Imagen 38.	volumen renal izquierdo de nuestro estudio en base edad gestacional calculada por Capurro. ....	55
Imagen 39.	valores normales del tamaño del riñón izquierdo según talla.....	56
Imagen 40.	longitud renal izquierdo de nuestro estudio en base a talla. ....	57
Imagen 41.	valores normales del tamaño del riñón derecho según talla .....	57
Imagen 42.	longitud renal derecho de nuestro estudio en base a talla. ....	58
Imagen 43.	curva de longitud renal derecho de nuestro estudio en base a talla. ....	58
Imagen 44.	curva de longitud renal izquierdo de nuestro estudio en base a talla.....	59
Imagen 45.	curva de volumen renal total ajustado a superficie corporal de nuestro estudio.....	60
Imagen 46.	grupos de edad y sexo de ERC en el estado de Aguascalientes.....	61
Imagen 47.	causas de ERC en el estado de Aguascalientes.....	62
Imagen 48.	Longitud de riñón derecho por sexo de nuestro estudio .....	68
Imagen 49.	Longitud de riñón izquierdo por sexo de nuestro estudio.....	69
Imagen 50.	grafica de longitud promedio de riñón derecho en base a talla .....	70
Imagen 51.	grafica de longitud promedio de riñón izquierdo en base a talla .....	70
Imagen 52.	volumen de ambos riñones de todos los pacientes de nuestro estudio .....	71

Imagen 53.	Gráfica de nuestro estudio de longitud de riñón derecho en base a edad gestacional.....	73
Imagen 54.	Gráfica obtenida en nuestro estudio de longitud de riñón izquierdo en base a edad gestacional.....	74
Imagen 55.	volúmenes renales en base a edad gestacional .....	76
Imagen 56.	volúmenes prenatales renales de lado derecho.....	77
Imagen 57.	gráfica de volumen renal derecho de nuestro estudio en base a edad gestacional calculada por Capurro .....	78
Imagen 58.	volúmenes prenatales renales de lado izquierdo .....	79
Imagen 59.	gráfica de volumen renal izquierdo de nuestro estudio en base a edad gestacional calculada por Capurro .....	79
Imagen 60.	valores normales del tamaño del riñón izquierdo según talla.....	80
Imagen 61.	longitud de riñón izquierdo en base a talla de estudio .....	81
Imagen 62.	valores normales del tamaño del riñón derecho según talla .....	82
Imagen 63.	longitud de riñón derecho en base a talla de nuestro estudio .....	82
Imagen 64.	curva de longitud renal derecho en base a talla de nuestro estudio .....	83
Imagen 65.	curva de longitud renal izquierdo en base a talla de nuestro estudio.....	84

## **Resumen**

### **Introducción**

Existe una prevalencia importante de ERC en Aguascalientes por lo que se quiere valorar estado renal en los recién nacidos.

### **Objetivo**

Determinar los percentiles de los volúmenes renales neonatales normales, esto ajustado a la superficie corporal, obtenidos mediante ecografía en pacientes recién nacidos del estado de Aguascalientes.

### **Metodología**

Se evaluó el volumen renal mediante ultrasonido en 299 pacientes recién nacidos de 4 días de vida extrauterina, que tuvieron un embarazo normo evolutivo, así como madres que se conocían sanas residentes de Aguascalientes. Los registros se realizaron en el hospital de la mujer el estado de Aguascalientes.

Se recabaron datos de los padres como: antecedentes patológicos, edad de embarazo, peso antes de embarazo, peso post a embarazo, complicaciones en el embarazo, agua para beber, agua para cocinar, parentesco esposo, casa cerca de huertos/cultivos, uso de pesticidas, trabajo en el campo durante el embarazo, expuesto a material peligroso, exposición a pesticida, material de ollas/utensilios de cocina. Los datos del producto: sexo, peso, talla, edad gestacional, anomalías al nacimiento, peso al 4to día, talla al 4to día.

### **Resultados**

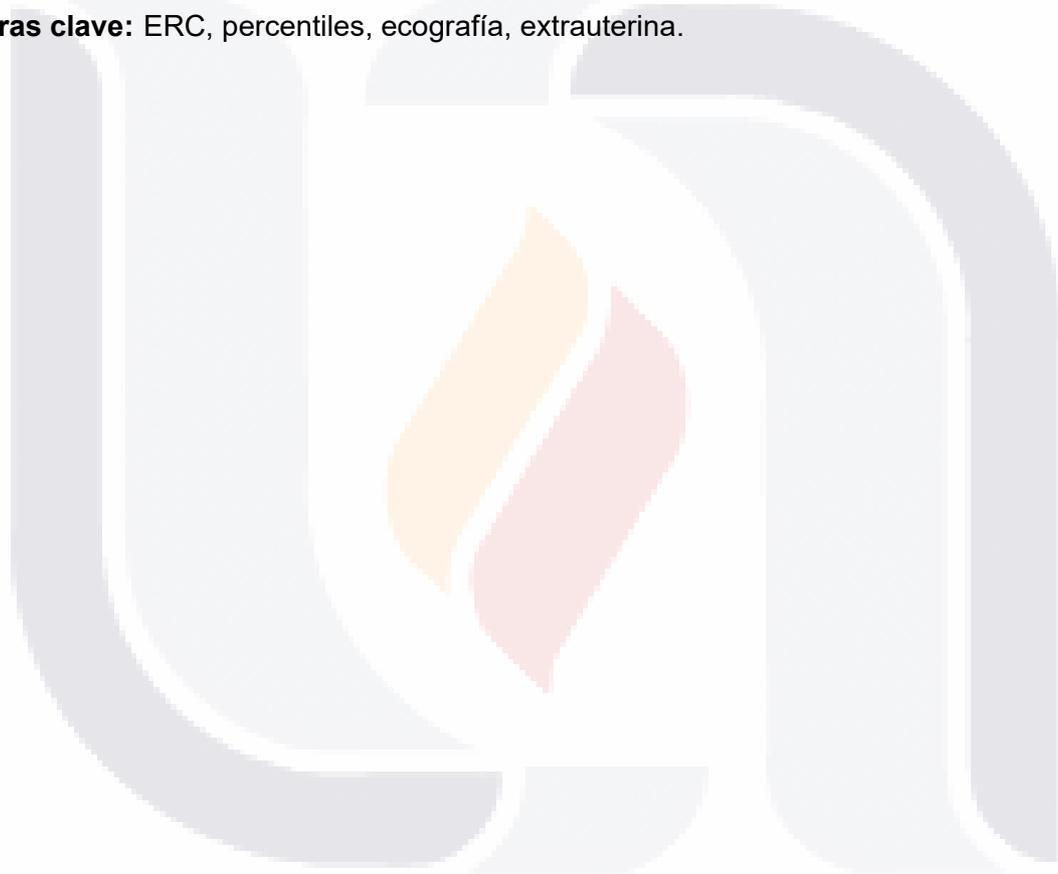
Se encontraron diferencias en longitud y volumen del riñón izquierdo, siendo mayor que los del riñón derecho sin verse influenciado en los sexos, peso, altura y el volumen se ajustó a superficie. El volumen renal del recién nacido, ajustado a superficie corporal tiene mejor predicción de bienestar renal con un rango de normalidad de percentil 10 como límite inferior de la media, a percentil 95 como límite superior de la media, contemplando que percentil 10 es de 79.8 cc y percentil 95 es de 152.8 cc, son la normalidad, así como contemplar volumen

renal por lateralidad de la siguiente manera: para riñón derecho percentil 10 de 39.8 cc a percentil 95 de 82 cc, para riñón izquierdo percentil 10 40.5 a percentil 95 que equivale a 78.4 cc.

### **Conclusión**

Nuestro estudio será una herramienta idónea para la valoración de riñones de los recién nacidos tanto en México sobre todo Aguascalientes y para los países que se consideren semejantes a México en condiciones económicas, demográficas, ambientales y genéticas.

**Palabras clave:** ERC, percentiles, ecografía, extrauterina.



## **Abstrac**

### **Introduction**

There is a significant prevalence of CKD in Aguascalientes, which is why we want to assess renal status in newborns.

### **Objetive**

To determine the percentiles of normal neonatal renal volumes, adjusted to the body surface area, obtained by ultrasound in newborn patients from the state of Aguascalientes.

### **Methodology**

Kidney volume was evaluated by ultrasound in 299 newborn patients of 4 days of extrauterine life, who had a normal pregnancy, as well as mothers who were known to be healthy residents of Aguascalientes. The records were carried out at hospital de la mujer in the state of Aguascalientes.

Data were collected from the parents such as: pathological history, age of pregnancy, weight before pregnancy, weight after pregnancy, complications in pregnancy, water to drink, water to cook, relationship to husband, house near orchards/crops, use of pesticides, field work during pregnancy, exposure to hazardous material, pesticide exposure, pot/cookware material. Product data: sex, weight, height, gestational age, anomalies at birth, weight on the 4th day, height on the 4th day.

### **Results**

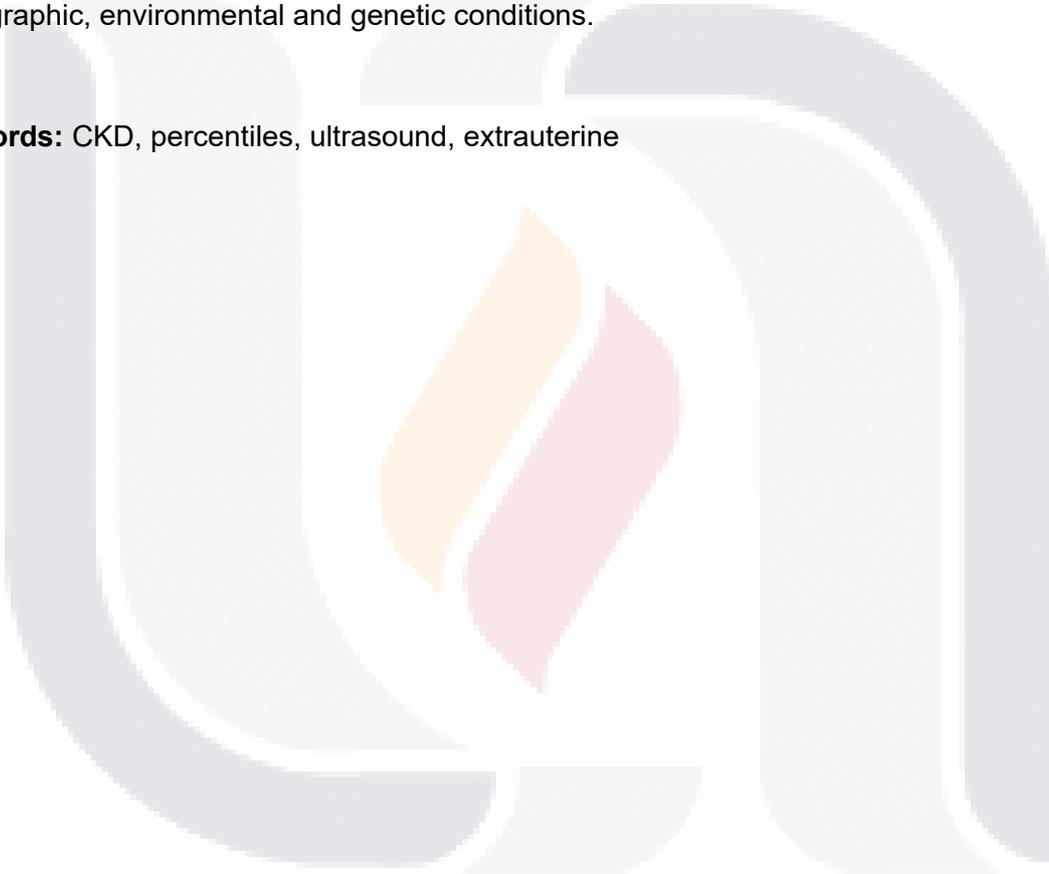
Differences were found in length and volume of the left kidney, being greater than those of the right kidney without being influenced by the sexes, weight, height and the volume was adjusted to surface. The renal volume of the newborn, adjusted to body surface area, has a better prediction of renal well-being with a range of normality from the percentile 10 as the lower limit of the mean, to the percentile 95 as the upper limit of the mean, considering that the percentile

10 is 79.8 cc. and percentile 95 is 152.8 cc, are normal, as well as considering renal volume by laterality as follows: for right kidney percentile 10 of 39.8 cc to percentile 95 of 82 cc, for left kidney percentile 10 40.5 to percentile 95 which is equivalent at 78.4 cc.

### **Conclusion**

Our study will be an ideal tool for the assessment of kidneys in newborns both in Mexico, especially Aguascalientes, and for countries that are considered similar to Mexico in economic, demographic, environmental and genetic conditions.

**Keywords:** CKD, percentiles, ultrasound, extrauterine



## Introducción

La Enfermedad Renal Crónica (ERC) tiene como definición establecida y se refiere a la pérdida progresiva e Irreversible de la capacidad del funcionamiento renal, la etiología es de origen multifactorial siendo las causas principales son las enfermedades metabólicas como Diabetes Mellitus tipo 2 y también las enfermedades cardio-vasculares como la hipertensión arterial no controlada. <sup>1,2</sup>

Otras enfermedades que tienen un papel importante en la génesis son la obesidad y enfermedades del corazón, en la actualidad la Enfermedad Renal Crónica es una de las patologías que representa un gran problema para la salud pública en México debido, al incremento importante en el número de pacientes con enfermedades metabólicas y que ha condicionado gastos excesivos para el sistema de salud. <sup>1,2</sup>

De acuerdo con el INEGI en el año 2021 la enfermedad renal crónica se clasificó en el onceavo lugar en mortalidad en nuestro país y se considera la causa secundaria más importante en los años de vida perdidos en nuestro país y en Latinoamérica. En todo el mundo, existen alrededor de 200 millones de personas con diagnóstico de este padecimiento y el mayor porcentaje se diagnostica cuando la capacidad renal se ha deteriorado hasta en un 70%. Se creó un programa en junio del 2018 por parte de secretaria de salud del estado de Aguascalientes denominado Registro Estatal de Enfermedad Renal Crónica de esta entidad; en el 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 paciente trasplantados, actualmente el estado de Aguascalientes de encuentra en los cinco primeros lugares a nivel mundial, siendo la etiología desconocida en aproximadamente el 53% de los casos y teniendo como principal grupo afectado a jóvenes de entre 20-40 años. <sup>1</sup>

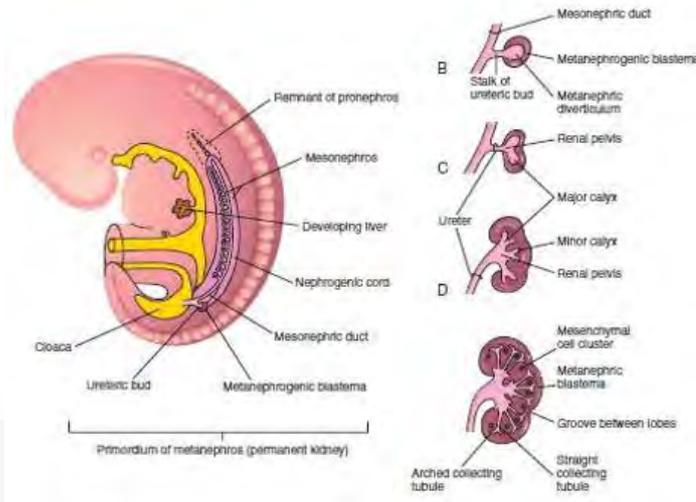
En la población pediátrica, el tamaño renal es un dato importante que se utiliza para la evaluación clínica y evaluación de anomalías renales, incluyendo atrofia, hipoplasia e hipertrofia, por lo que tener una referencia confiable del tamaño renal es importante y el ultrasonido se considera el método de elección para su valoración en esta población, debido a que no se expone a los pacientes a radiación, bajo costo y accesibilidad. <sup>2</sup>

## CAPITULO I MARCO TEORICO

### Desarrollo embriológico del sistema urinario

El aparato urogenital se puede dividir funcionalmente en dos sistemas completamente distintos y son el sistema urinario y el sistema genital, sin embargo, ambos sistemas guardan una íntima relación, ya que provienen de la capa del mesodermo intermedio y al comienzo de la fase del desarrollo, los conductos de los dos sistemas terminan o desembocan en una cavidad común, llamada Cloaca. Durante el proceso de desarrollo embrionario, se forman tres sistemas renales que son el pronefros, el mesonefros y el metanefros. El primero se desarrolla aproximadamente al inicio de la cuarta semana de gestación, y este está formado por 7 a 10 grupos de células 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 mesentérico 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.<sup>3</sup>

El mesonefros degenera aproximadamente al final de la semana 12 de gestación. La porción llamada 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 aproximadamente en la quinta semana de gestación y terminará formando el riñón definitivo. La yema ureteral dará origen al sistema colector (pelvicilla o pelvis renal, los cálices tanto mayores como cálices menores, uréteres y a los túbulos colectores). El blastema metanéfrico generará al sistema excretor o unidad excretora, llamada nefrona (*imagen 1*).<sup>3</sup>



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

### **Anatomía renal**

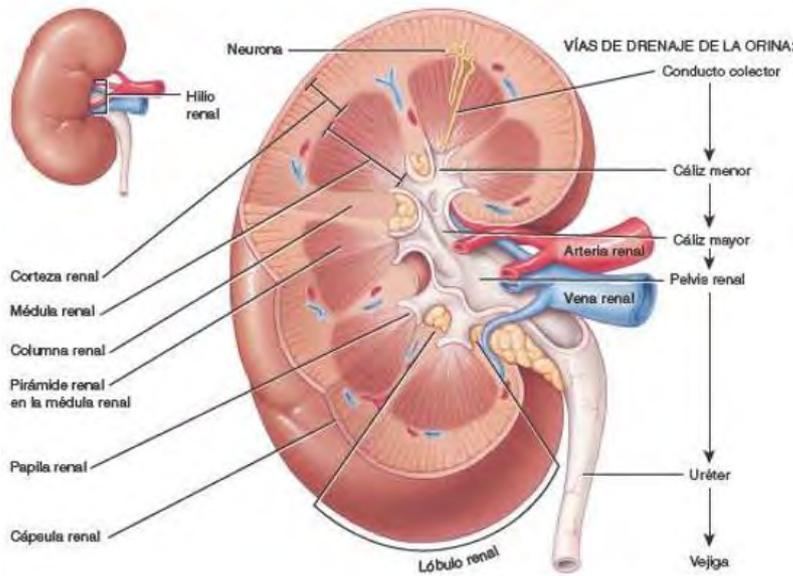
Los riñones son unos órganos pares de localización retroperitoneal, situados a la altura de D12 hasta L3. Habitualmente el riñón derecho tiene una posición más inferior con respecto al izquierdo, ya que es desplazado por el hígado. En un adulto, las dimensiones normales oscilan entre 10 hasta 12 centímetros de longitud y de 5 hasta 7 centímetros de eje lateral y 3 centímetros de grosor. En niños su tamaño varía de acuerdo a sus características antropométricas.<sup>3</sup>

Cada riñón en su topografía está cubierto por tres capas (cápsula renal, cápsula adiposa, fascia de Gerota), las cuales le confieren morfología similar a un “frijol”; en su borde medial es de forma cóncava y en el centro se forma el hilio y a través de ahí surge los vasos sanguíneos hiliares renales y vasos linfáticos.<sup>5, 6</sup>

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

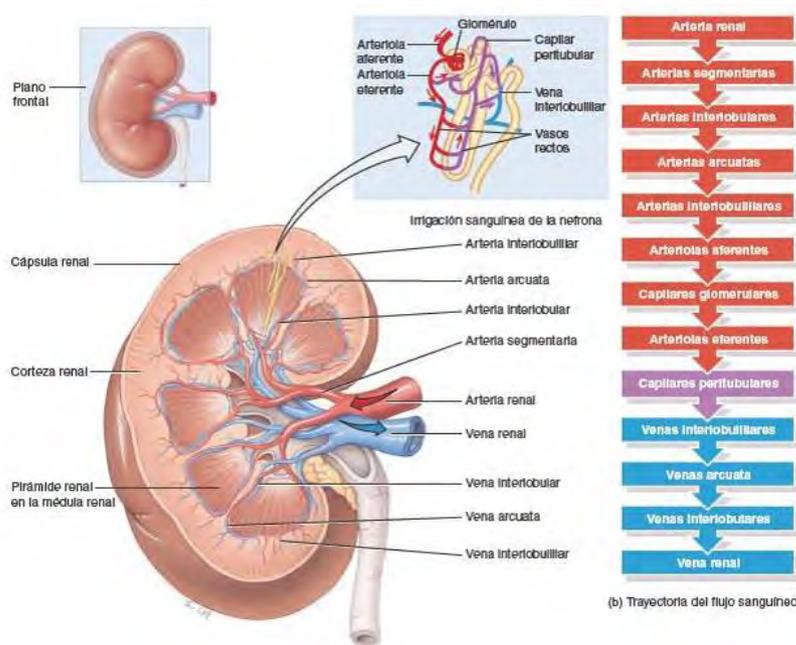
La médula renal (porción intermedia del parénquima renal) está compuesta por pirámides renales, su base tiene dirección hacia la corteza renal (porción más externa del parénquima renal) y su vértice hacia la papila renal, que eventualmente llega o desemboca a los cálices mayores y también a los menores y estos a su vez a la pelvis renal. La corteza renal se prolonga o extiende desde la cápsula hasta las bases de las pirámides renales y los espacios entre las

pirámides y reciben el nombre de columnas de Bertín; se divide en dos zonas las cuales son, la zona cortical o externa y zona yuxtamedular o interna. (imagen 2).<sup>4</sup>



**Imagen 2. ilustración de riñón derecho con sus principales componentes anatómicos**

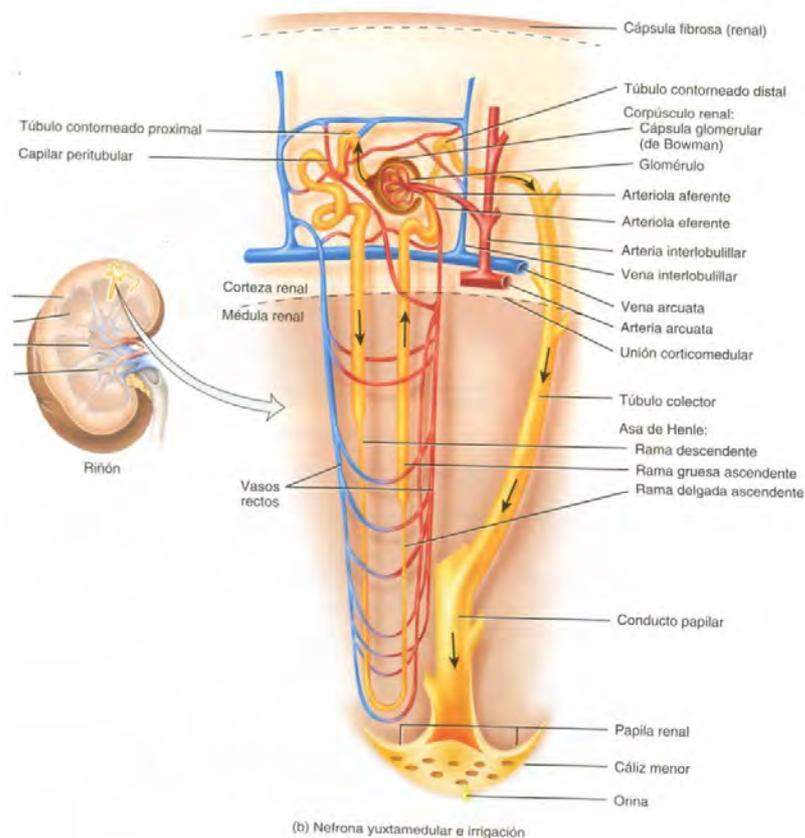
La irrigación arterial se da a través del vaso arterial renal, la cual es una rama directa de la aorta y esta se ramifica en arterias segmentarias, que dan origen a las arterias interlobares y éstas a su vez dan lugar a las arterias arcuatas, continuando con las arterias interlobulillares, arteriolas 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 vasos rectos ascendentes y que drenan hacia las venas interlobulillares, posterior a las arcuatas, luego a las interlobares y finalmente hacia la vena renal. En conjunto los riñones reciben aproximadamente el 20 hasta el 25% del gasto o ciclo cardiaco en estado de reposo, que es aproximadamente 1200 ml de sangre por minuto (imagen 3)<sup>4</sup>



**Imagen 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. <sup>4</sup>

Las unidades funcionales de los riñones son las nefronas y cada una de las nefronas consta de un corpúsculo renal que este consta de un glomérulo y su cápsula de Bowman y un túbulo renal (*imagen 4*). Las nefronas filtras la plasma de la sangre en la cápsula glomerular y luego el líquido filtrado ingresa en el túbulo renal que tiene tres secciones principales: que son el túbulo contorneado proximal, el asa de Henley y el túbulo contorneado distal esto consta cada nefrona. Los túbulos contorneados tienen un final común en un solo túbulo colector, que se une con otros túbulos colectores y convergen en conductos papilares que drenan en los cálices menores estos se unen a los cálices mayores y los cálices mayores finalmente llegan a la pelvis renal para descender hacia la vejiga a través de los uréteres. <sup>4</sup>



**Imagen 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 la filtración de los glomérulos, la reabsorción y secreción tubular de diversas sustancias de desechos para el cuerpo. El filtrado glomerular suele ser cercano a los 125 ml por minuto y se mantiene en un rango muy limítrofe gracias al fenómeno de autorregulación, por lo que los cambios bruscos y graves en la presión arterial sistémica no siempre afectan los glomérulos. <sup>4</sup>

### **La Enfermedad renal crónica**

Se define como la incapacidad progresiva e irreversible de la capacidad funcional renal. Existen criterios bien definidos que permiten diagnosticarlo esta entidad, como son: la tasa del filtrado de los glomérulos (TFG) *menor de 60 ml/min/1.73m<sup>2</sup>* durante un periodo no menor de 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, la cual se define como una disminución o pérdida en la capacidad renal por un periodo  $\geq$  a 48 horas, pero menor a tres meses.<sup>5,6</sup>

La etiología de ERC es de origen multifactorial y las causas principales de la génesis de ERC son enfermedades metabólicas como Diabetes Mellitus tipo 2 (DM2) así como enfermedades cardiovasculares como la Hipertensión Arterial Sistémica (HAS) NO controlada. Otras enfermedades que juegan un papel importante son la obesidad y enfermedades del corazón.<sup>5,6</sup>

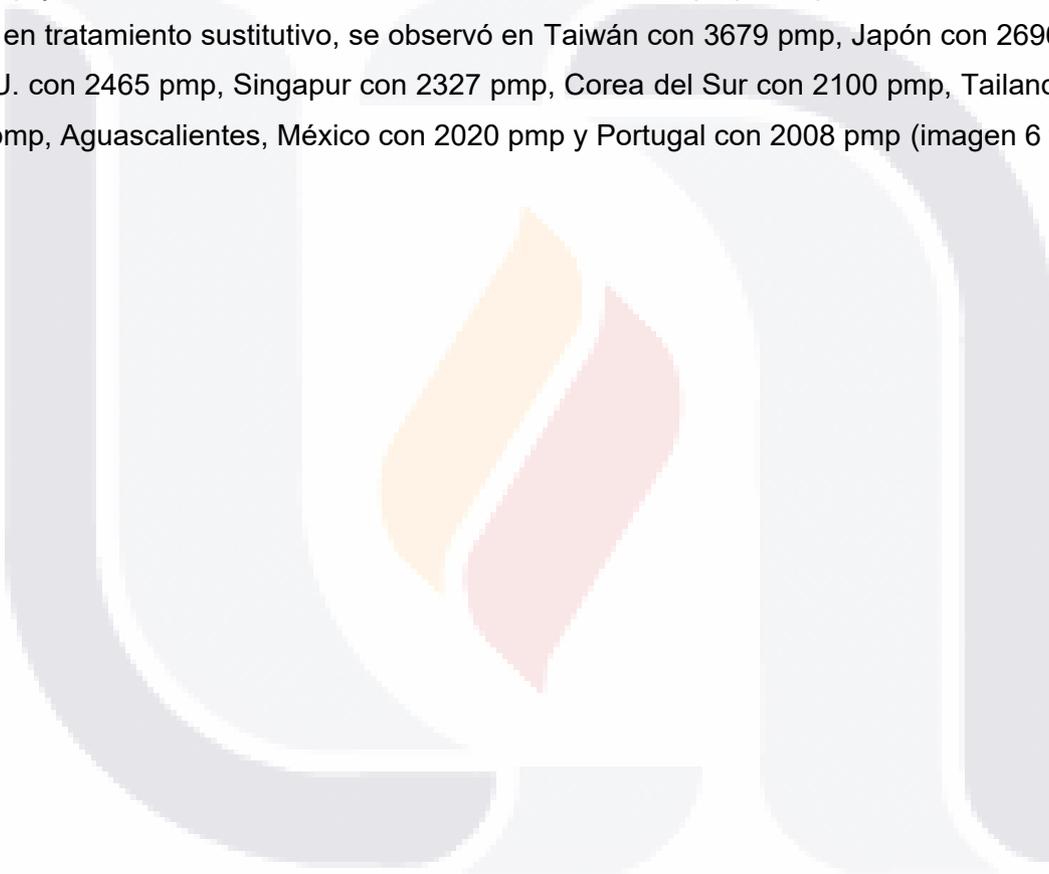
En todo el mundo se tienen registros de que existen alrededor de 200 millones de personas con diagnóstico de Enfermedad Renal Crónica y el mayor porcentaje de los pacientes se diagnostican cuando las capacidades de la función renal se han deteriorado hasta en un 70%. En la actualidad, la ERC representa un problema importante para la Salud Pública en México debido al gran aumento en el número de pacientes con enfermedades metabólicas y que ha representado gastos excesivos para el sistema de salud (*imagen 5*).<sup>5,6</sup>

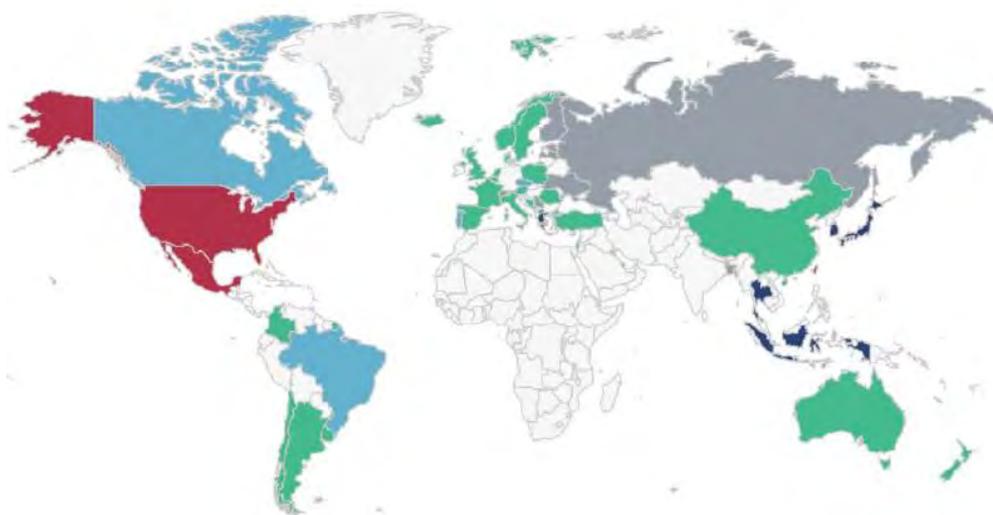
La National Kidney Foundation, en el año 2002, publicó las guías K/DOQI que se significa en inglés Kidney Disease Outcome Quality Initiative, en donde se establece la definición de ERC, su clasificación de acuerdo a la severidad y métodos diagnósticos. Las primeras guías surgieron en 2004 para el manejo de la hipertensión en pacientes con ERC grado III.<sup>5,6</sup>

La organización Kidney Disease Improving Global Outcomes (KDIGO), se fundó en el 2003 implemento estrategias para la prevención y el tratamiento de la ERC y en el año 2005, se publicó la primera versión de la 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.<sup>5,6</sup>

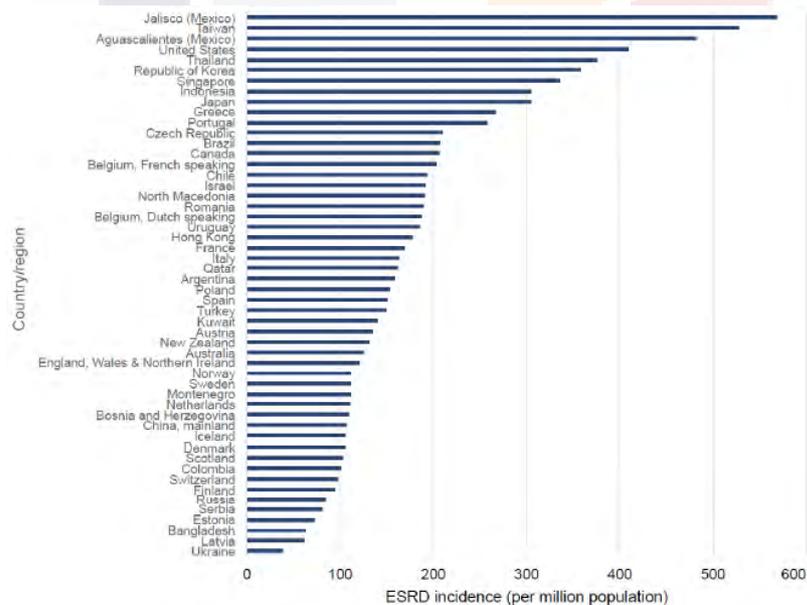
## **Epidemiología**

La incidencia varía en todo el mundo (imagen 5). El Sistema Americano de Enfermedad Renal (The United States Renal Data System, USRDS), 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 en estados unidos de Norte América con 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 (imagen 6 y 7).<sup>7</sup>

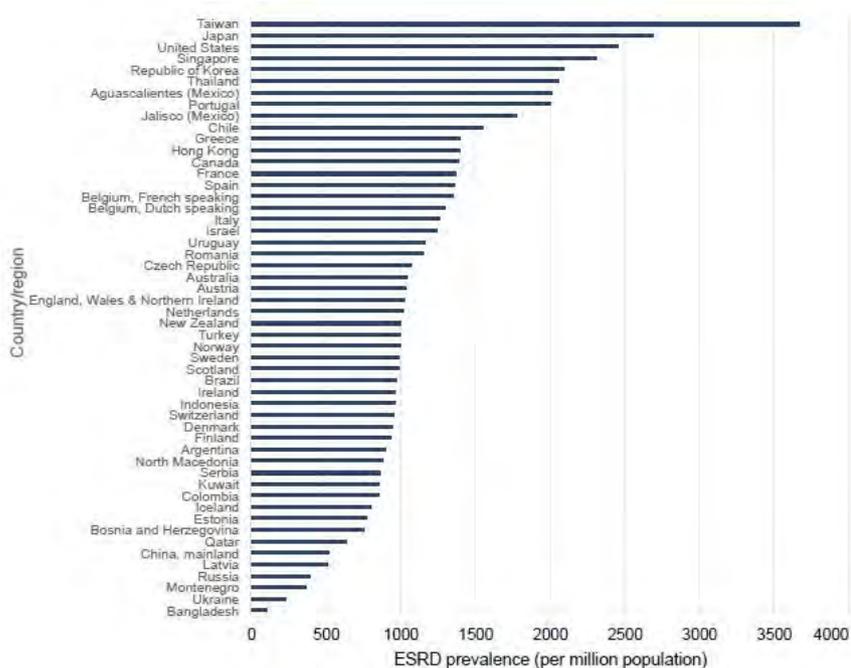




**Imagen 5. incidencia de ESRD en tratamiento sustitutivo por millón de habitantes, por país o región, en el año 2019.**

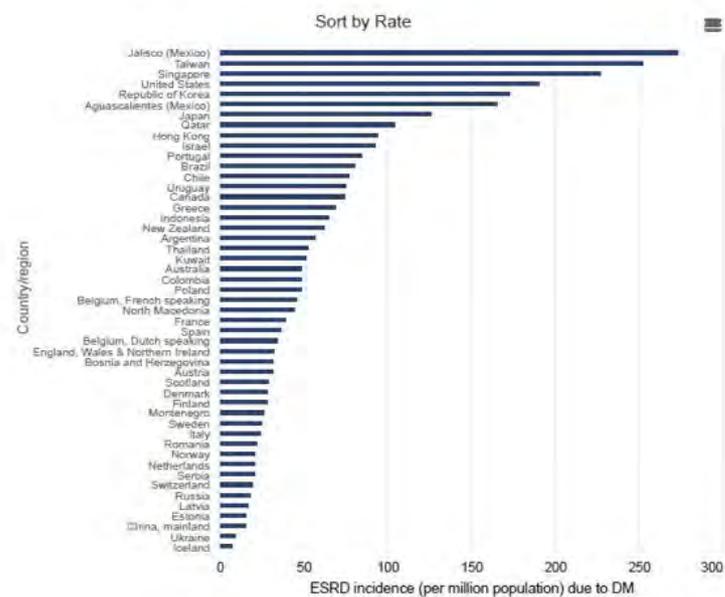


**Imagen 6. Incidencia de ESRD en tratamiento, por país.**



**Imagen 7. Cambio anual promedio en la incidencia de ESRD en tratamiento, por país o región. Fuente: USRDS, 2019.**

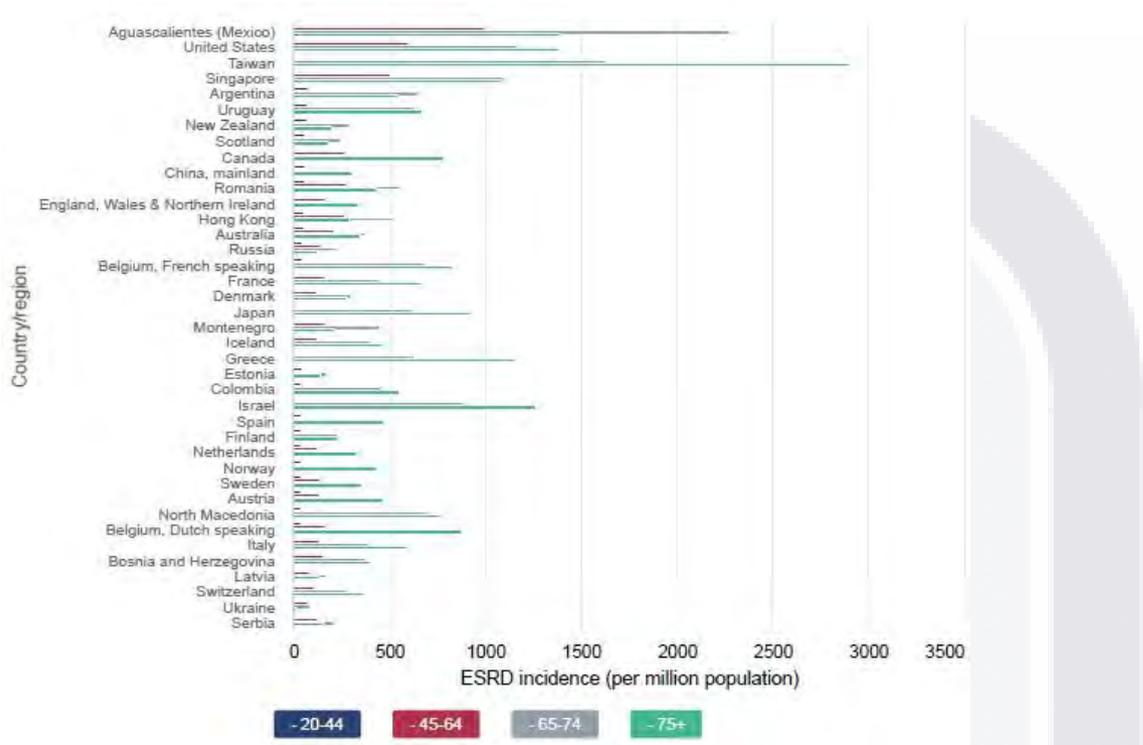
En esta plataforma también resaltan los siguientes puntos:



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

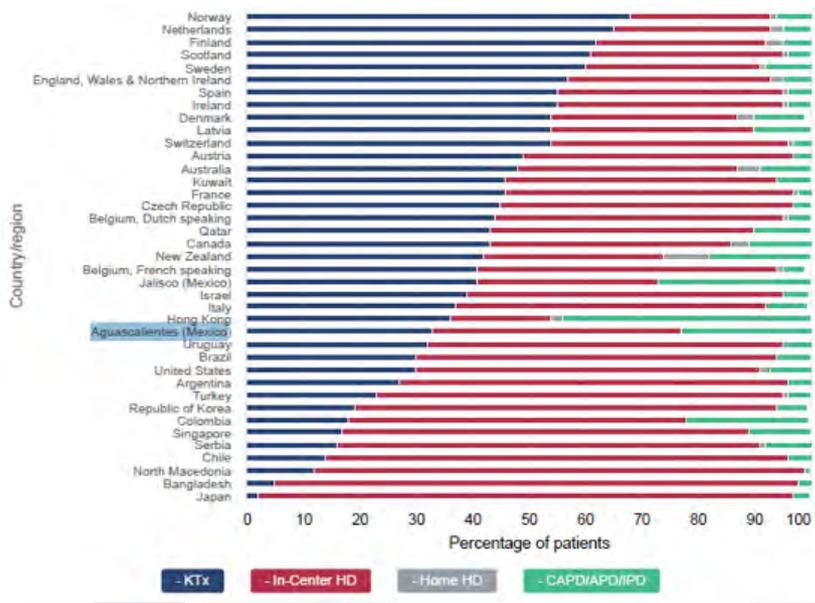
Se analizó la incidencia de ERC en tratamiento sustitutivo en cuatro grupos de edad (*Imagen 9*). La mayoría de los países desarrollados de occidente, mostraron mayor incidencia en >75 años. <sup>7</sup>

Algunos países o regiones como Aguascalientes, Singapur, Argentina, Nueva Zelanda, Escocia, Rumania, Hong Kong, mostraron mayor incidencia en población de 64 - 75 años. <sup>7</sup>



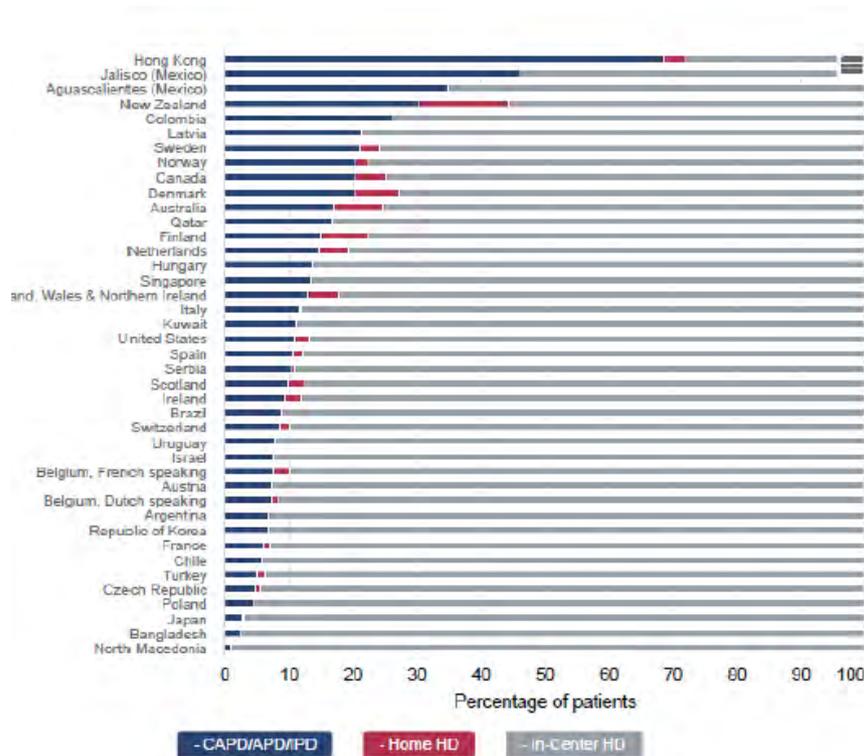
**Imagen 9. Incidencia de ERT en tratamiento sustitutivo por edad, país o región. Fuente: Base de datos USRDS, 2019**

Los países con mayor tasa de trasplante renal fueron Noruega (68 %), Países bajos (65 %), Finlandia (62 %) y Aguascalientes en la posición 26 (33%). Imagen 10 <sup>7</sup>



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

Hong Kong 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 son: Jalisco (46%) y Aguascalientes ocupa el tercer lugar con un 35%. (Imagen 11) <sup>7</sup>



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

La incidencia de trasplante renal fue más alta en EE. UU en un 75 por millón de población, España en un 73 por millón de población), Jalisco, México 72 por millón de población y Aguascalientes en la novena posición en un 53 por millón de población. Imagen 12 <sup>7</sup>

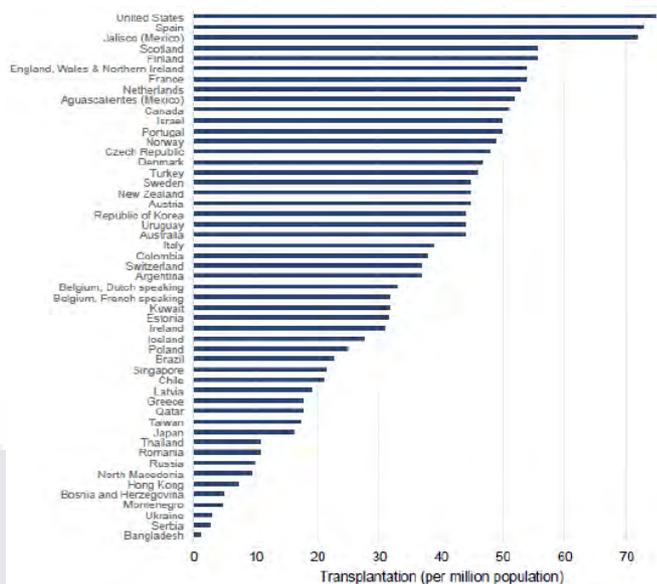


Imagen 12. Trasplante renal en pacientes con ESRD, por país o región. Fuente: USRDS, 2019

Los países con mayor tasa trasplante renal de donantes fallecidos,  $\geq 90\%$  fueron Polonia, Estonia, Bélgica, República Checa, España e Italia. En cambio, en Japón, Jalisco y Aguascalientes, los donantes cadavéricos constituyen  $\leq 15\%$ . (imagen 13) <sup>7</sup>

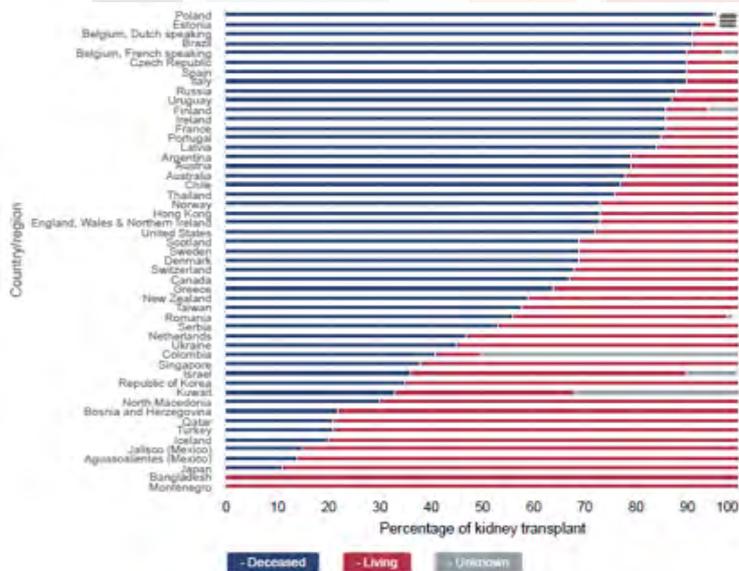
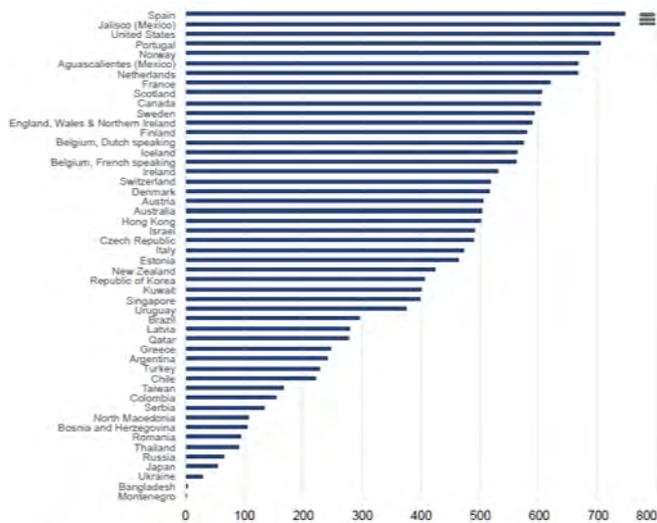


Imagen 13. Porcentaje de Distribución de trasplante renal portipo de donador, región o país. Fuente: USRDS, 2019

Los países o regiones con mayor prevalencia de trasplante renal funcionante en 2019 fueron España 748 por millón de población, Jalisco, México 740 por millón de población, Estados

Unidos 729 por millón de población, Portugal 707 por millón de población y Aguascalientes en sexto lugar (*Imagen 14*).<sup>7</sup>



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

### Diagnostico

Los criterios que se utilizan para el diagnóstico de la ERC son la pérdida de la capacidad de la tasa de filtrado glomerular (TFG) en menos de 60 ml/min/1.73m<sup>2</sup> y la presencia de marcadores de daño renal como la albuminuria y anomalías en el sedimento urinario, anomalías en los electrolitos por desórdenes tubulares.<sup>8,9</sup>

Existe una correlación entre el valor de la cantidad de creatinina sérica y el parénquima renal funcional, es decir, para una cuantificación de creatinina sérica de 1.0 mg/dl la TFG del paciente será cercano a 120 ml/minuto y a medida que aumenta el valor de la creatinina en contraparte disminuye el número de nefronas funcionales (*Imagen 15*).<sup>8,9</sup>

Diversas fórmulas han sido desarrolladas para determinar la tasa de filtración glomerular a partir de la cuantificación de creatinina sérica, Cockcroft-Gault, MDRD, y CKD-EPI (Chronic Kidney Disease Epidemiology), por sus siglas en ingles. En los pacientes pediátricos se prefieren fórmulas de Schwartz y Counahan-Barrat (*Imagen 16*).<sup>8,9</sup>

Existen Determinados escenarios en los que la estimación de la TFG mediante las fórmulas previamente mencionadas no es fiable, por ejemplo: dietas hiperprotéicas, vegetarianos estrictos, alteraciones de la masa muscular, embarazo, inestabilidad hemodinámica, entre otros); en estos casos se recomienda utilizar formuladas basadas en la cistatina C (CDK-EPI cistatina), mostrada en la imagen 17.<sup>8,9</sup>

<b>Cockcroft-Gault</b>	$[(140 - \text{age}) \cdot \text{weight}] / (72 \cdot \text{SCr}) \cdot 0.85$ (if female)
<b>MDRD</b>	$(175 \cdot \text{SCr}^{-1.154}) \cdot \text{age}^{-0.203} \cdot 1.212$ (if the patient is black) $\cdot 0.742$ (if female)
<b>CKD-Epi</b>	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)
<b>Mayo-quadratic</b>	$\text{Exp} [1.911 + 5.249/\text{SCr} - 2.114/\text{SCr}^2 - 0.00686 \cdot \text{age} - 0.205$ (if female)]

**Imagen 15. Fórmulas para calcular la TFG basado en la cr sérica.**

Equation Name	Equation
Schwartz equation	$e\text{GFR (mL/min/1.73 m}^2) = k \times \text{Length} \div \text{SCr (mg/dL)}^{3,4}$ $k = 0.33$ 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	$e\text{GFR (mL/min/1.73 m}^2) = 0.413 \times \text{Height (cm)} \div \text{SCr (mg/dL)}^5$

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

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

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

**Imagen 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 sepsis urinarias, ejercitación física, aumento de la temperatura o insuficiencia cardiaca pueden aumentar los valores de creatinina y generar falsos positivos. La medición debe realizarse en la primeramuestra de orina del día, el resultado debe ser  $\leq 16.7$  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 (*Imagen 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. <sup>8,9</sup>

< 30	Normal
30 -300	Microalbuminuria
> 300	Macroalbuminuria

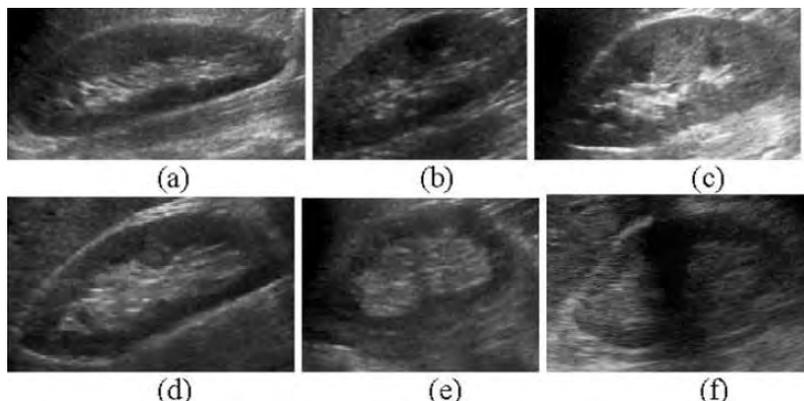
**Imagen 18. Relación albúmina creatinina (ACR) mg/g.**

La exploración física y la determinación de 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.<sup>8,9</sup>

### **Evaluación renal por métodos de imagen**

El ultrasonido renal es un método rápido, eficaz, cómodo, e inocuo que no utiliza radiación ionizante. Es el método de evaluación en todos los pacientes para comprobar la presencia de la forma y posición de ambos riñones, para valorar su tamaño, analizar y descartar datos de obstrucción urinaria. En pacientes con ERC, los hallazgos sonográficos suelen manifestarse en etapas avanzadas (*Imagen 19*), entre ellos se presentan los siguientes:<sup>8,9</sup>

- 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.
- Aumento en los índices de resistencia.



**Imagen 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  $\leq 12$  mm. La disminución del grosor cortical suele asociarse más patología vascular como nefroesclerosis 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 <sup>10,11</sup>

En el gran porcentaje de los pacientes, el espectro Doppler no se ve afectado sino hasta fases tardías de la enfermedad, pudiendo manifestarse de manera temprana con un incremento de la resistencia vascular al flujo sanguíneo, también el aumento de los índices de pulsatilidad e índices de resistencia, además de lo observado en modo B. En la enfermedad en fase terminal es difícil detectar el flujo sanguíneo y, si es detectable y valorable, los espectros de Doppler pueden ser de amplitud sistólica baja y con flujo diastólico disminuidos, incluso ausentes. Por ello, en la nefropatía difusa, el uso del Doppler tiene una utilidad limitada. <sup>12</sup>

La tomografía computarizada (TC), nos ayuda que las imágenes son 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. Múltiples estudios han concluido que pacientes con función renal normal, insuficiencia renal crónica en estadios iniciales o leve a moderada no tienen riesgo alguno de presentar nefropatía asociada al medio de contraste; a diferencia de los casos con tasa de filtración glomerular menor de 30 ml/min/1.73m<sup>2</sup>.

El estudio consta de cuatro fases:

**Simple:** Útil para la evaluación morfológica y detección de calcificaciones.

**Contraste intravenoso:**

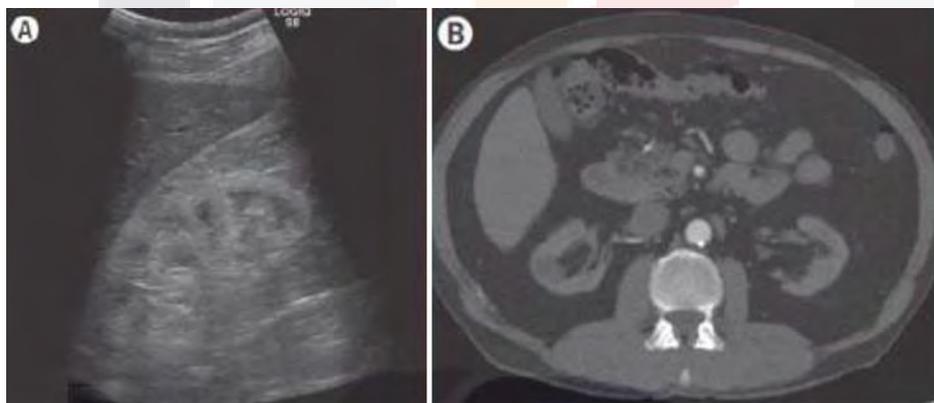
Fase cortico-medular, 10 segundos posteriores a la administración de medio de contraste.

Fase nefrográfica: 30 segundos.

Fase de excreción o eliminación, 7-10 minutos posterior a la administración de medio de contraste.<sup>13</sup>

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 – 8 mm, en cambio, tomando en cuenta los dos ejes como referencia, se obtiene un error promedio de 3 mm. 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

Figura 20.<sup>13</sup>



**Imagen 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**

La biopsia renal percutánea ecoguiada o 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 técnicamínimamente invasiva, con menor probabilidad de complicaciones (< 0.1%), las cuales pueden ser dolor, hematoma, infección, choque hipovolémico, fístula arterio-venosa, pseudoaneurismas. <sup>14</sup>

Algunas de las indicaciones para la realización de la biopsia de riñón 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 condiciones que sugieren NO realizar biopsia renal se encuentran:

- Alteraciones en las pruebas de coagulación.
- INR  $\geq$  2.
- Enfermedad renal poliquística o quistes con diámetro  $\geq$  5 cm.
- Monorreno.
- Hipertensión arterial sistémica no controlada.
- 

Idealmente debe puncionarse el riñón izquierdo en su polo inferior ya que esto esta estudiado que es el sitio con menor probabilidad de lesión a otros órganos.

Deben obtenerse de dos a tres muestras de parénquima renal, los cuales son depositado en solución salina para su envío a patología. En general, se considera adecuada biopsia renal cuando se obtienen por lo menos 10 glomérulos o más idealmente. <sup>14</sup>

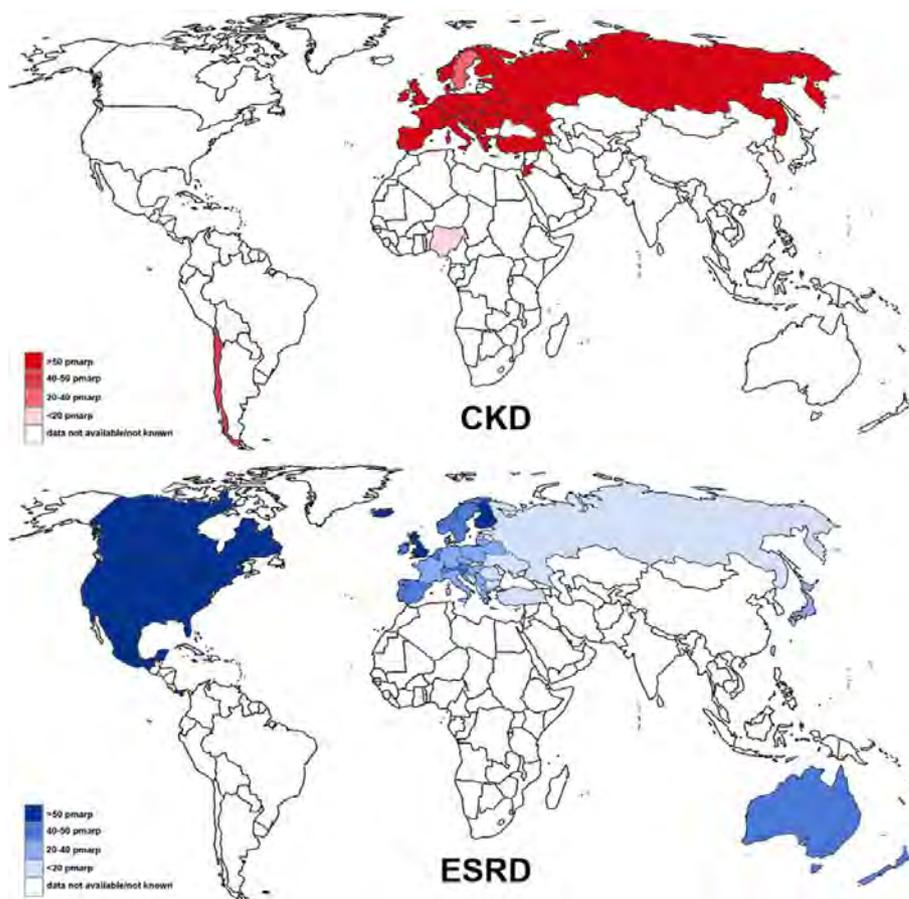
## **La Enfermedad Renal Crónica en niños**

Los lineamientos de la Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO) han definido la ERC como alteraciones estructurales o fracaso en la función renal los cuales estén presentes por más de 3 meses.

Se caracteriza por una disminución sostenida de la tasa de filtrado glomerular estimada (TFG), menor a de  $60 \text{ ml/min/1,73m}^2$  de la superficie corporal durante más de 3 meses. <sup>15</sup>

### **Epidemiología**

El término ERC define la disfunción renal como un *continuo*, en lugar de un cambio discreto en la función renal, ya sea en niños o en adultos. Esto hace que la epidemiología de la ERC sea muy difícil de estudiar. Además, los datos de epidemiología que se tienen sobre la ERC pueden darnos una subestimación de la incidencia y prevalencia de los reales, ya que la ERC puede llegar a ser clínicamente asintomática, sobre todo cuando se encuentra en etapas más tempranas. Esto es en parte del resultado de la ausencia histórica de una definición que la sustente como ERC y también falta de una clasificación de su gravedad. Por estas razones, en la mayoría de los estudios, las estimaciones de la ERC tienen en cuenta a los pacientes con ERC de moderada a grave o enfermedad renal terminal (ESRD) y no se basan en la población por naturaleza. Además, los registros de Enfermedad Renal Crónica de la población pediátrica suelen estar limitados y al estar restringidos a pequeñas poblaciones de control. A pesar de estas limitaciones, se informa que la incidencia pediátrica de ERC en el continente europeo es de aproximadamente de 11 a 12 por millón de población relacionada con la edad para los estadios 3 a 5. Figura 21. <sup>15</sup>



**Imagen 21. Prevalencia estimada de ERC (arriba) y ESRD (abajo) en niños en todo el mundo.**

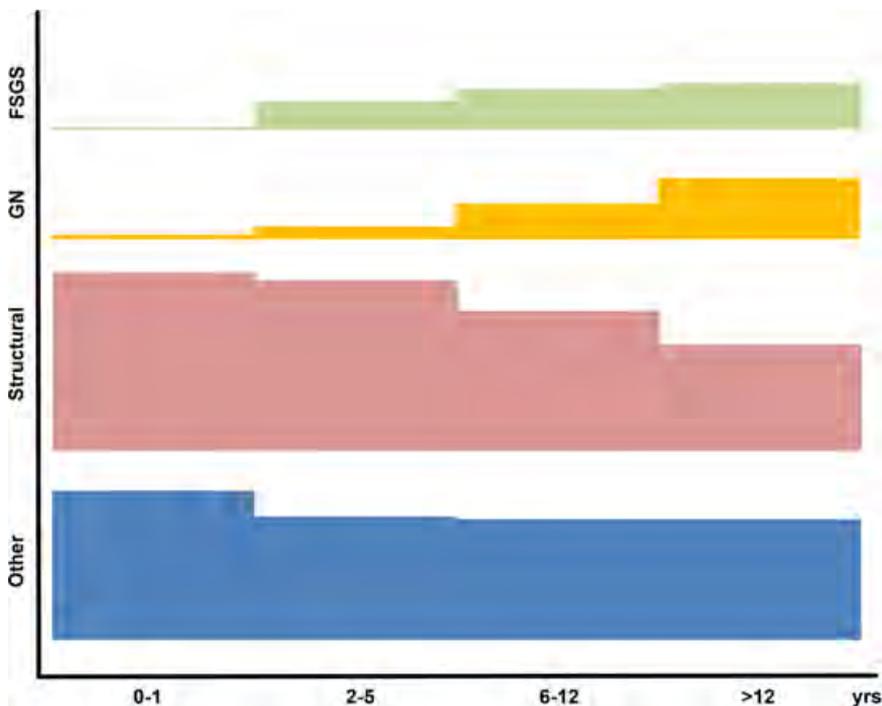
La incidencia y prevalencia de la ERC es mayor en hombres que en mujeres debido a la mayor frecuencia de anomalías congénitas del riñón y del tracto urinario por sus siglas en ingles CAKUT. Finalmente, la raza es otro factor que afecta específicamente a la epidemiología de la ERC. <sup>15</sup>

Las principales causas de Enfermedad Renal Crónica en la población pediátrica son diferentes significativamente de aquellas que son las causas de la etiología en la enfermedad renal de los adultos. De hecho, los principales factores etiológicos de la ERC en niños están representados por anomalías congénitas del riñón y del tracto urinario por sus siglas en ingles CAKUT, el síndrome nefrótico resistente a esteroides (SRNS), la glomerulonefritis crónica (p. ej., nefritis lúpica, síndrome de Alport) y las ciliopatías renales, que representan aproximadamente 49,1, 10,4, 8,1 y 5,3. % de los casos, respectivamente. <sup>15</sup>

El análisis de las causas se limita a la población de niños que ya han alcanzado la ERT, el porcentaje relativo de enfermedades glomerulares aumenta (aproximadamente

duplicándose), mientras que el de CAKUT disminuye de alrededor del 50 al 39,5%, lo que subraya la discrepancia entre la tasa de progresión de estas dos entidades. <sup>1</sup>

Los trastornos mal formativos congénitos se caracterizan por una progresión más lenta hacia la ERT en comparación con las enfermedades glomerulares, de modo que, la proporción relativa de enfermedades glomerulares aumenta en grupos de pacientes con etapas más avanzadas de ERC. Imagen 22. <sup>1</sup>



**Imagen 22. Impacto de las diferentes causas de ERC en niños entre grupos de edad. El gráfico muestra la variación del impacto de diferentes grupos de diagnóstico en la determinación de la ERC a lo largo del tiempo, destacando cómo las enfermedades glomerulares aumentan significativamente en niños mayores, mientras que los trastornos estructurales son más comunes como causas de ERC en lactantes y niños más pequeños.**

Hoy en día, más de 200 genes están claramente reconocidos como causantes de las categorías etiológicas más comunes de ERC en niños (CAKUT, SRNS, glomerulonefritis crónica y ciliopatías). La tecnología NGS presenta la sorprendente ventaja de permitirnos estudiar simultáneamente una cantidad elevada de genes. <sup>16</sup>

El ejemplo más conocido está representado por *APOL1*, cuyas variantes confieren un riesgo considerablemente mayor de desarrollar glomeruloesclerosis focal y segmentaria y progresión de la ERC. <sup>16</sup>

**Características clínicas con las que cursan los niños con ERC:**

- Deterioro del crecimiento
- Trastorno mineral y óseo
- Anemia
- Hipertensión
- Complicaciones cardiovasculares
- Muerte. <sup>16</sup>

**Diagnóstico y estadificación**

Las guías KDIGO que se desarrollaron en el 2012, sugieren que para poder hacer diagnóstico de una Enfermedad Renal Crónica (ERC), los pacientes deben cumplir los siguientes criterios: filtrado glomerular (FG) disminuido ( $<60$  ml/min/1,73 m<sup>2</sup>), por un periodo mayor a 3 meses.

Los marcadores de daño renal, presentes ya sea uno o varios:

- Incremento de la Microalbuminuria.
- Alteraciones en el sedimento urinario.
- Alteraciones en los electrolitos u otras Alteraciones debidas a trastornos de los túbulos.
- Alteraciones que fueron vistas histológicamente.
- Alteraciones de la morfología detectadas por métodos de imagen.
- Antecedente de trasplante de riñon.<sup>16</sup>

En la población pediátrica se deben de tener en consideración los siguientes tópicos:

En los pacientes con menos de 3 meses de edad con anomalías estructurales claras, el diagnóstico puede hacerse sin tener que esperar 3 meses como normalmente indica la guía.

En los pacientes con menos de 2 años de edad, el criterio de FG  $<60$  ml/min/1,73 m<sup>2</sup> no es aplicable porque la filtración glomerular al nacimiento es más baja e irá aumentando conforme pasen los 2 primeros años de vida. En estos pacientes, la ERC se diagnostica cuando la filtración glomerular esté por debajo de los valores de referencia para su edad.

La definición del incremento de la microalbuminuria debe referirse al valor normal para la edad. En paciente menores de 2 años de vida será adecuada tanto la así como también la microalbuminuria. <sup>16</sup>

Todas las alteraciones de los electrolitos se deben tomar en cuenta y definirse según los valores de normalidad para la edad de paciente.

En estas guías se llega a establecer unos nuevos estadios que tienen en cuenta tanto la filtración glomerular así como también la microalbuminuria y que adicionalmente quieren tener un valor pronóstico. Esta clasificación que se desarrolló en estas guías será tanto válida para adultos como para niños mayores de 2 años. <sup>16</sup>

Aunque la presencia y además incremento de la proteinuria o microalbuminuria y se encuentre persistente también condiciona una mala evolución en niños, lamentablemente no hay suficientes datos en la literatura y guías en actualidad como para poder llegar a ofrecer o establecer un pronóstico de forma similar a la que se tiene con los pacientes adultos, por lo que hoy no hay consenso sobre el uso de esta nueva clasificación en Pediatría (tabla 1). <sup>16</sup>

Estadios según las guías KDIGO 2012					
			Estadios según la microalbuminuria		
			Estadio A1	Estadio A2	Estadio A3
			Normal o levemente elevada	Moderadamente elevada	Muy elevada
			<30 mg/g <3 mg/mmol	30-300 mg/g 3-30 mg/mmol	>300 mg/g >30 mg/mmol
Estadios según el FG (ml/min/1,73 m <sup>2</sup> )					
Estadio G1	Normal o elevado	≥90			
Estadio G2	Levemente disminuido	60-89			
Estadio G3a	Leve o moderadamente disminuido	45-59			
Estadio G3b	Moderado o muy disminuido	30-44			
Estadio G4	Muy disminuido	15-29			
Estadio G5	Fallo renal	<15			

**Tabla 1. Estatificación de enfermedad renal crónica en niños basado en las guías de práctica clínica KDIGO 2012.**

**Seguimiento y progresión de la ERC**

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).<sup>15,17</sup>

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**

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 KidneyDisease Outcomes Quality Initiative (KDOQI):<sup>15,17</sup>

**ERC asintomática temprana: Etapas G1 y G2:**

los niños con enfermedad en las etapas G1 y G2 son asintomáticos y deben ser seguidos de cerca para detectar deterioro de la función renal. Aunque no son frecuentes, se pueden observar trastornos metabólicos en los estadios G1 y G2. Para estos niños, puede haber la posibilidad de que exista la oportunidad de tratar cualquier causa que esta sea reversible de alteración de la función renal y con esto retardar o en su mejor caso prevenir la evolución de la ERC. Se inicia la extensión educativa para que tanto los pacientes pediátricos como su familia puedan comprender e implementar cuidados para primero reconocer y después tratar

de evitar factores de riesgo que pueden presentar y acelerar la progresión de la ERC (p. ej., evitar fármacos nefrotóxicos, infecciones recurrentes, deshidratación, obesidad, tabaquismo y uso de drogas ilícitas en adolescentes) e incorporar medidas como por ejemplo control estricto de la presión arterial sistémica y/o reducción de la proteinuria, que puedan retardar el proceso

15,17

#### **ERC de leve a moderada: Etapas G3a y G3b:**

Los niños que progresan a las etapas G3a y G3b pueden comenzar a presentar complicaciones asociadas a la ERC. Estos incluyen trastornos de líquidos y electrolitos, anemia, hipertensión, dislipidemia, anomalías endocrinas, deterioro del crecimiento, trastornos minerales y óseos y disminución del aclaramiento de sustancias normalmente excretadas del cuerpo por el riñón (uremia). En estos pacientes, el manejo se centra en prevenir y tratar estas complicaciones. Además, se debe tener completamente en cuenta el estar evitando los factores de riesgo, como se describió previamente, esto para evitar o retardar la progresión de la ERC. <sup>15,17</sup>

#### **ERC grave e insuficiencia renal etapas G4 y G5:**

Los pacientes que continúan teniendo una enfermedad progresiva deben ser identificados mucho antes del momento en que se requiera KRT para que se pueda brindar la preparación y educación adecuadas tanto al paciente como a su familia. La preparación para la KRT generalmente comienza con la ERC en estadio G4, cuando la tasa de filtración glomerular (TFG) cae por a menos de 30 ml/min por 1,73 m<sup>2</sup>. <sup>15,17</sup>

### **Enfermedad Renal Crónica en México**

La Enfermedad renal crónica (ERC) es uno de las causas principales que afectan al sistema de la Salud Pública en nuestro país y tiene un gran impacto tanto económico así como social bastante importante; el número de pacientes con dicha condición médica va al alza y además ha ido al alza en todo el mundo y esto es en parte debido a la prevalencia de las enfermedades crónico degenerativas-metabólicas como lo son la obesidad-sobrepeso, la hipertensión arterial sistémica y sobre todo diabetes Mellitus tipo 2 (DM2). <sup>1</sup>

En México se calcula un tasa aproximada de 12.8 millones de pacientes con diagnóstico de DM2 con una prevalencia de 13.5 %, la cual preocupa ya que esta cantidad es una de las más altas de todo el mundo y además, la prevalencia de padecimientos que se consideran factores

de riesgo para DM2 como lo son la obesidad y sobrepeso y la prevalencia es de 28.9 y 64.9% respectivamente en nuestro país, así que estos factores de riesgo crónico de estas patologías, ha traído como consecuencia un importante incremento de las complicaciones crónicas, como lo es la ERC. <sup>1</sup>

El impacto que conlleva la ERC no solo es un estado que condicione principalmente causa de muerte. Si no que también es uno de los factores importantes que interviene en los años de vida perdidos y los años vividos con discapacidad, estos factores tienen más impacto en la Salud Pública del país en comparación a la cuantificación de la muerte o también la enfermedad con los riesgos que lleva por sí misma. En estas condiciones la ERC en asociación con la Diabetes Mellitus son las causas principales de años de vida perdido y años vividos con discapacidad en nuestro país. Exclusivamente en México, la ERC atribuida a diabetes Mellitus y la ERC de causa NO conocida tienen el mayor impacto en términos de, años de vida perdidos y años vividos con discapacidad a nivel mundial. Imagen 23 <sup>1</sup>

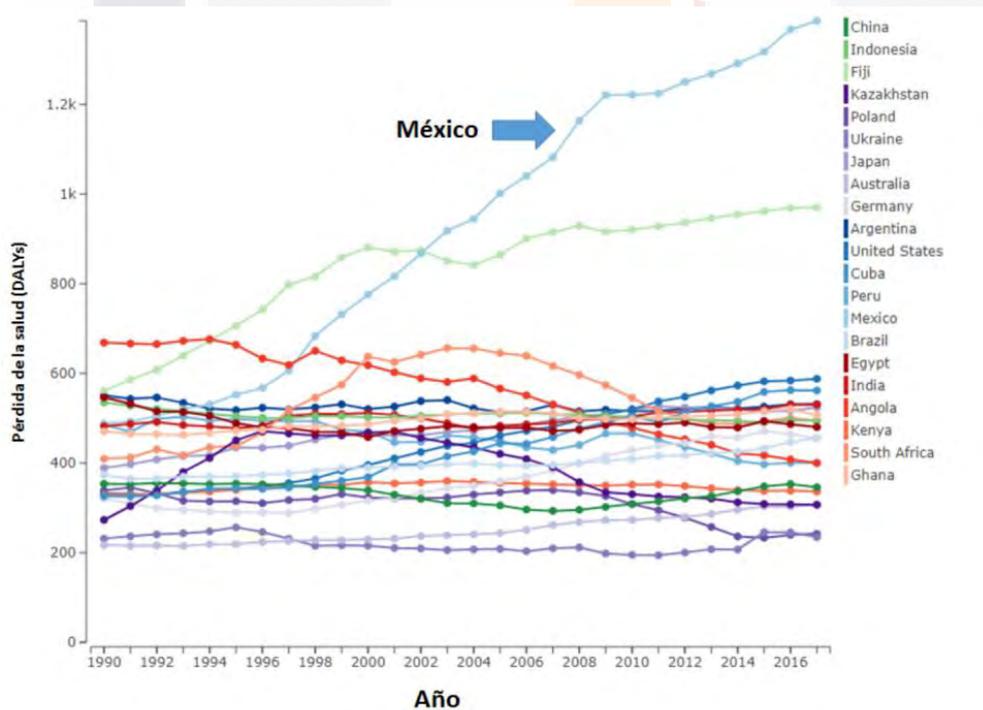


Imagen 23. Años de vida perdidos atribuido a ERC

También se encuentran en problemática los costos de la atención que conlleva la Enfermedad Renal Crónica (ERC) y son importantes e impactantes para cualquier de los sistemas de salud en especial en nuestro país que se considera un país en desarrollo. Según el análisis realizado por Arreola y col, en el Instituto Mexicano del Seguro Social, el cual es la institución de salud

que tiene mayor cobertura en el país, pues en el año 2014 se reportaron que tuvo un gasto de 13,250 mdp (millones de pesos) que constituye el 15% del gasto total anual de la institución, con un gasto promedio anual por paciente con diagnóstico de Enfermedad Renal Crónica de 381 mil pesos atendidos solo en esta institución. Esta misma institución reporto en base al año 2017, que la ERC representó el tercer lugar de todas las enfermedades, en gastos con un total de 10,326 mdp solo por inmediatamente debajo de Diabetes Mellitus con un gasto de 41,368 mdp, considerando que los pacientes atendidos por ERC fueron 69,267, mientras que los pacientes con DM fueron 2,872 millones e HAS 4,553 millones. Nuevamente el costo por paciente en dicho año fue el mayor reportándose en 149, 302 pesos.<sup>1</sup>

### **Impacto de la Enfermedad Renal Crónica en el estado de Aguascalientes**

En el estado de Aguascalientes, se dio arranque al Registro Estatal Único de Enfermedad Renal Crónica del Estado de Aguascalientes (REUDERC) en junio del año 2018, que incluye instituciones tanto públicas como privadas y se estableció el compromiso de llevar a cabo un reporte y los pacientes que actualmente se encuentren en tratamiento sustitutivo ya sea hemodiálisis, diálisis peritoneal o trasplante renal.<sup>1</sup>

En el año 2020, en el estado de Aguascalientes, se tenían registrados un total de 1883 pacientes en tratamiento de terapia de sustitución renal y 914 con trasplante renal. La prevalencia de ERC en diálisis peritoneal y hemodiálisis es de 1,325 pmp (por millón de población). Tomando en cuenta el trasplante renal, la prevalencia es 1,976 por millón de población y estas tasas son unas de las mayores en el mundo. Imagen 24<sup>1</sup>



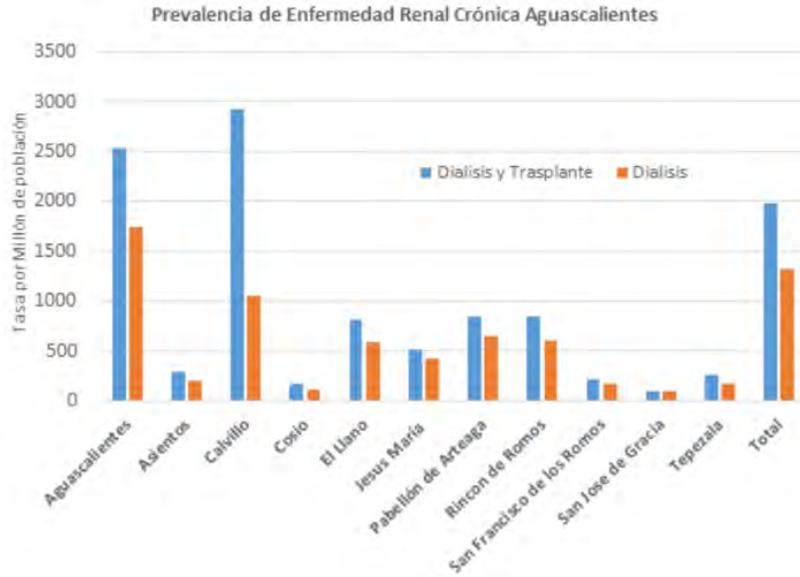


Imagen 25. Reporte de ERC en terapia de sustitución el estado por millón de población.

El grupo etario principalmente afectado lo son adultos jóvenes y la edad promedio de estos pacientes con diálisis es de  $45.5 \pm 17.9$  años, con una edad tope máxima prevalente entre los 20 y hasta los 40 años, posteriormente sigue el grupo etario de los 50 a los 70 años. En cuanto a la distribución y revisión por sexo, el género masculino es con mayor frecuencia el afectado por la ERC (61%) Figura 25.<sup>1</sup>

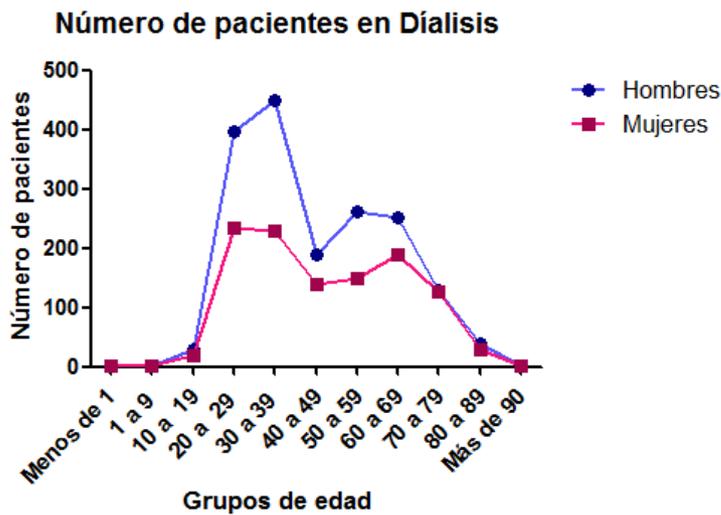


Imagen 26. reporte de la ERC por grupo etario y sexo en el Estado de Aguascalientes, México.

Según los resultados obtenidos y de acuerdo a ellos en la actualización 2021 del Registro Estatal Único de Enfermedad Renal Crónica, la causa con mayor prevalencia de enfermedad renal crónica terminal en terapia de sustitución renal, es la clasificada como “causa desconocida” o “causa NO conocida”, siendo el 53 por ciento, seguida de la Diabetes Mellitus con un 22 por ciento y la Hipertensión arterial sistémica con el 11.3 por ciento como lo muestran las Figura 26 y 27 y que predomina en los pacientes de alrededor de 39 años y el segundo pico en los pacientes de mayor edad (promedio 59 años).<sup>1</sup>

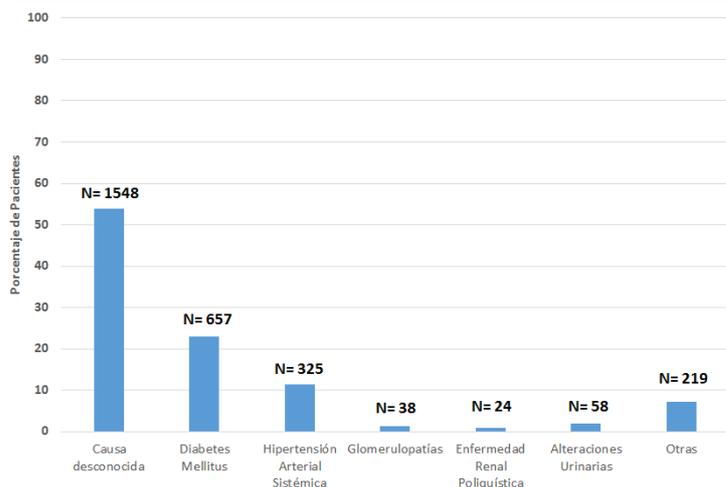


Imagen 27. Reporte etiológico de la ERC en el estado de Aguascalientes

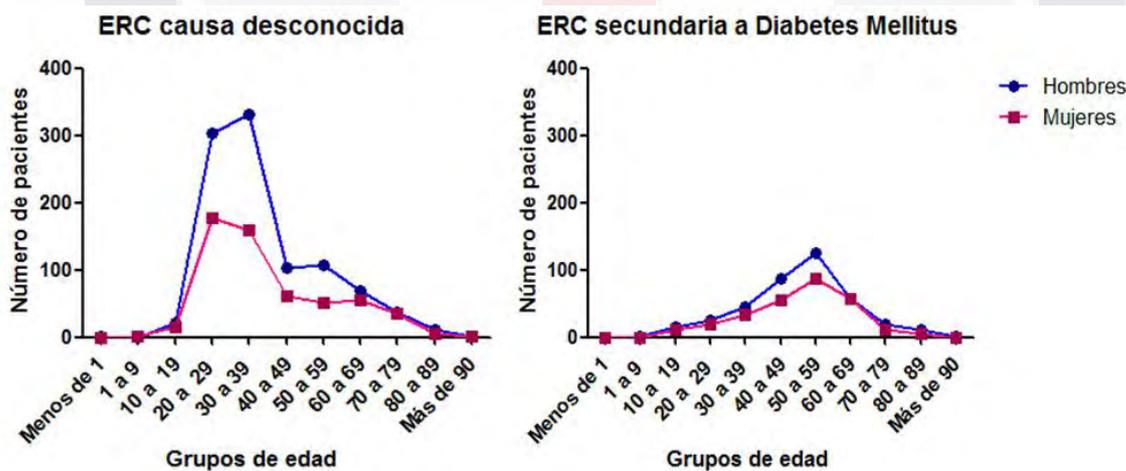


Imagen 28. Reporte de etiologías de ERC por edad y sexo en el estado.

De los pacientes que se encuentran en tratamiento de sustitución renal a modalidad de tratamiento más frecuente es la hemodiálisis (HD), con un total de 1,490 pacientes, representando el 47%, seguido del trasplante renal y en últimainstancia DP. <sup>1</sup>

Además, a partir del año 2012 se comenzó un registro de todas las biopsias de riñones que fueron realizadas en el estado de Aguascalientes y el grupo de edad con mayor cantidad en número de biopsias realizadas son los que se encuentra entre edades de 20 a 30 años (promedio 26.6 años). Se observó variabilidad en la etiología de la enfermedad en relación a los grupos de edad. <sup>1</sup>

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 glomérulo-esclerosis focal y segmentaria, siendo esta ultima la más prevalente en el estado y con mayor afectación al grupo etario de 20-40 años, como se muestra en la figura 28. Además, también se reportó que los municipios más afectados por esta glomerulopatías como fueron comentadas, son el municipio de Calvillo y Aguascalientes capital; <sup>1</sup>

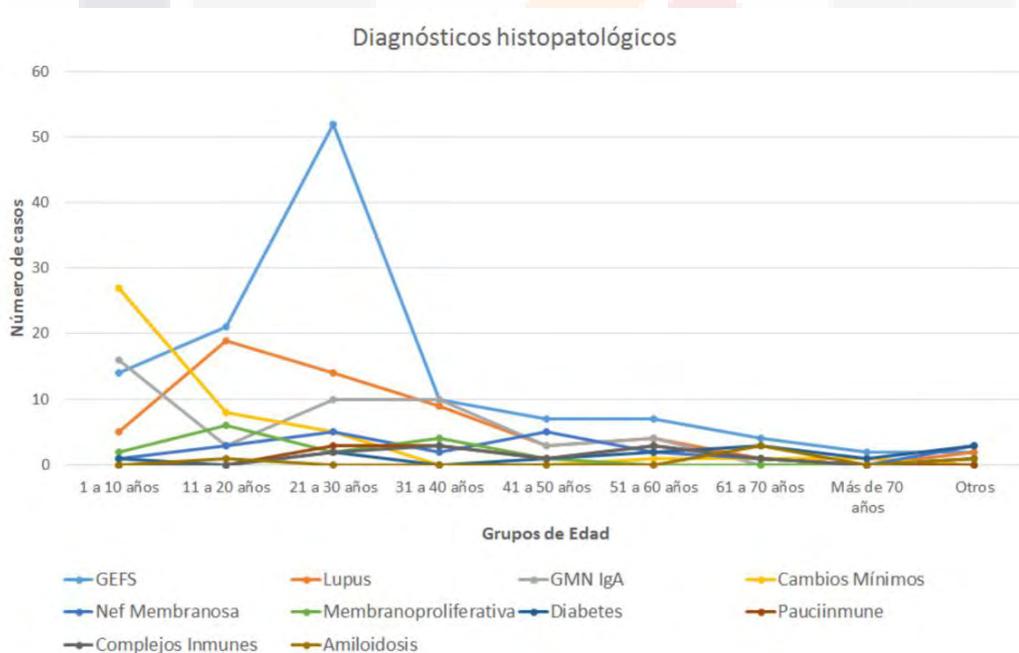


Imagen 29. Reporte de los reportes histopatológicos así como la distribución de la edad. (GSFS: Glomérulo esclerosis focal y segmentaria).

### La Enfermedad Renal Crónica de causa desconocida

Es una la patología que está reconocida a nivel mundial y los países de mayor prevalencia para ERC de causa NO conocida o desconocida y estos países son Nicaragua, el Salvador y Sri-Lanka; y 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 anglosajón "Chronic Kidney Disease of Unknow Etiology", mientras que la organización panamericana de la salud la denomino como "enfermedad renal crónica de origen no tradicional" (ERCnt), actualmente se le conoce como ERC de causa desconocida. <sup>1,2,9,19,20</sup>

hay aspectos que se diferencian principalmente la histología, como se mencionó previamente. La mayoría de la afectación reportada en esas regiones es túbulo intersticial como los reportado en estudios de Martin Claire y col y Villabazo y col; mientras que nuestro medio es de predominio glomerular específicamente en los podocitos y otros aspectos diferentes es la asociación con el estrés del calor y deshidratación debido a las temperaturas reportadas y mala hidratación documentado en el estudio de Villabazo en las regiones de Calvillo Aguascalientes la temperatura máxima es de 24°C lo cual hace poco probable que este factor influya al menos en el mismo grado. <sup>2</sup>

En el estado de Aguascalientes, la ERC de causa NO conocida o desconocida y se presenta en adultos jóvenes económicamente activos con un promedio de edad de los 39 años y su pico de prevalencia es entre los 20 y 30 años y predomina en trabajadores que habitan en zonas agrícolas tropicales y de escasos recursos; principalmente en cortadores de caña de azúcar o cañeros en las zonas de Mesoamérica así como en agricultores de arroz en Sri Lanka, también se observan en otro tipo de agricultores y agricultores de arroz en la India; y en Mesoamérica también se han reportado muy altos índices de ERC más comúnmente en el género masculino y que se dedican a la construcción y minería. (63%). <sup>1,2,9,19,20</sup>

Debido a que la ERC de causa NO conocida, no tiene una comorbilidad asociada, y es común que los pacientes debuten en etapas avanzadas de la enfermedad. En los países en donde se observa predominio de esta enfermedad, no existen las condiciones adecuadas de salud que faciliten la terapia renal sustitutiva y esto incrementa la mortalidad. <sup>1,2,9,19,20</sup>

Los factores de riesgo que hasta ahora se han relacionado son: plaguicidas (*glifosato*, continúa en investigación), exposición a polvo de los metales pesados como cadmio y arsénico; también

la ingesta excesiva de medicamentos neurotóxicos como, antiinflamatorios no esteroideos (AINE's), antibióticos de origen de aminoglucósidos, la ingesta excesiva de alcohol, bebidas energizantes y azucaradas que contengan fructosa, hiperuricemia; las enfermedades infecciosas como leptospirosis, hantavirus y malaria y predisposición genética. Recientemente se describió relación con el estrés térmico, principalmente en personas que hacen mayores esfuerzos físicos en climas muy áridos y llevan un esfuerzo cardíaco similar o superior al realizado durante ejercicios intensos. Pero a pesar de los múltiples y grandes esfuerzos, las causalidades específicas que condicionan una ERC de Causa No conocida no han sido esclarecidas. Sin embargo, se han descrito algunos mecanismos que intervienen en la génesis de la patología crónica renal dada por deshidratación crónica que incluyen la liberación alta y crónica de vasopresina por la hiperosmolaridad constante y la activación anormal de la ruta del poliol con la generación de producción y metabolismo de fructosa así como la formación de radicales libres que conllevan a un estrés oxidativo, esto a su vez condiciona una hipertensión glomerular generalizada y lesiones tubulares generalizadas debido a los incrementos de los niveles séricos de ácido úrico. <sup>1,2,9,19,20,21</sup>

### **Mecanismos de progresión**

Está favorecida por tres causas principales la primera es la pérdida de masa nefronal (congénita o adquirida). Según Brenner, una reducción crítica de la masa de nefronas congénitas o adquiridas conduce a la hiperfiltración de los glomérulos restantes. La hiperfiltración y la hipertensión glomerular conducen a la glomeruloesclerosis. Los cambios adaptativos en las nefronas restantes después de la lesión inicial son en última instancia mal adaptativos lo que da como resultado un aumento de la cicatrización y la pérdida de nefronas lo que perpetua un círculo vicioso que conduce a una lesión progresiva que se manifiesta en glomérulo esclerosis, esclerosis vascular y fibrosis túbulo intersticial. La segunda causa es la hipertensión arterial siendo a la vez causa y consecuencia de progresión a la enfermedad renal crónica esto lleva a hipertensión intraglomerular, hiperfiltración y mayor excreción de proteínas. la tercera causa es la proteinuria que supera la capacidad de reabsorción de las células del epitelio de los túbulos proximales que inducen la liberación de citocinas con efectos pro inflamatorios locales y la inducción de mediadores Pro fibróticos dando lugar a hipertrofia glomerular y esclerosis y el aumento local de la angiotensina 2 aumenta la presión intraglomerular y la proteinuria y estimula la liberación de citocinas activa los procesos inflamatorios agravando la hipertrofia glomerular y la esclerosis. <sup>2</sup>

En el estado de Aguascalientes los casos que se tienen conocimiento en pacientes jóvenes en REUDERC, tienen las características de una ERC de causa NO conocida. Para el abordaje de estas patologías se están siguiendo dos líneas para el beneficio de los pacientes, la primera y probablemente la más importante es la detección oportuna que se basa en el pico de prevalencia entre 20 a los 30 años de edad, se está realizando un cribado en los alumnos de escolaridad nivel de secundaria, esto tal vez permita determinar la incidencia y prevalencia de ERC temprana en este grupo de personas (pacientes). La línea número dos es identificar la causa; basados en el registro de biopsias de riñones, y se pudo llegar a percatar que el principal diagnóstico en la población de pacientes entre 20 y hasta los 30 años es GSFS y dicha entidad y población muestra similitudes un tanto características de la ERC de causa NO conocida. El grupo etario valorado de mayor afectación es el mismo de los 20 hasta los 30 años con una mayor proporción de hombres que son los más afectados hasta en un 60 %. El mayor porcentaje de los pacientes con GSFS, clínicamente NO tienen datos de Síndrome Nefrótico para lo cual esto sugiere una causa secundaria o genética. Las causas secundarias conocidas de GEFS habitualmente tienen antecedentes conocidos como: obesidad, administración de fármacos, cirugías, infecciones repetitivas; no obstante, los pacientes reportados en REUDERC NO cuentan con los antecedentes de daño secundario por lo que por este motivo se deben hacer pensar en algunas causas genéticas como primera posibilidad. Se tiene conocimiento hoy en día de más de 15 genes relacionados a la ERC por GEFS en la población de adultos. Otras posibles causas son el involucro ambiental, pobreza y marginación, sin embargo, ninguna de estas ha podido ser demostrativa de causalidad. <sup>1,2,9,19,20,21</sup>

En algunos foros de índole internacional se han dado algunas propuestas para las definiciones operacionales de los casos lo cual es indispensable para un mejor estudio de estos pacientes.

### **Medición renal prenatal y postnatal**

Estudio que fue realizado en la universidad Central de Venezuela por Diana Ivy donde se realiza una Biometría renal fetal ecográfica: se toma en cuenta perímetro, volumen, espesor, ancho y longitud renal en función de la edad de gestación. <sup>22</sup>

Las medidas biométricas renales se tomaron mediante un corte transversal, en donde se tomó el ancho (del borde anterior al posterior) y espesor renal (del borde medial al lateral), las circunferencias renal y abdominal y la longitud píelica (del borde anterior al posterior de la pelvis); y mediante un corte longitudinal paravertebral a nivel de cada uno de los riñones se

tomó la longitud renal desde el borde superior al inferior discriminando cuidadosamente a la glándula suprarrenal, figura 31 y 32. <sup>22</sup>

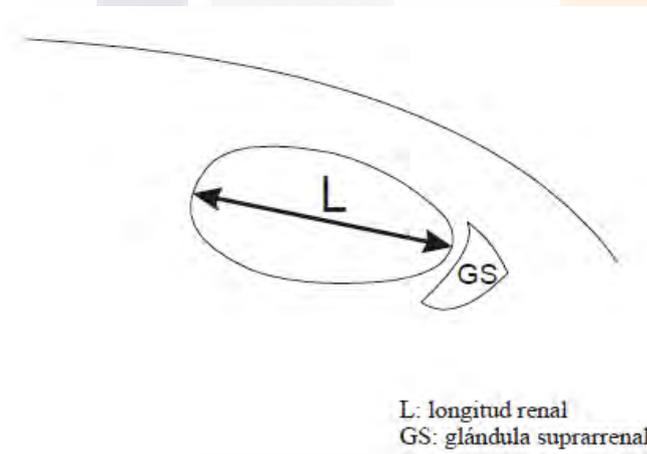
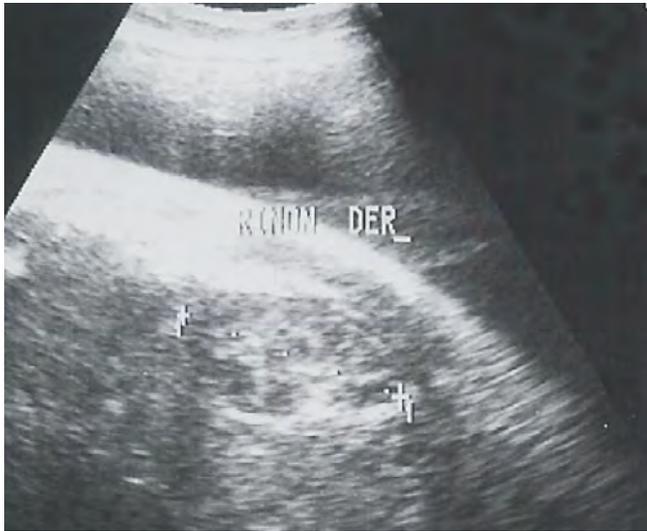
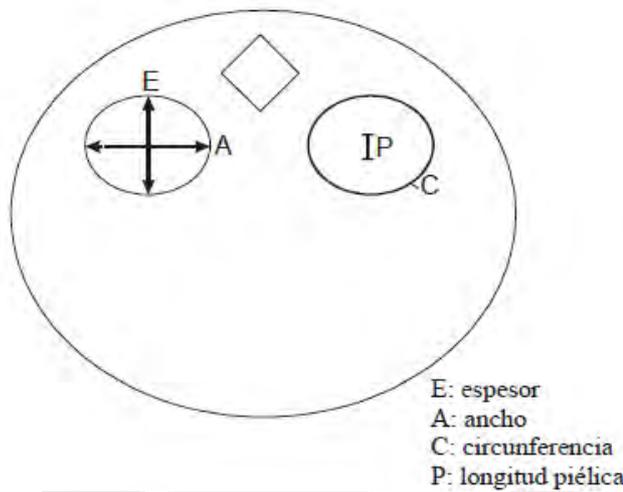


Imagen 30. Diagrama representativo de la medición de la longitud renal fetal por ecografía.



**Imagen 31. Diagrama representativo de la medición del espesor, ancho, circunferencia renal y longitud piélica por ecografía**

Una vez recolectados los datos, se almacenaron, se calcularon en cada edad de gestación los percentiles 5, 25, 50, 75 y 95 para cada una de las variables biométricas estudiadas.

La longitud, espesor, ancho y circunferencia renal muestran un crecimiento progresivo hasta la semana 33 cuando la tasa de crecimiento se hace discretamente menor. La longitud renal se incrementa en aproximadamente 1 mm por semana y sus valores absolutos tienden a coincidir con la edad de gestación.<sup>22</sup>

El cociente renal – abdominal se mantiene relativamente estable hasta la semana 32 cuando tiende a disminuir progresivamente, lo que traduce un menor crecimiento renal con respecto al abdominal.<sup>22</sup>

El volumen renal fetal por semana de gestación, se observó un crecimiento progresivo del parámetro hasta la semana 36, donde la tasa de crecimiento disminuye. <sup>22</sup>

Biometría Renal Fetal Ecográfica. Maternidad "Concepción Palacios" Años 2003-2004

SEMANA GESTACIÓN	N (1212)	P5 (mm)	P25 (mm)	P50 (mm)	P75 (mm)	P95 (mm)
14	42	10,15	12,75	13,34	14,00	15,37
15	40	11,00	14,00	14,56	15,75	16,19
16	48	13,45	15,00	15,75	16,00	17,00
17	42	14,15	16,00	16,95	18,00	19,35
18	36	15,85	17,00	16,93	18,00	21,09
19	42	15,92	18,00	19,34	21,00	22,36
20	40	17,05	19,25	20,50	22,00	22,97
21	38	19,00	21,00	21,75	22,10	25,15
22	44	21,00	22,00	22,70	23,30	26,00
23	46	20,51	22,08	23,55	24,63	27,30
24	42	21,15	24,00	24,85	26,00	27,00
25	42	22,15	25,00	25,50	26,00	28,00
26	38	24,95	26,00	27,56	29,25	32,10
27	50	26,00	27,00	28,60	30,00	32,45
28	36	27,00	28,00	30,17	32,00	35,15
29	44	28,00	30,00	31,36	33,00	34,30
30	54	28,00	31,00	32,48	34,00	36,90
31	40	31,00	32,00	33,47	35,00	36,76
32	42	29,00	31,00	33,31	36,00	39,68
33	50	30,55	33,00	34,86	37,00	39,19
34	54	31,00	34,00	35,60	37,00	41,00
35	48	31,90	35,00	36,21	37,95	39,95
36	42	32,15	35,38	37,15	39,00	41,00
37	38	34,95	36,23	37,67	39,00	41,01
38	46	33,35	36,93	38,60	41,00	42,69
39	48	35,67	38,00	39,97	42,00	44,44
40	38	35,90	37,00	38,99	40,00	45,05
41	42	35,75	37,75	39,67	41,25	45,65

Tabla 3. Longitud renal fetal por semana de gestación en percentiles

Edad gestacional	Media (mm)	Percentil 5 (mm)	Percentil 25 (mm)	Percentil 50 (mm)	Percentil 75 (mm)	Percentil 95 (mm)
36	41.6	35.4	41.3	43	44.5	45.1
37	43.5	35.8	40	43.1	46	54.1
38	42	35.1	40.6	42	44	47
39	41.8	36.4	39.6	41.8	45	48.3
40	43.3	36.8	40.3	43.6	45.7	50.9
41	44.2	37.9	41.5	44.4	47.5	49.7

Tabla 4. Longitud de riñón derecho en recién nacido por semanas de gestación calculada por Capurro en percentiles de nuestro estudio.

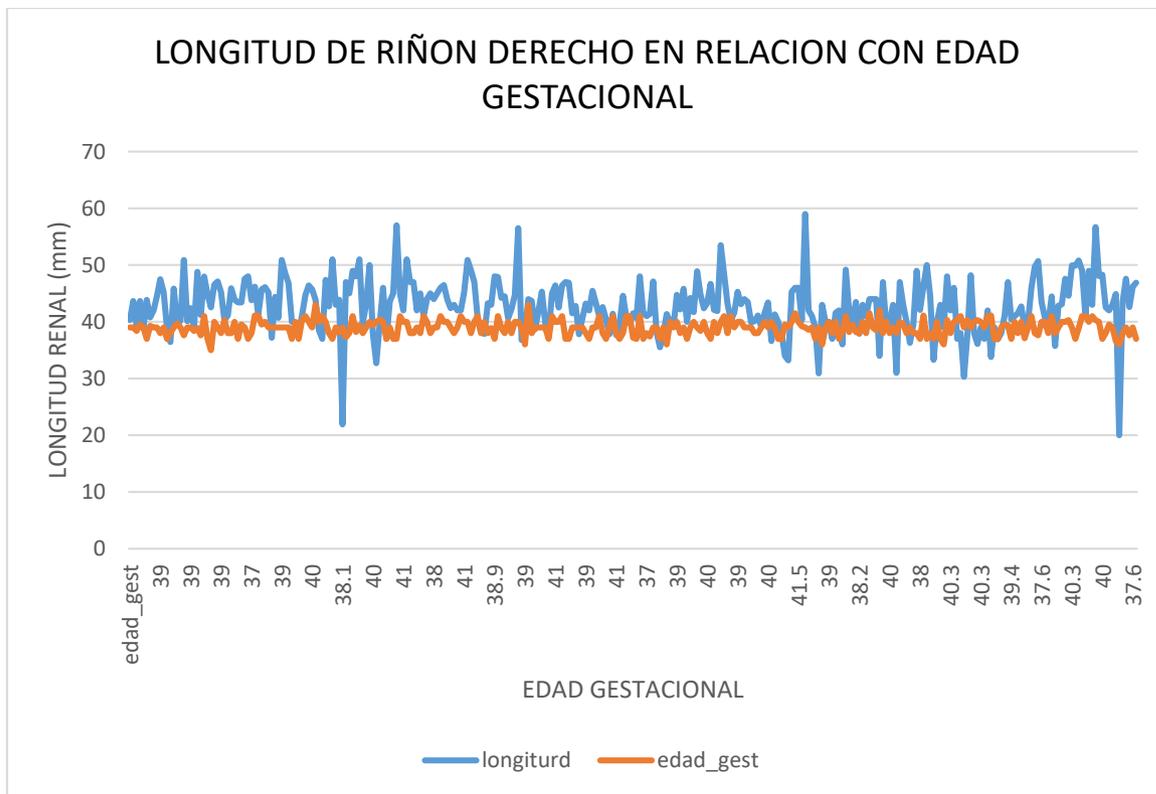


Imagen 32. Gráfica obtenida en nuestro estudio de longitud de riñón derecho en base a edad gestacional

Edad gestacional	Media (mm)	Percentil 5 (mm)	Percentil 25 (mm)	Percentil 50 (mm)	Percentil 75 (mm)	Percentil 95 (mm)
36	40.3	34.6	39	42	42.3	44.4
37	43.3	36.4	40.3	43.6	45.8	49.9
38	42.1	37	39.9	41.9	44.8	47.4
39	46.2	34.1	39.3	43	45.2	49.1
40	44.4	37.2	40.5	44	47.5	52.8
41	44.9	38.4	43.3	45	46.7	52.4

Tabla 5. Longitud de riñón izquierdo en recién nacido por semanas de gestación calculada por Capurro en percentiles de nuestro estudio.

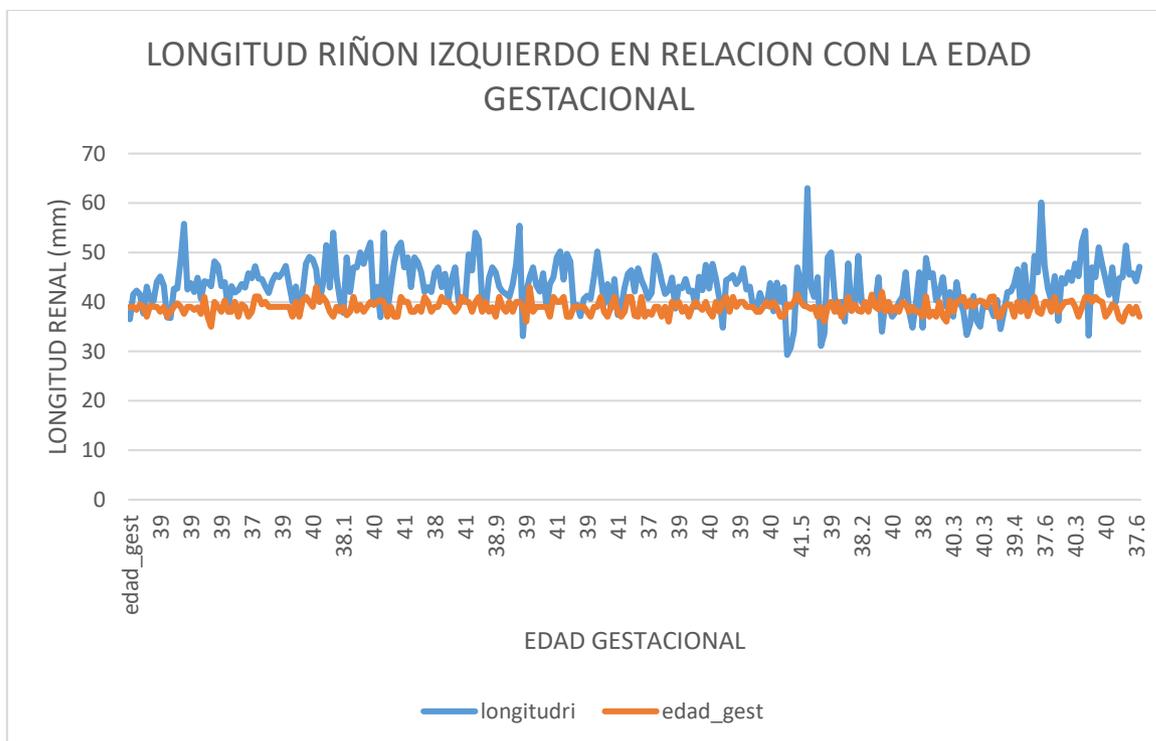


Imagen 33. Gráfica obtenida en nuestro estudio de longitud de riñón izquierdo en base a edad gestacional

Biometría Renal Fetal Ecográfica. Maternidad "Concepción Palacios" Años 2003-2004

SEMANA GESTACIÓN	N (1212)	P5 (mm)	P25 (mm)	P50 (mm)	P75 (mm)	P95 (mm)
14	42	0,20	0,31	0,37	0,41	0,59
15	40	0,24	0,45	0,57	0,71	0,83
16	48	0,36	0,54	0,69	0,84	0,99
17	42	0,47	0,72	1,02	1,12	1,85
18	36	0,85	1,04	1,26	1,47	1,99
19	42	0,72	1,31	1,70	2,09	2,75
20	40	0,98	1,15	1,82	2,58	3,19
21	38	1,39	1,92	2,33	2,62	3,42
22	44	1,98	2,32	2,76	3,05	3,97
23	46	1,75	2,68	3,32	3,89	5,00
24	42	2,39	3,51	4,05	4,76	5,97
25	42	2,61	3,93	4,29	4,66	5,28
26	38	3,75	4,39	5,50	6,27	7,29
27	50	3,34	4,19	5,30	6,17	7,70
28	36	4,49	5,10	6,31	7,35	10,59
29	44	4,74	6,28	7,34	8,61	10,14
30	54	5,18	6,92	7,62	8,34	9,79
31	40	4,63	7,27	9,36	9,34	12,22
32	42	6,61	7,57	9,00	10,67	12,33
33	50	6,22	7,88	9,88	11,49	13,29
34	54	7,18	8,32	9,68	10,72	13,47
35	48	7,28	8,97	10,91	12,64	14,42
36	42	6,98	9,49	11,39	13,59	15,17
37	38	8,60	10,06	11,99	13,79	18,04
38	46	7,64	9,31	11,39	13,01	15,55
39	48	8,62	9,91	12,40	13,91	18,26
40	38	7,85	9,85	11,93	14,69	16,90
41	42	7,43	7,83	11,92	13,76	16,98

Tabla 6. Volumen renal fetal por semana de gestación en percentiles

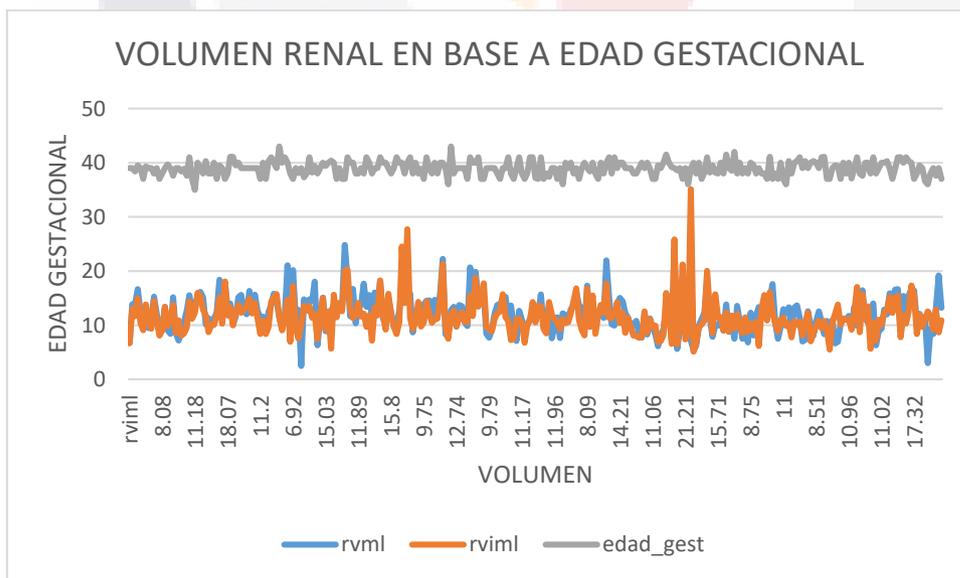


Imagen 34. Gráfica obtenida en nuestro estudio de volúmenes renales en base a edad gestacional

Un estudio realizado por Katrijin Michelsen y col, en hospitales universitarios de Lovaina y hospitales de Brugmann, Bruselas Bélgica llamado MR volumetry of the normal fetal kidney: reference values, su objetivo fue proporcionar valores de referencia para el crecimiento normal del riñón fetal según la volumetría de RM. <sup>23</sup>

Se revisaron base de datos de resonancia magnética fetal de embarazos únicos realizados en el hospital y se obtuvo como resultados que se calcularon los volumen renal bilateral de 274 exámenes de resonancia magnética en 240 feto con edad gestacional entre 20 y 37 semanas los volumen sonaron fuertemente con la edad gestacional no se pudo observar diferencia significativa entre el volumen renal izquierdo y derecho y entre hombres y mujeres para los efectos de mayores de 30 semanas el riñón derecho se observa ligeramente más grande que el riñón izquierdo. <sup>23</sup>

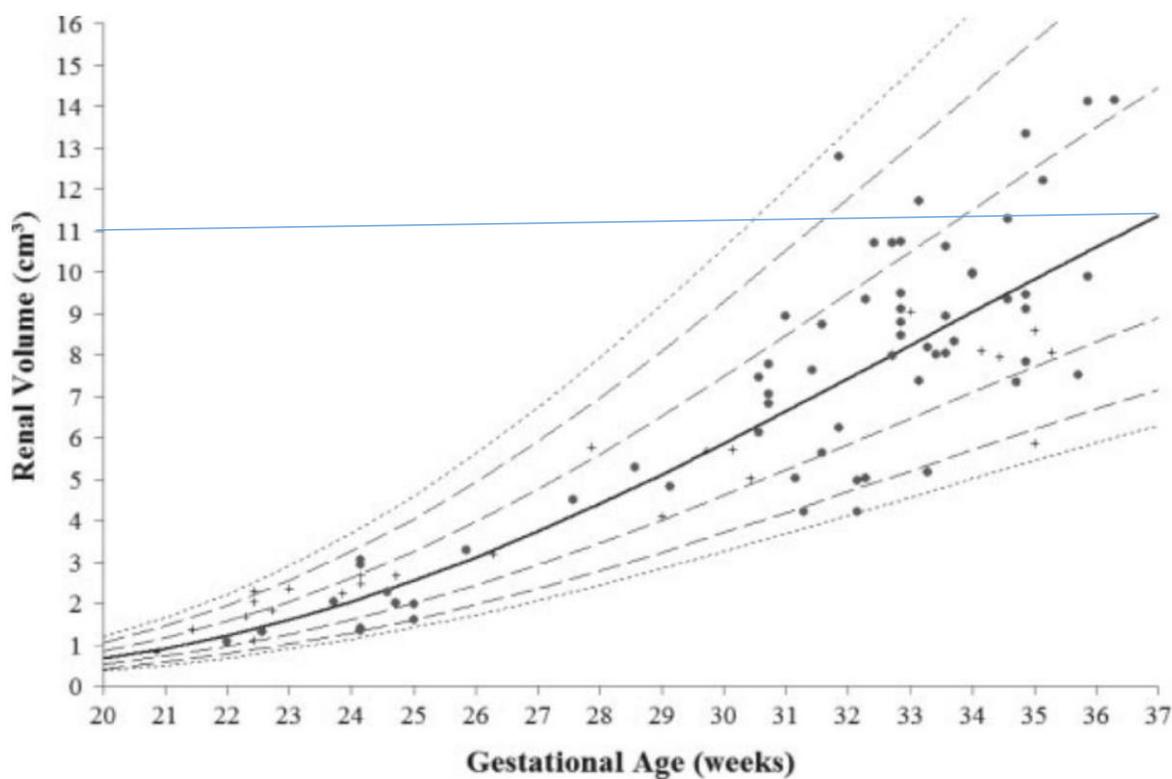


Imagen 35. volúmenes prenatales renales derechos.

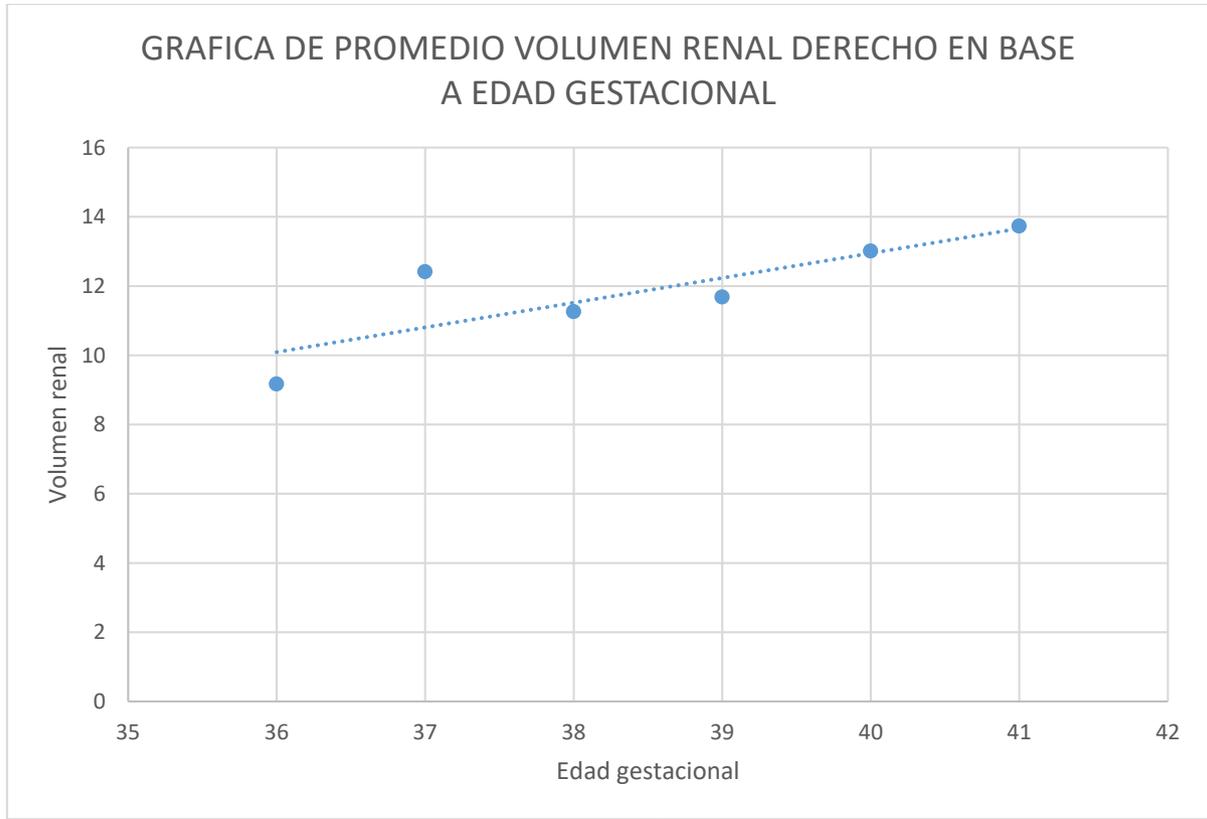


Imagen 36. volumen renal derecho de nuestro estudio en base edad gestacional calculada por Capurro.

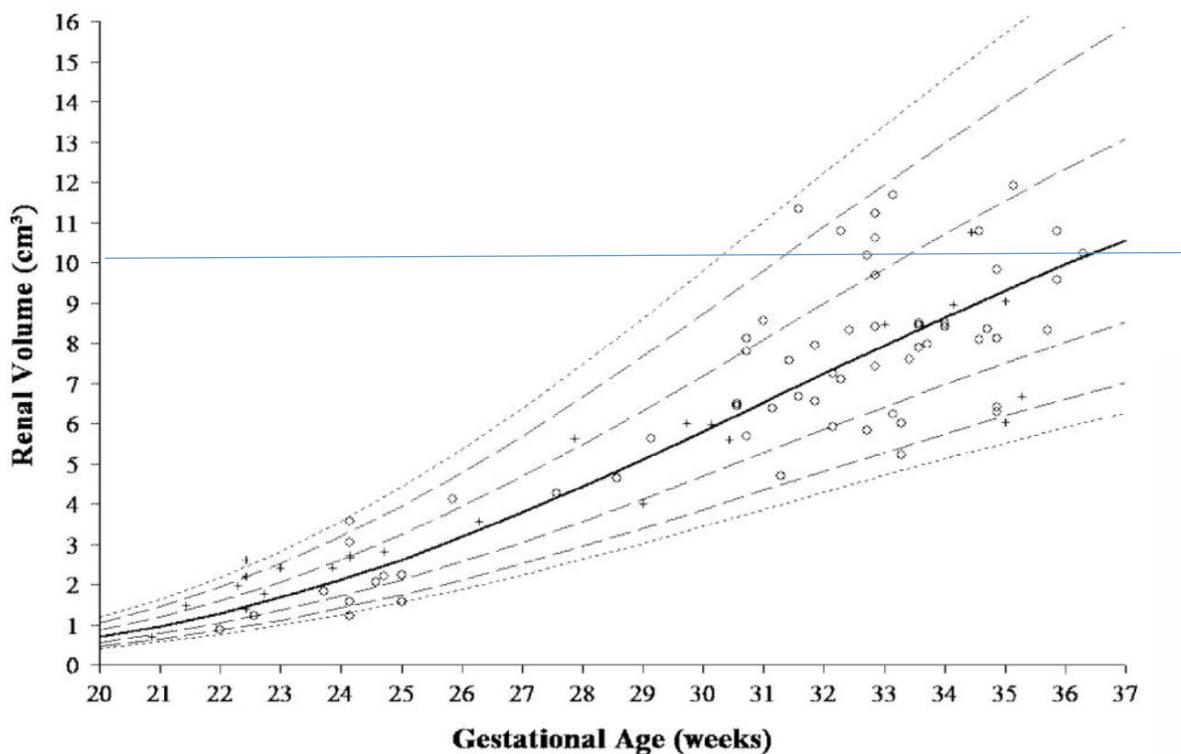


Imagen 37. volúmenes prenatales renales izquierdos.<sup>24</sup>

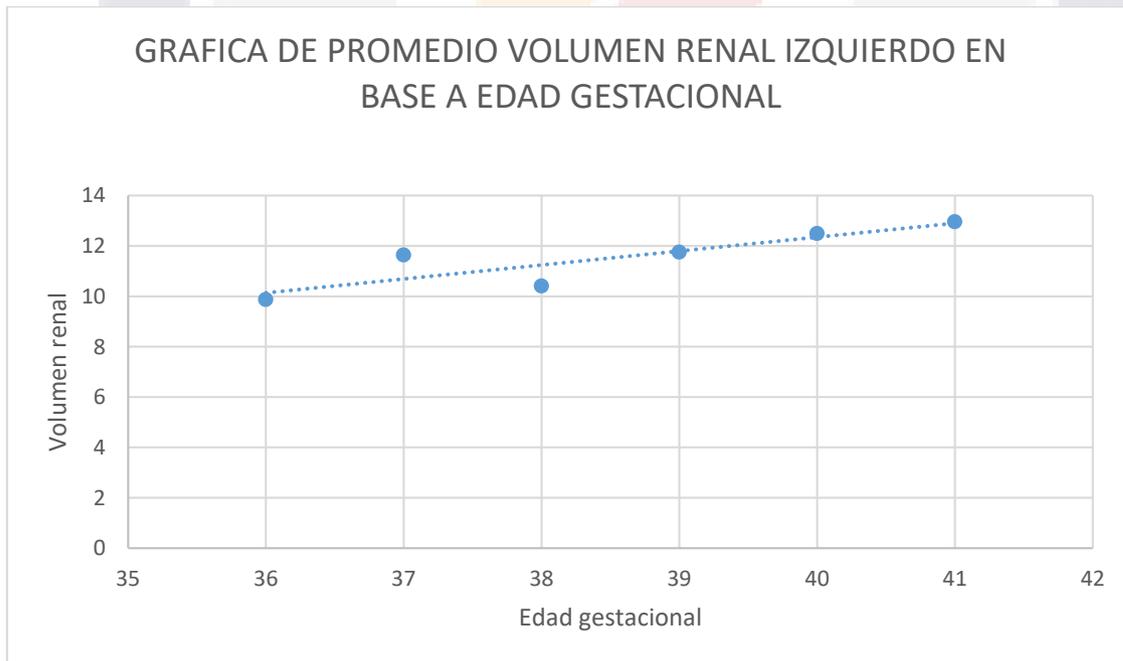


Imagen 38. volumen renal izquierdo de nuestro estudio en base edad gestacional calculada por Capurro.

En el estudio de T. Gavela y col, realizado en el hospital niño Jesús en Madrid España llamado *Estudio ecográfico del tamaño renal en niños*.<sup>18</sup>

El objetivo del estudio fue determinar el tamaño renal de los niños mediante estudio de ecografía; se evaluaron el tamaño de los riñones de 474 niños de comprendían edad de 0 y 18 años a quienes se les realizó un ultrasonido abdominal por motivos distintos a sospecha de patología renal.<sup>18</sup>

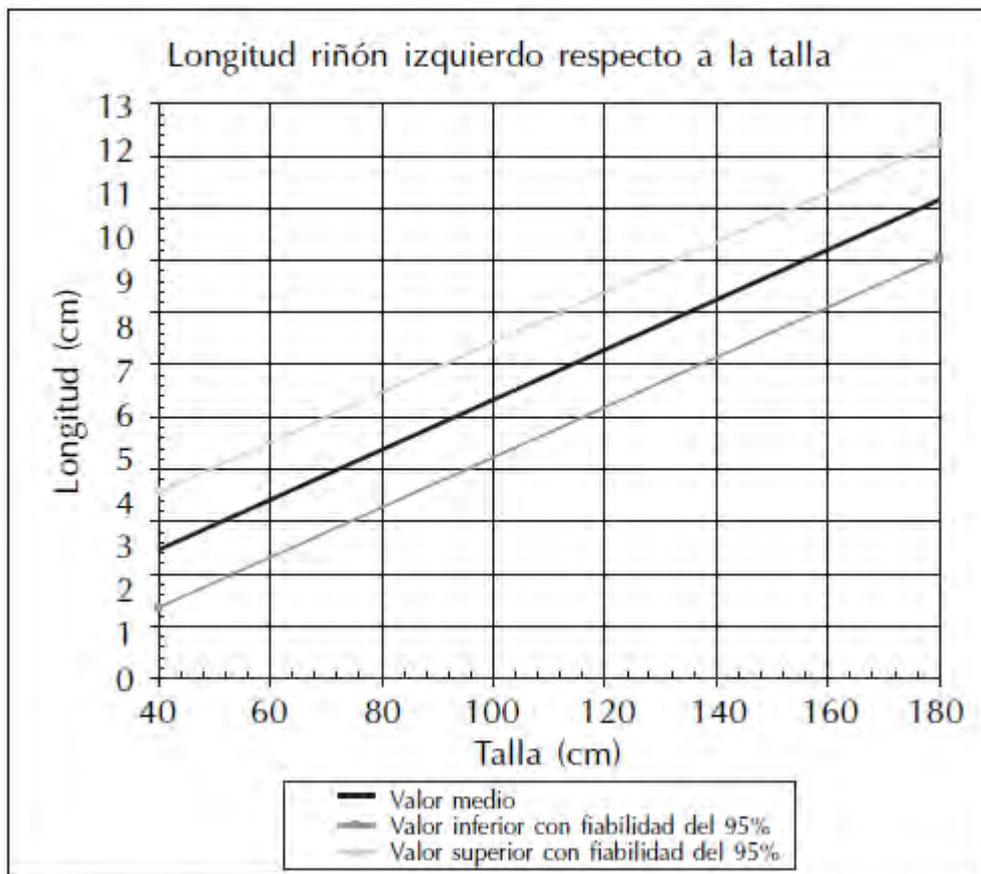


Imagen 39. valores normales del tamaño del riñón izquierdo según talla<sup>3</sup>

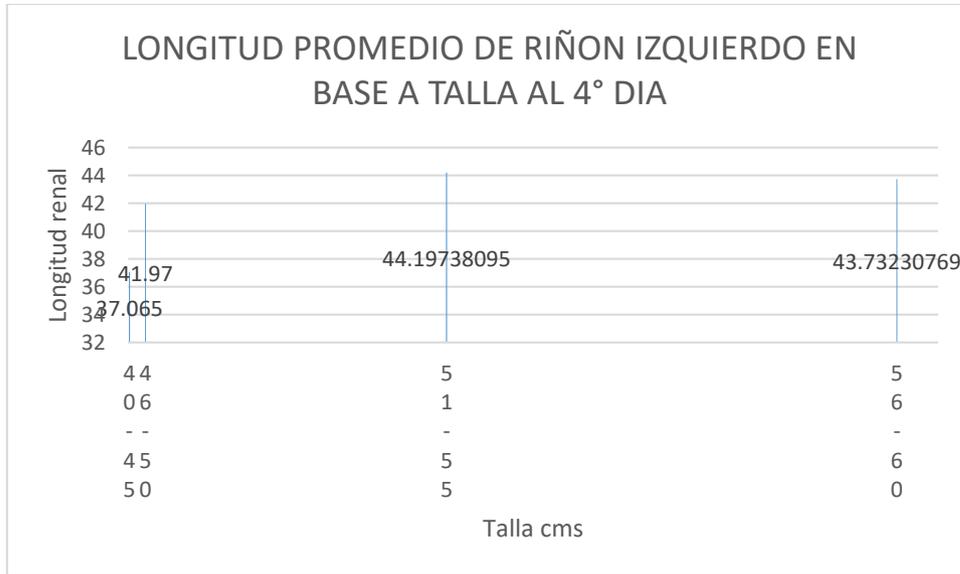


Imagen 40. longitud renal izquierdo de nuestro estudio en base a talla.

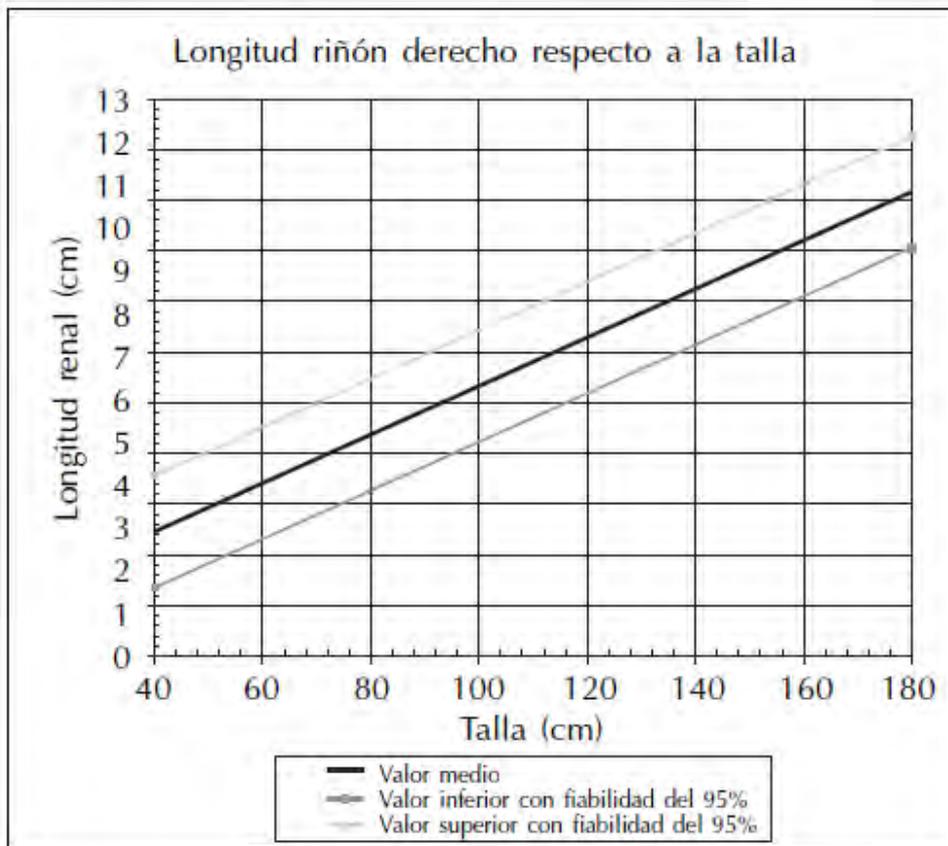
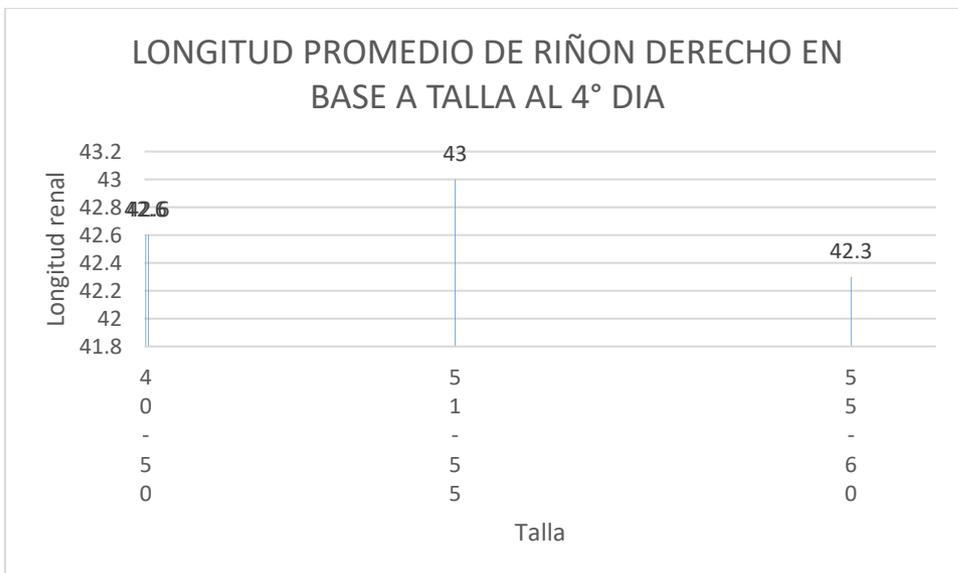
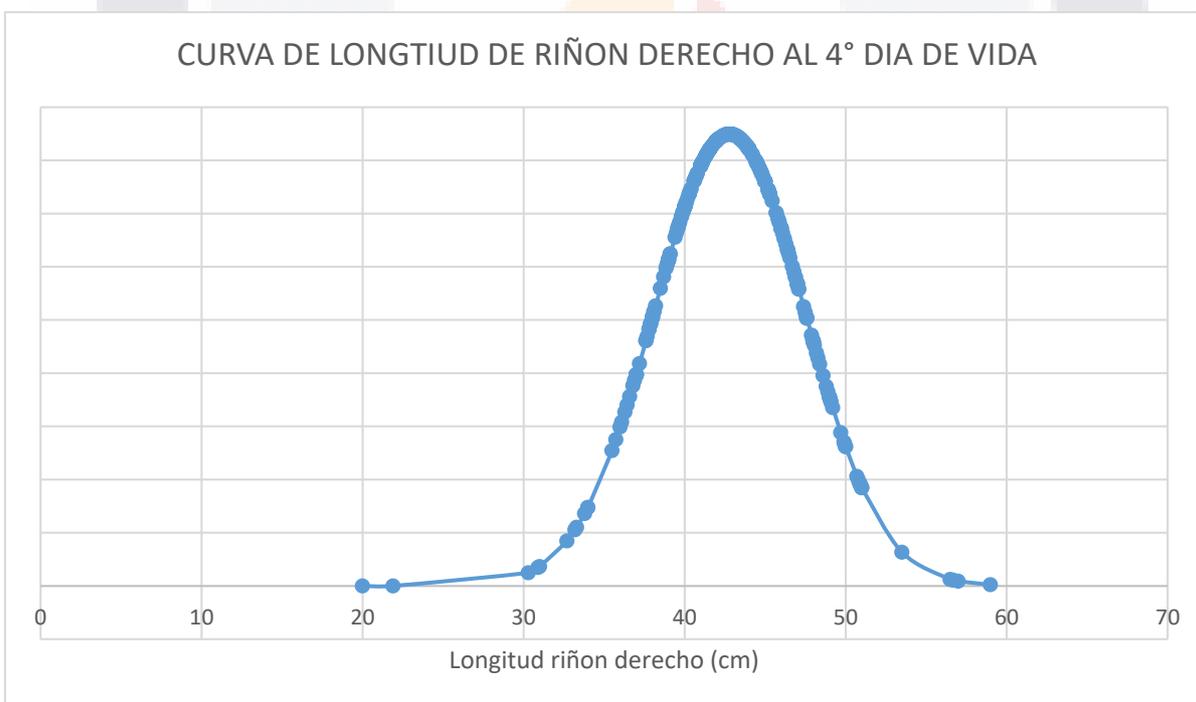


Imagen 41. valores normales del tamaño del riñón derecho según talla



**Imagen 42.** longitud renal derecho de nuestro estudio en base a talla.



**Imagen 43.** curva de longitud renal derecho de nuestro estudio en base a talla.

N	Media	Percentil 0.25	Percentil 5	Percentil 10	Percentil 25	Percentil 50	Percentil 75	Percentil 90	Percentil 95	Percentil 99
299	42.7 mm	33.25 mm	36.1 mm	37.8 mm	40 mm	42.84 mm	45.81 mm	48.2 mm	50 mm	56.7 mm

Tabla 7. Percentiles de longitud de riñón derecho

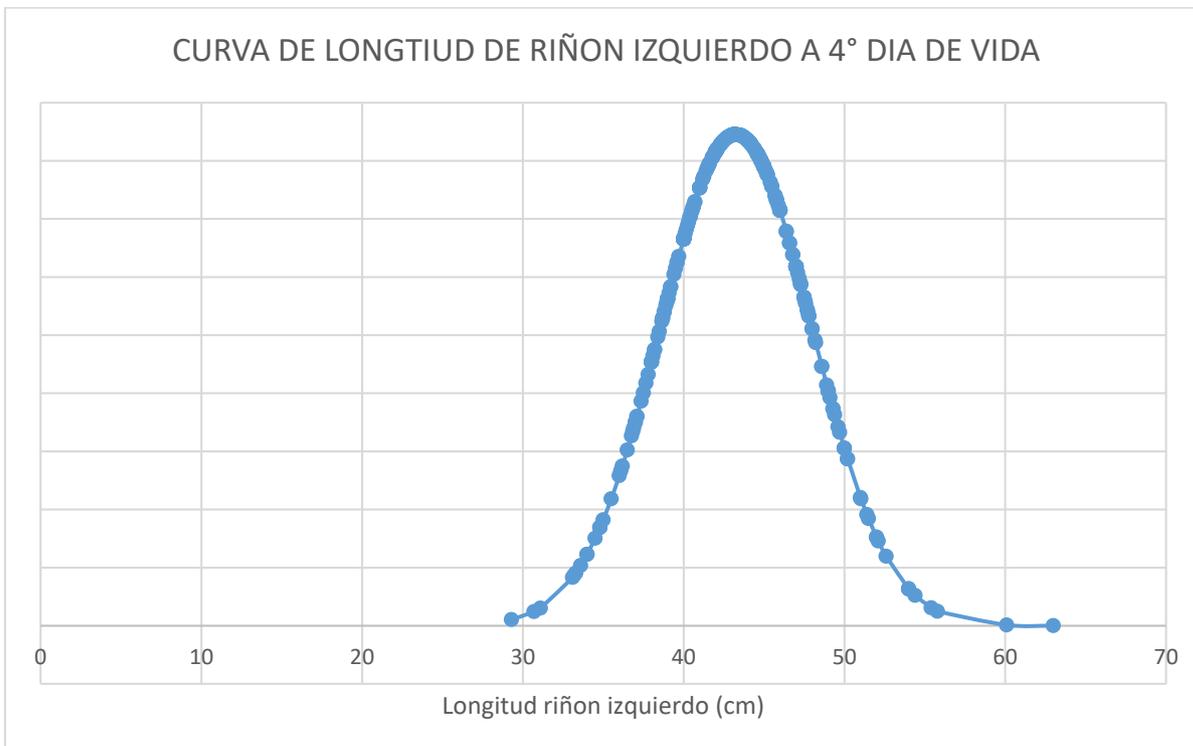


Imagen 44. curva de longitud renal izquierdo de nuestro estudio en base a talla.

N	Media	Percentil 0.25	Percentil 5	Percentil 10	Percentil 25	Percentil 50	Percentil 75	Percentil 90	Percentil 95	Percentil 99
299	43.2 mm	33.8 mm	35.5 mm	37.8 mm	40 mm	43.1 mm	46 mm	49 mm	51.03m m	55.8 mm

Tabla 8. Percentiles de longitud de riñón izquierdo

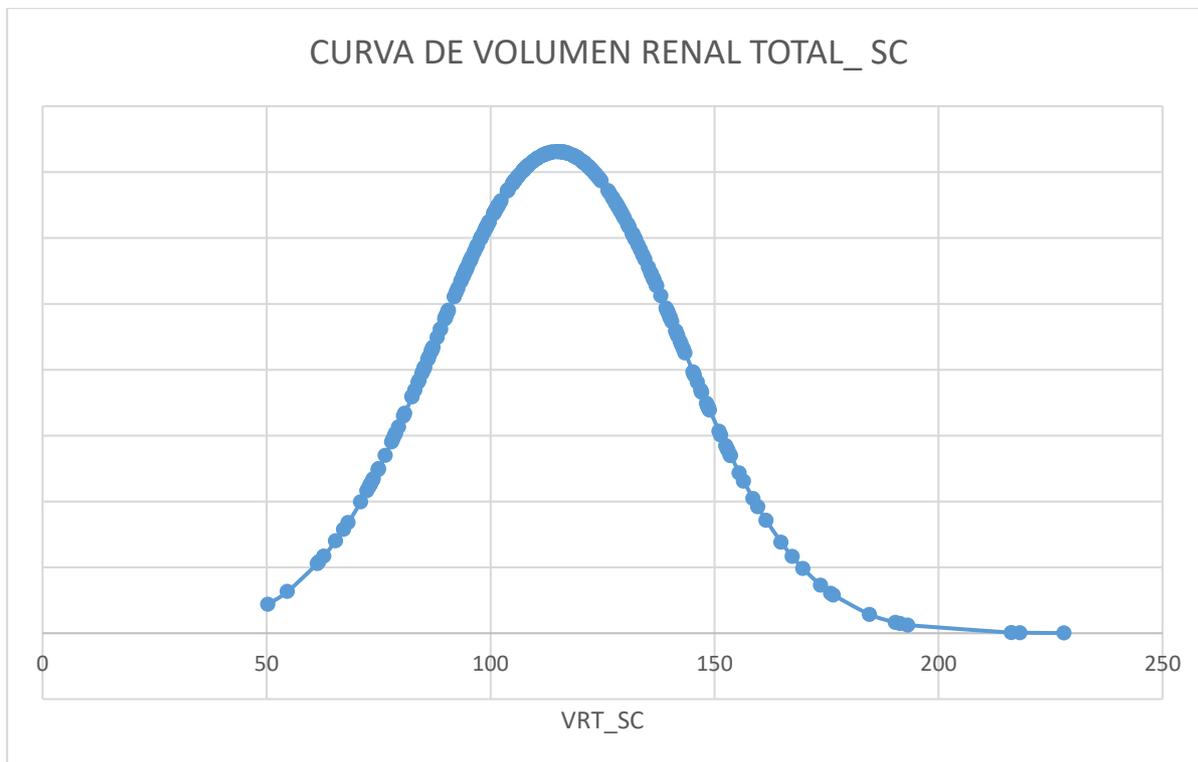


Imagen 45. curva de volumen renal total ajustado a superficie corporal de nuestro estudio.

N	Media	Percentil 0.25	Percentil 5	Percentil 10	Percentil 25	Percentil 50	Percentil 75	Percentil 90	Percentil 95	Percentil 99
299	115 CC	61.4 cc	72.9 cc	79.8 cc	90.7 cc	104.6 cc	121.4 cc	138.8 cc	152.8 cc	175.9 cc

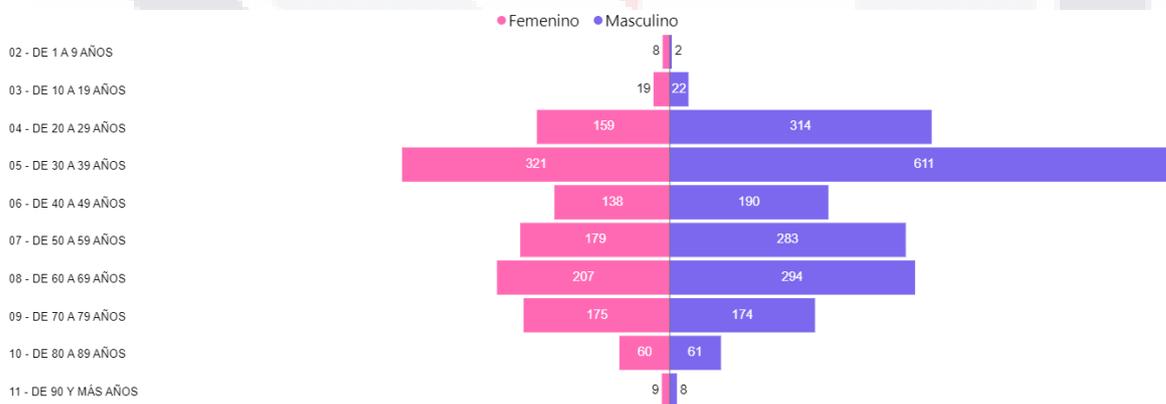
Tabla 9. Percentiles de volumen renal total ajustado a superficie corporal de nuestro estudio.

## Capitulo II Metodología

### Justificación Magnitud e impacto

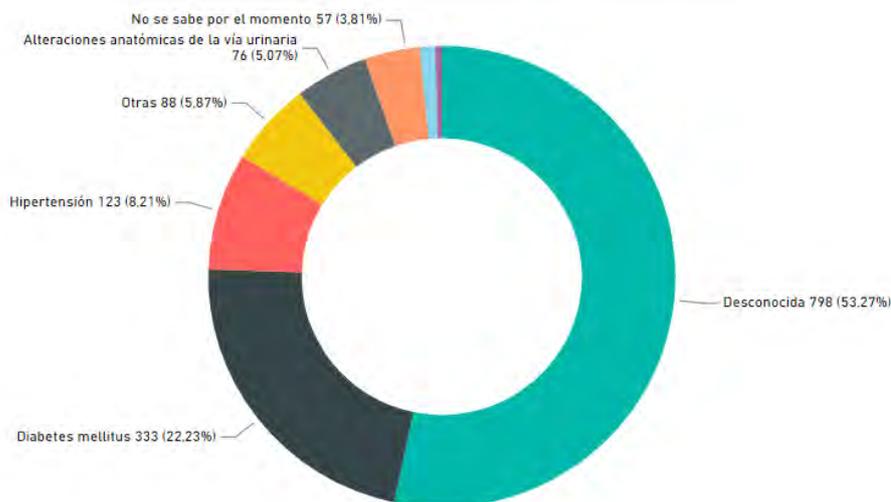
La enfermedad renal crónica (ERC) es una de las patologías de mayor impacto, económico, social y en la salud pública del país. Durante los últimos años la importancia de la ERC en México ha aumentado. Aunado a lo anterior el costo de atención de estas patologías es una de las más altas.

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 30 y 39 años y se observa más en el género masculino que en el femenino (imagen 46), los casos reportados contienen las características de una la ERC de causa NO conocida (imagen 47). Se ha observado 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 para continuar con su seguimiento adecuado y si es posible poder contar con medidas que demoren la evolución a un estadio terminal y con ello tratar de disminuir la prevalencia de ERC.



**Imagen 46.** grupos de edad y sexo de ERC en el estado de Aguascalientes  
<https://www.issea.gob.mx/ercpub/es/reprevalenciaercpbipub.aspx>

CAUSA DE LA ENFERMEDAD



**Imagen 47. causas de ERC en el estado de Aguascalientes**  
<https://www.issea.gob.mx/ercpub/es/reprevalenciaercpbipub.aspx>

**Aplicabilidad**

La enfermedad renal crónica condiciona cambios morfológicos y en las dimensiones renales, por lo que el ultrasonido es un método de evaluación adecuado para valorar forma y tamaño, además que es de fácil acceso, bajo costo, no invasivo y sin exponer a radiación ionizante, en los niños es un adecuado método ya que la grasa subdérmica es de mucho menor grosor que en el adulto por lo que la imagen y la evaluación es muy certera ara valorar tamaño y forma en estos pacientes.

**Factibilidad**

El presente estudio surge a partir de la asociación entre ERC de causa desconocida y su pico de prevalencia en edades de 30 a 39 años. Se realizó un tamizaje a pacientes recién nacidos (4 días de vida extrauterina) en la ciudad de Aguascalientes, con la finalidad de detectar la prevalencia de ERC en etapas tempranas, detectar factores de riesgo antenatales, preconceptionales y así contribuir en evitar o retrasar el deterioro de la enfermedad.

### **Propósito del estudio**

Determinar si existe una relación entre volumen renal en la vida neonatal (4 días de vida extrauterina) independientemente de los factores antropométricos, así como obtener posibles factores de riesgo prenatales y preconceptionales que condicionen una futura ERC, además de desarrollar tablas de percentiles de normalidad en la vida neonatal.

### **Pregunta de tesis**

#### **Hipótesis nula**

El volumen renal neonatal (4 días de vida extrauterina) obtenido por ecografía ajustado a factores antropométricos será una estrategia adecuada para la elaboración de percentiles de normalidad.

#### **Hipótesis alterna**

La elaboración de percentiles de volumen renal en neonatos (4 días de vida extrauterina) obtenido por ecografía, es adecuada para evaluar los riñones de los neonatos de la población mexicana y más a la población hidrocálida.

### **Planteamiento del problema**

La prevalencia PMP (por millón de población) de ERC en el Estado de Aguascalientes es de 2,142 habitantes con ERC excluyendo pacientes trasplantados y Pacientes con ninguna terapia de sustitución renal, los habitantes en Aguascalientes es de 1,453,452 (Fuente: Estimaciones 2021 CONAPO – DGIS)

En el 53.2 % de los casos con ERC es secundaria a causa desconocida y sólo el 22 % y 8% es debida a Diabetes Mellitus e Hipertensión arterial sistémica respectivamente. El principal grupo etario afectado es de 30-39 años.

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 banderas rojas para diversas enfermedades que pueden ser detectadas en etapas tempranas y evitar su progresión a estadios terminales; para ello es necesario contar

con medidas de normalidad estandarizadas ya sea percentiles o tablas que sirvan como referencia de acuerdo a las características antropométricas de la población.

**Objetivo general**

Evaluar el volumen de los riñones por ecografía en neonatos (4 días de vida extrauterina)

**Objetivo específico**

Determinar el tamaño renal normal por ecografía de los niños, analizando la relación entre peso y talla al 4° día de vida extrauterina y lograr obtener tablas de estandarización y normalidad en este grupo de edad.

**Tipo de estudio**

Retrospectivo, transversal, analítico.

**Población en estudio**

Neonatos a término, hijos de mujeres pacientes del hospital de la Mujer Aguascalientes que hayan cursado un embarazo normo evolutivo, sin comorbilidades, nacidos entre febrero del 2022 y agosto del 2023.

**Criterios de selección (inclusión)**

- Mujeres embarazadas mayores de 18 años
- Mujeres embarazadas menores de 40 años
- Única comorbilidad obesidad
- Residentes de mínimo 1 año del municipio de Aguascalientes

**Criterios de selección (exclusión)**

- Mujeres embarazadas con menos de 18 años

- Mujeres embarazadas con más de 40 años
- Embarazo a término
- Cualquier enfermedad durante o antes del embarazo
- No residentes del municipio de Aguascalientes

### **Descripción y operación de las variables**

- Se realizó ecografía renal a los niños recién nacidos al 4° día de vida extrauterina de las madres incluidas en el estudio.
- Se obtuvieron medidas de ambos riñones en sus dimensiones longitudinal, transverso y antero-posterior.
- Se realizó cálculo del volumen renal de los tres ejes con fórmula elipsoide.
- Se establecieron percentiles con base a volumen renal.
- Se tomaron variables como peso, edad y superficie corporal, volumen renal y percentiles.

### **Análisis estadístico**

Se utilizó estadísticas descriptivas según el tipo de variable y para las variables continuas de distribución normal se utilizó media y desviación estándar, para las variables continuas de distribución no paramétrica se utilizó mediana y las variables dicotómicas y ordinales se expresaron con frecuencia relativa y absolutas y probablemente se construirán gráficas de normalidad con base a percentil 5, 50 y 95 y media  $\pm$  2 desviación estándar.

Para la construcción de las tablas de normalidad se utilizaron percentiles y se describieron los diferentes parámetros de Dimensión renal como longitud y volumen ajustado a superficie corporal mediante media con intervalos de confianza a 95%

Se utilizaron percentiles de volumen renal para la superficie corporal: 0.25, 0.5, 10, 25, 50, 75, 90 y 99. Para el análisis estadístico se utilizó el software STATA versión 12.

### **Tipo de muestreo**

Probabilístico

## Capítulo III

### Material y métodos

#### Características particulares del lugar y población de estudio

Primero se seleccionó a las pacientes y bajo informe y consentimiento firmado, se les explicó a las participantes de lo que se trataba el estudio, esto se llevó a cabo en el hospital de la mujer de la ciudad de Aguascalientes se realizaron 299 ultrasonidos renales en pacientes recién nacidos de 4 días de vida extrauterina, productos a término y de madres sanas, de edad entre 18-40 años y originarias del municipio de Aguascalientes.

#### Evaluación por imagen

Se realizaron ultrasonido renal a los pacientes nacidos en el hospital de la mujer, tras cuatro días posterior al nacimiento, obteniendo imágenes en axiales y sagitales para obtener medidas de los tres ejes para obtener volumen renal mediante fórmula elipsoide  $Volumen = \frac{\pi}{6} (longitudinal \times antero-posterior \times transverso)$ , el equipo de ultrasonido fue un equipo portátil marca SonoScape empleando sonda lineal de 7 MHz y convexa de 3-5 MHz.

#### Consideraciones éticas

Se aplicó siempre el reglamento de la Ley General de salud en Materia de investigación para la Salud, así como, la declaración de Helsinki, avalada por la asociación Médica mundial en 1964.

El protocolo fue sometido y aprobado por el comité de ética del Centenario Hospital Miguel Hidalgo el 30 de noviembre del 2023 con número de aprobación 2023-R-59

#### Recursos para el estudio

##### Recursos humanos:

- Residentes de la especialidad de Imagenología del CHMH.
- Residentes de la especialidad de ginecología y obstétrica del hospital de la mujer de Aguascalientes.

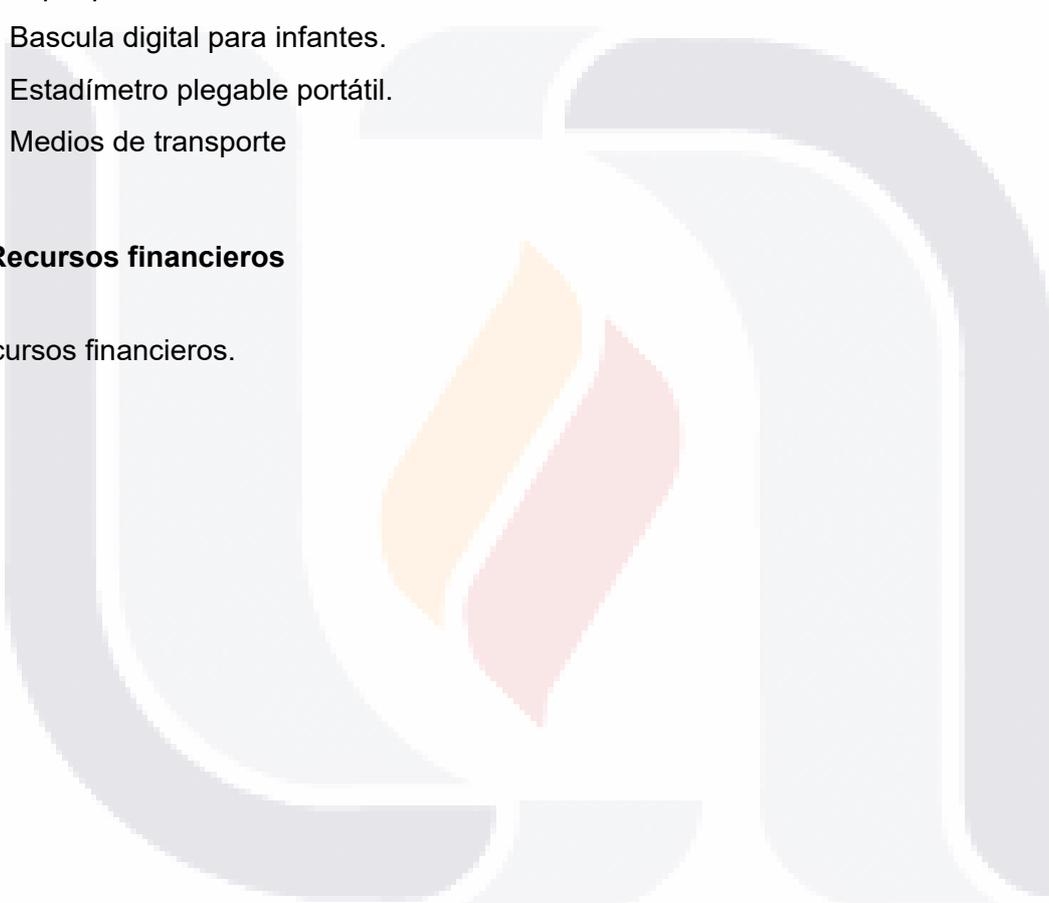
- Médicos adscritos la especialidad de Imagenología del CHMH.
- Médicos pasantes en servicio social.

**Recursos materiales**

- Ultrasonido portátil marca SonoScape modelo EV2 con sonda lineal y convexa de 7 y 3 MHz respectivamente.
- Lap top.
- Bascula digital para infantes.
- Estadímetro plegable portátil.
- Medios de transporte

**Recursos financieros**

Sin recursos financieros.



## Capitulo IV

### Resultados

Se realizó un total de 299 ultrasonidos en niños recién nacidos que en ese momento tenían cuatro días de vida extrauterina, con un total de 137 recién nacidos del sexo femenino representando el 45.8% y 162 masculinos siendo el 54.2%.

Las curvas de distribución de longitud en base a sexo se observan con un ligero mayor crecimiento en varones que en mujeres y a su vez el riñón izquierdo con mayor crecimiento en comparación con el contralateral.

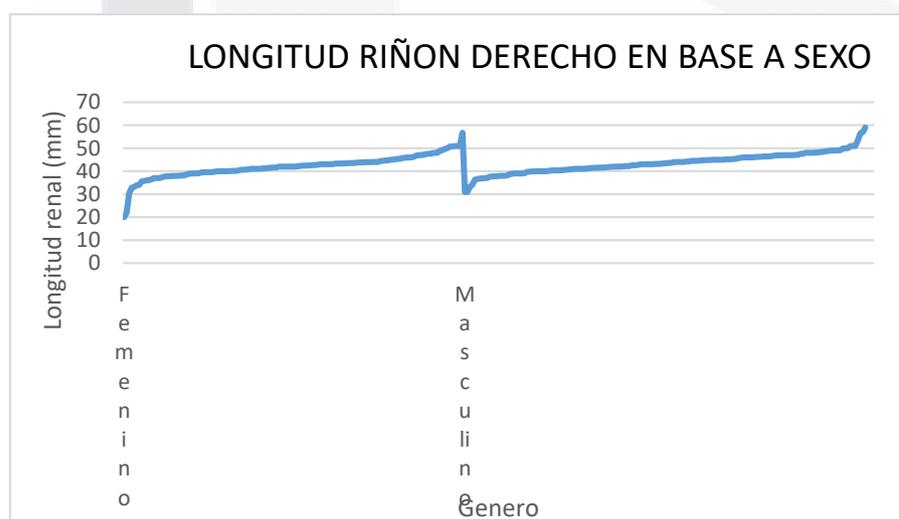


Imagen 48. Longitud de riñón derecho por sexo de nuestro estudio

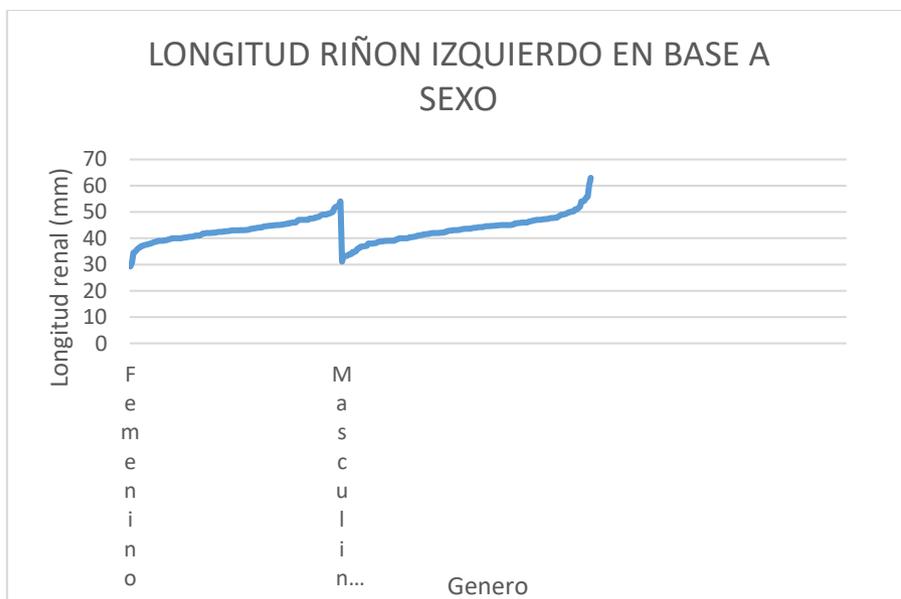


Imagen 49. Longitud de riñón izquierdo por sexo de nuestro estudio

**Riñón derecho**

Genero	n	Promedio	Percentil 5	Percentil 50	Percentil 95
Femenino	137	41.9	35.2	42	49.6
Masculino	162	43.5	37	43.4	49.9

Tabla 10. Percentiles de longitud de riñón derecho de nuestro estudio

**Riñón izquierdo**

Genero	n	Promedio	Percentil 5	Percentil 50	Percentil 95
Femenino	137	43	36.9	43	49.4
Masculino	162	43.4	34.8	43.6	51.4

Tabla 11. Longitud de riñón izquierdo por sexo de nuestro estudio

En cuanto a la longitud renal en base a la talla se observa sin cambios tanto en riñón izquierdo como derecho y se mantuvieron de manera casi lineal, la talla más baja fue de 44.5 cms tanto para varón como para mujer.

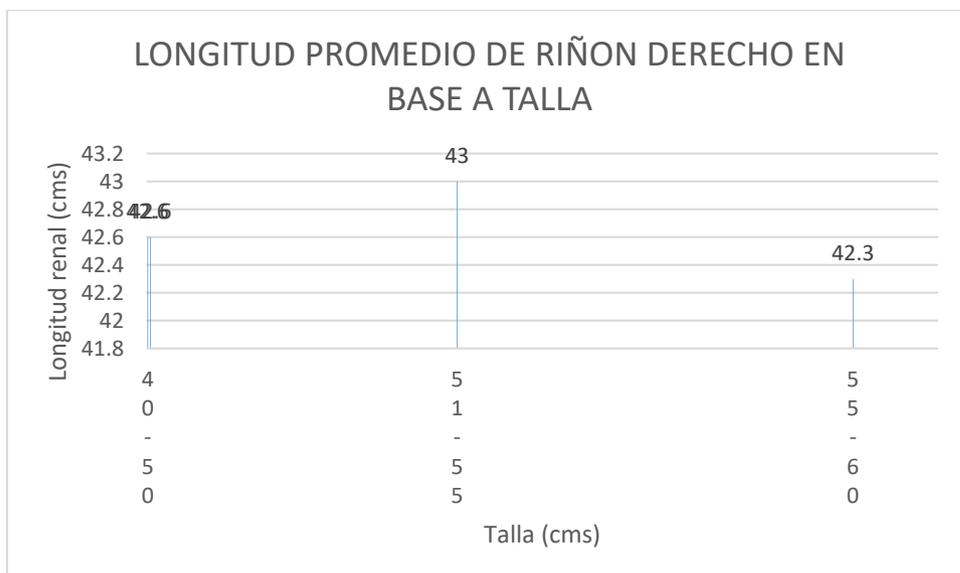


Imagen 50. grafica de longitud promedio de riñón derecho en base a talla

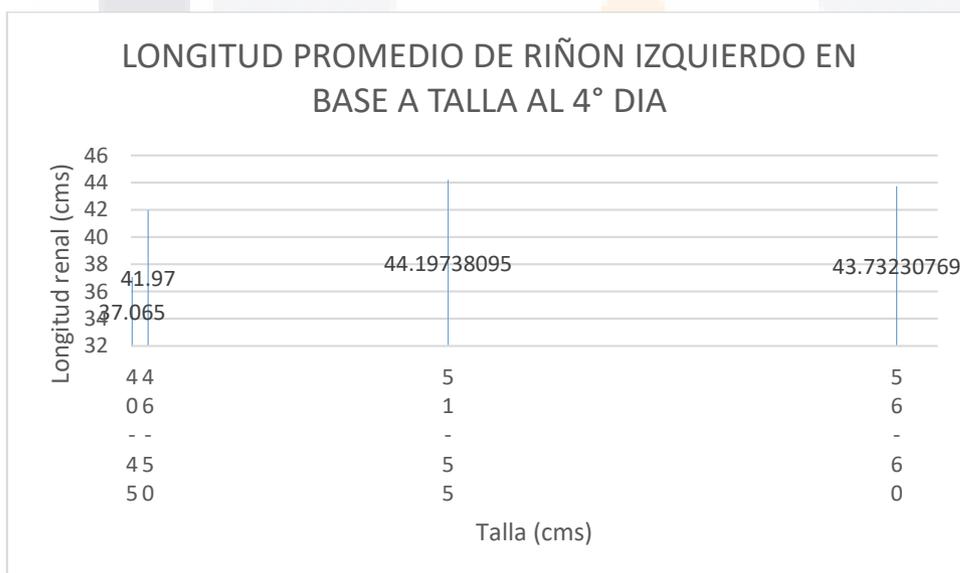


Imagen 51. grafica de longitud promedio de riñón izquierdo en base a talla

En cuanto al volumen renal, solo en un paciente femenino se observa de 179 ml/m<sup>2</sup>, el resto no se observan cambios y la gráfica se observa con una dirección gradual como se observa de la siguiente manera

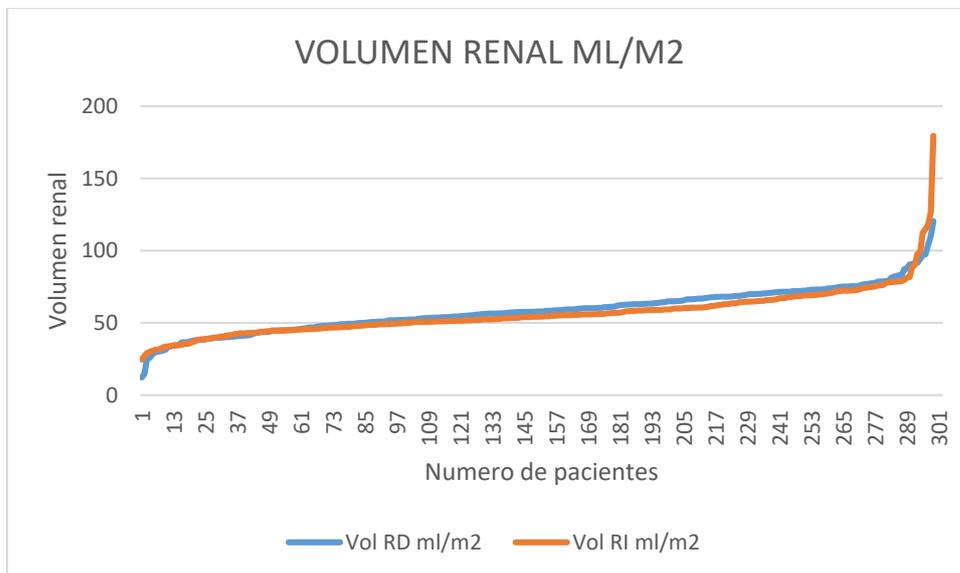


Imagen 52. volumen de ambos riñones de todos los pacientes de nuestro estudio

Vol renal ml/m2	Promedio	Percentil 2.5	Percentil 5	Percentil 10	Percentil 25	Percentil 50	Percentil 75	Percentil 90	Percentil 95	Percentil 99
RD	58.6	30.5	36.3	39.8	48.9	57.8	68.6	75.4	82	97.6
RI	56.4	32.3	34.7	40.5	47	54.3	63.6	72.5	78.4	115.1

Tabla 12. Percentiles de volumen renal individualizados

## Discusión

Se realizó una comparación analítica de nuestro estudio con los estudios que se realizaron en Venezuela, Bélgica y Madrid.

La primera comparación es con el estudio de Venezuela, donde el objetivo fue establecer mediante ecografía los valores normales de biometría renal fetal entre las 14 y 41 semanas de gestación; la tabla de longitud y volumen renal se obtuvieron como medida única para ambos riñones.<sup>22</sup>

Lo siguiente fueron sus resultados:

**Biometría Renal Fetal Ecográfica. Maternidad "Concepción Palacios" Años 2003-2004**

SEMANA GESTACIÓN	N (12112)	P5 (mm)	P25 (mm)	P50 (mm)	P75 (mm)	P95 (mm)
14	42	10,15	12,75	13,34	14,00	15,37
15	40	11,00	14,00	14,56	15,75	16,19
16	48	13,45	15,00	15,75	16,00	17,00
17	42	14,15	16,00	16,95	18,00	19,35
18	36	15,85	17,00	16,93	18,00	21,09
19	42	15,92	18,00	19,34	21,00	22,36
20	40	17,05	19,25	20,50	22,00	22,97
21	38	19,00	21,00	21,75	22,10	25,15
22	44	21,00	22,00	22,70	23,30	26,00
23	46	20,51	22,08	23,55	24,63	27,30
24	42	21,15	24,00	24,85	26,00	27,00
25	42	22,15	25,00	25,50	26,00	28,00
26	38	24,95	26,00	27,56	29,25	32,10
27	50	26,00	27,00	28,60	30,00	32,45
28	36	27,00	28,00	30,17	32,00	35,15
29	44	28,00	30,00	31,36	33,00	34,30
30	54	28,00	31,00	32,48	34,00	36,90
31	40	31,00	32,00	33,47	35,00	36,76
32	42	29,00	31,00	33,31	36,00	39,68
33	50	30,55	33,00	34,86	37,00	39,19
34	54	31,00	34,00	35,60	37,00	41,00
35	48	31,90	35,00	36,21	37,95	39,95
36	42	32,15	35,38	37,15	39,00	41,00
37	38	34,95	36,23	37,67	39,00	41,01
38	46	33,35	36,93	38,60	41,00	42,69
39	48	35,67	38,00	39,97	42,00	44,44
40	38	35,90	37,00	38,99	40,00	45,05
41	42	35,75	37,75	39,67	41,25	45,65

**Tabla 13. Longitud renal fetal por semana de gestación en percentiles**

Los resultados de nuestro estudio se muestran a continuación:

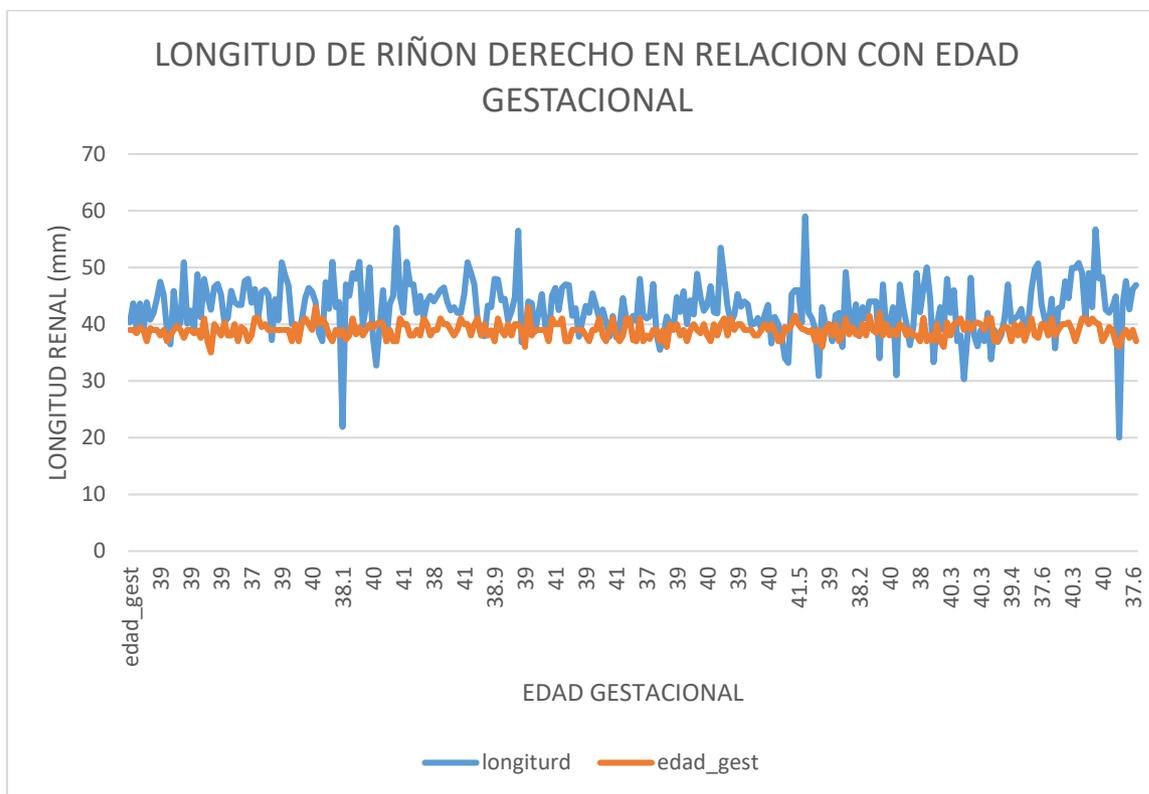


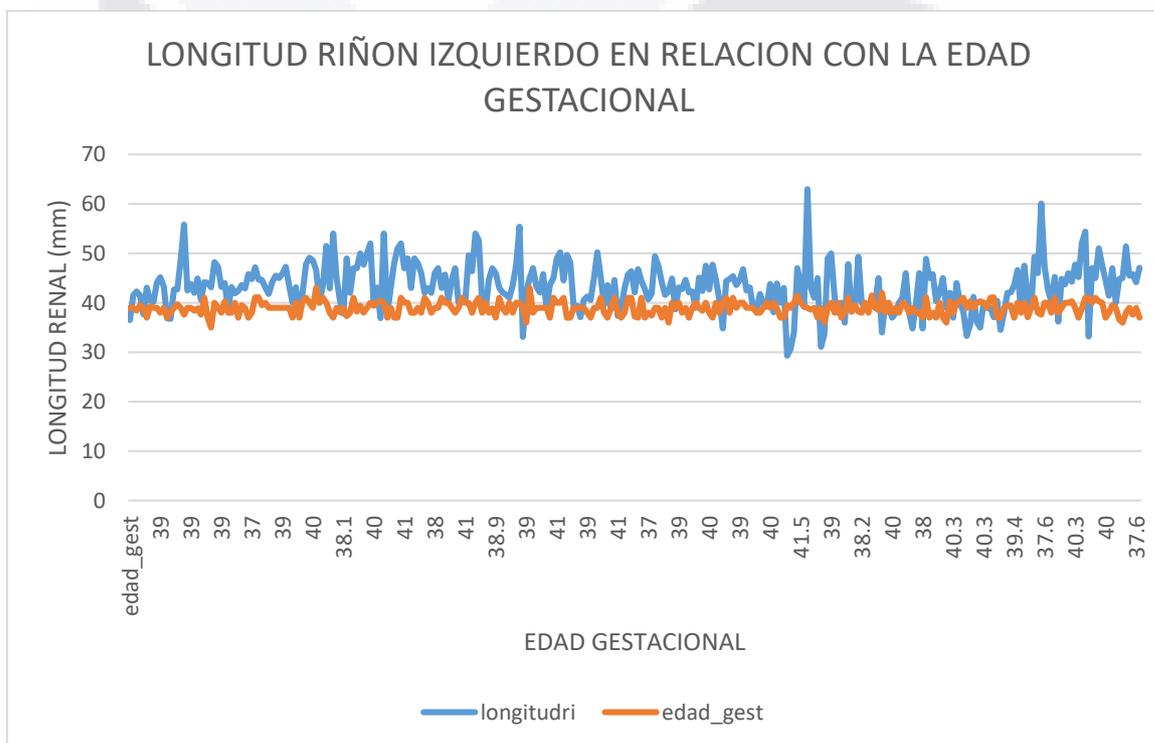
Imagen 53. Gráfica de nuestro estudio de longitud de riñón derecho en base a edad gestacional

Edad gestacional	Media (mm)	Percentil 5 (mm)	Percentil 25 (mm)	Percentil 50 (mm)	Percentil 75 (mm)	Percentil 95 (mm)
36	41.6	35.4	41.3	43	44.5	45.1
37	43.5	35.8	40	43.1	46	54.1
38	42	35.1	40.6	42	44	47
39	41.8	36.4	39.6	41.8	45	48.3
40	43.3	36.8	40.3	43.6	45.7	50.9
41	44.2	37.9	41.5	44.4	47.5	49.7

Tabla 14. Percentiles de longitud de riñón derecho por semanas de gestación calculada por Capurro de nuestro estudio

Edad gestacional	Media (mm)	Percentil 5 (mm)	Percentil 25 (mm)	Percentil 50 (mm)	Percentil 75 (mm)	Percentil 95 (mm)
36	40.3	34.6	39	42	42.3	44.4
37	43.3	36.4	40.3	43.6	45.8	49.9
38	42.1	37	39.9	41.9	44.8	47.4
39	46.2	34.1	39.3	43	45.2	49.1
40	44.4	37.2	40.5	44	47.5	52.8
41	44.9	38.4	43.3	45	46.7	52.4

**Tabla 15. Percentiles de longitud de riñón izquierdo por semanas de gestación calculada por Capurro de nuestro estudio**

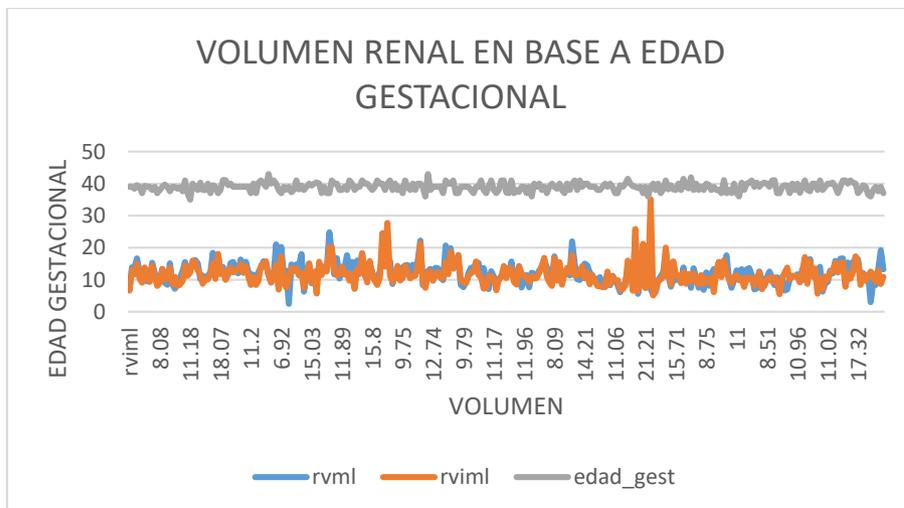


**Imagen 54. Gráfica obtenida en nuestro estudio de longitud de riñón izquierdo en base a edad gestacional**

Biometría Renal Fetal Ecográfica. Maternidad "Concepción Palacios" Años 2003-2004

SEMANA GESTACIÓN	N (1212)	P5 (mm)	P25 (mm)	P50 (mm)	P75 (mm)	P95 (mm)
14	42	0,20	0,31	0,37	0,41	0,59
15	40	0,24	0,45	0,57	0,71	0,83
16	48	0,36	0,54	0,69	0,84	0,99
17	42	0,47	0,72	1,02	1,12	1,85
18	36	0,85	1,04	1,26	1,47	1,99
19	42	0,72	1,31	1,70	2,09	2,75
20	40	0,98	1,15	1,82	2,58	3,19
21	38	1,39	1,92	2,33	2,62	3,42
22	44	1,98	2,32	2,76	3,05	3,97
23	46	1,75	2,68	3,32	3,89	5,00
24	42	2,39	3,51	4,05	4,76	5,97
25	42	2,61	3,93	4,29	4,66	5,28
26	38	3,75	4,39	5,50	6,27	7,29
27	50	3,34	4,19	5,30	6,17	7,70
28	36	4,49	5,10	6,31	7,35	10,59
29	44	4,74	6,28	7,34	8,61	10,14
30	54	5,18	6,92	7,62	8,34	9,79
31	40	4,63	7,27	9,36	9,34	12,22
32	42	6,61	7,57	9,00	10,67	12,33
33	50	6,22	7,88	9,88	11,49	13,29
34	54	7,18	8,32	9,68	10,72	13,47
35	48	7,28	8,97	10,91	12,64	14,42
36	42	6,98	9,49	11,39	13,59	15,17
37	38	8,60	10,06	11,99	13,79	18,04
38	46	7,64	9,31	11,39	13,01	15,55
39	48	8,62	9,91	12,40	13,91	18,26
40	38	7,85	9,85	11,93	14,69	16,90
41	42	7,43	7,83	11,92	13,76	16,98

Tabla 16. Volumen renal fetal por semana de gestación en percentiles



**Imagen 55. volúmenes renales en base a edad gestacional**

El volumen y longitud renal de los niños de Aguascalientes es discretamente mayor al comparado con el volumen renal de los niños venezolanos.

El segundo estudio analizado fue el realizado por Katrijin Michelsen y col, en hospitales universitarios de Lovaina y hospitales de Brugmann, Bruselas Bélgica llamado MR volumetry of the normal fetal kidney: reference values, su objetivo fue proporcionar valores de referencia para el crecimiento normal del riñón fetal según la volumetría de RM. <sup>22</sup>

Se obtuvo como resultados que se calcularon los volúmenes renales bilaterales de 274 exámenes de resonancia magnética en 240 feto con edad gestacional entre 20 y 37 semanas los volúmenes sonaron fuertemente con la edad gestacional no se pudo observar diferencia significativa entre el volumen renal izquierdo y derecho y entre hombres y mujeres para los efectos de mayores de 30 semanas el riñón derecho ligeramente más grande que el izquierdo.

Sus resultados se muestran de la siguiente manera: <sup>22</sup>

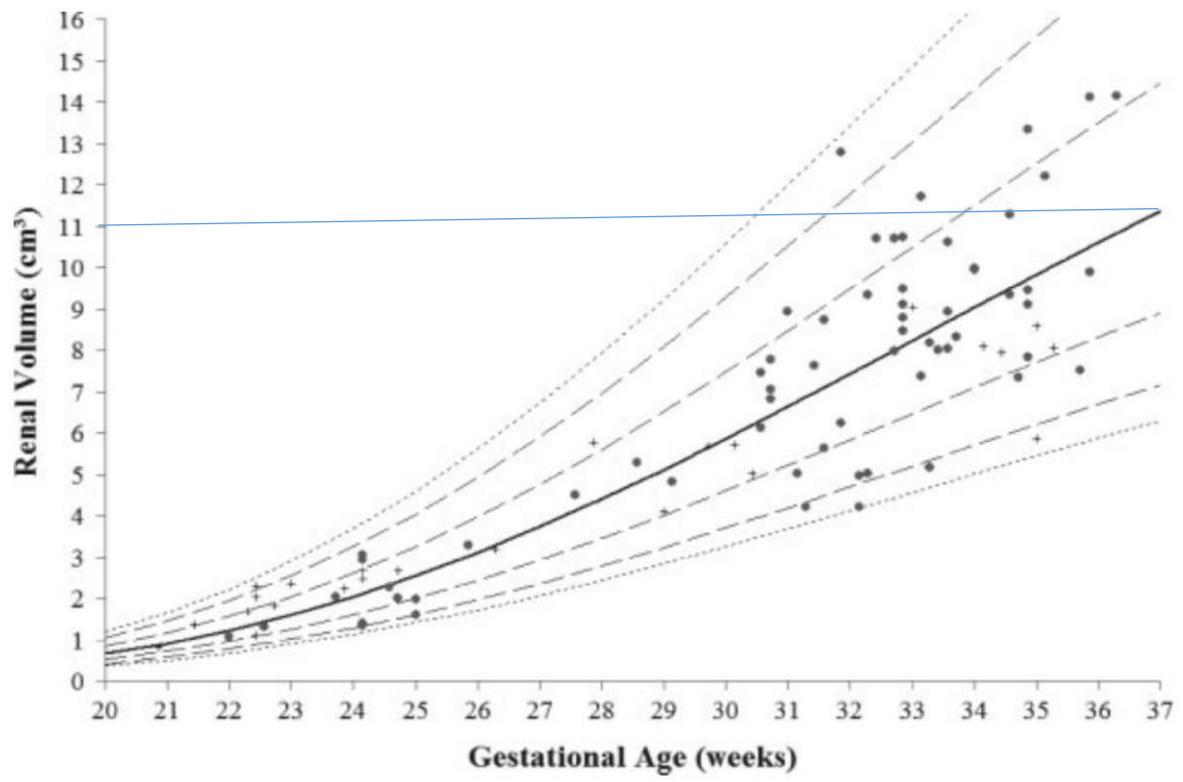
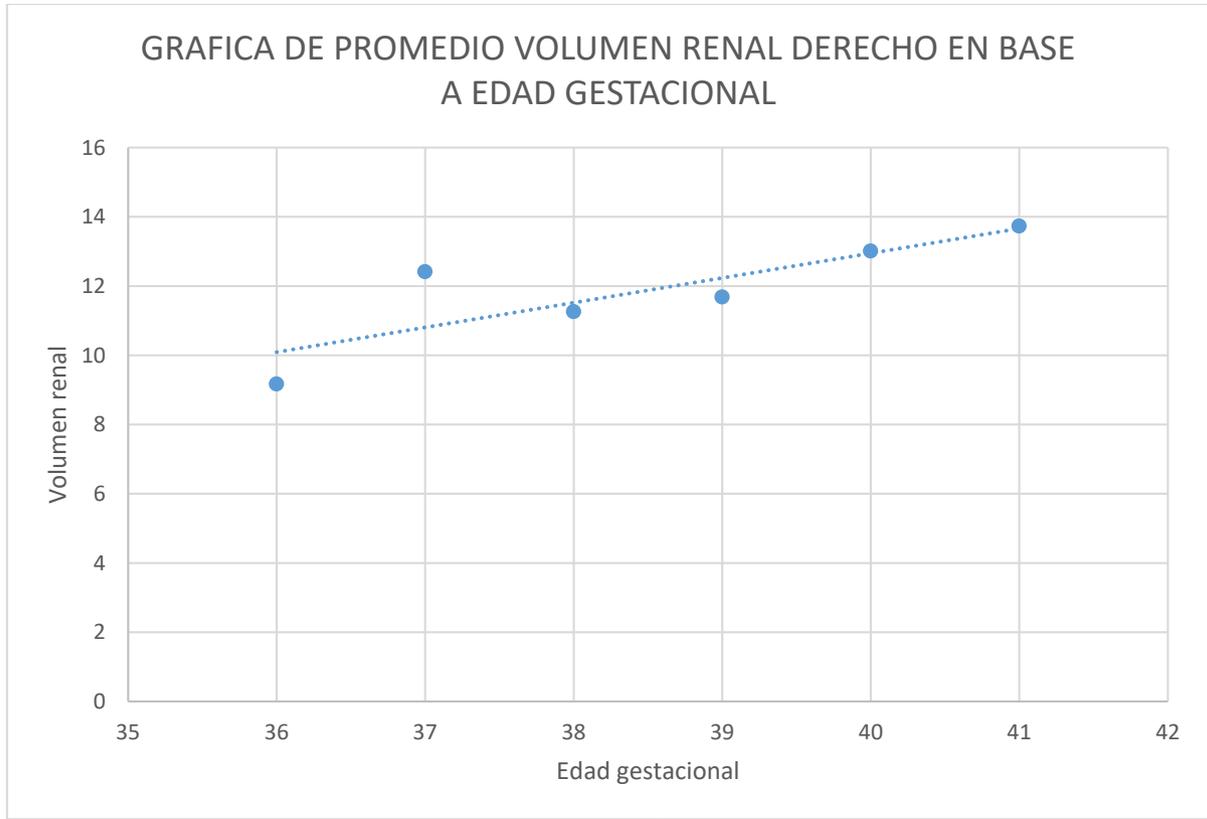


Imagen 56. volúmenes prenatales renales de lado derecho





**Imagen 57. grafica de volumen renal derecho de nuestro estudio en base a edad gestacional calculada por Capurro**

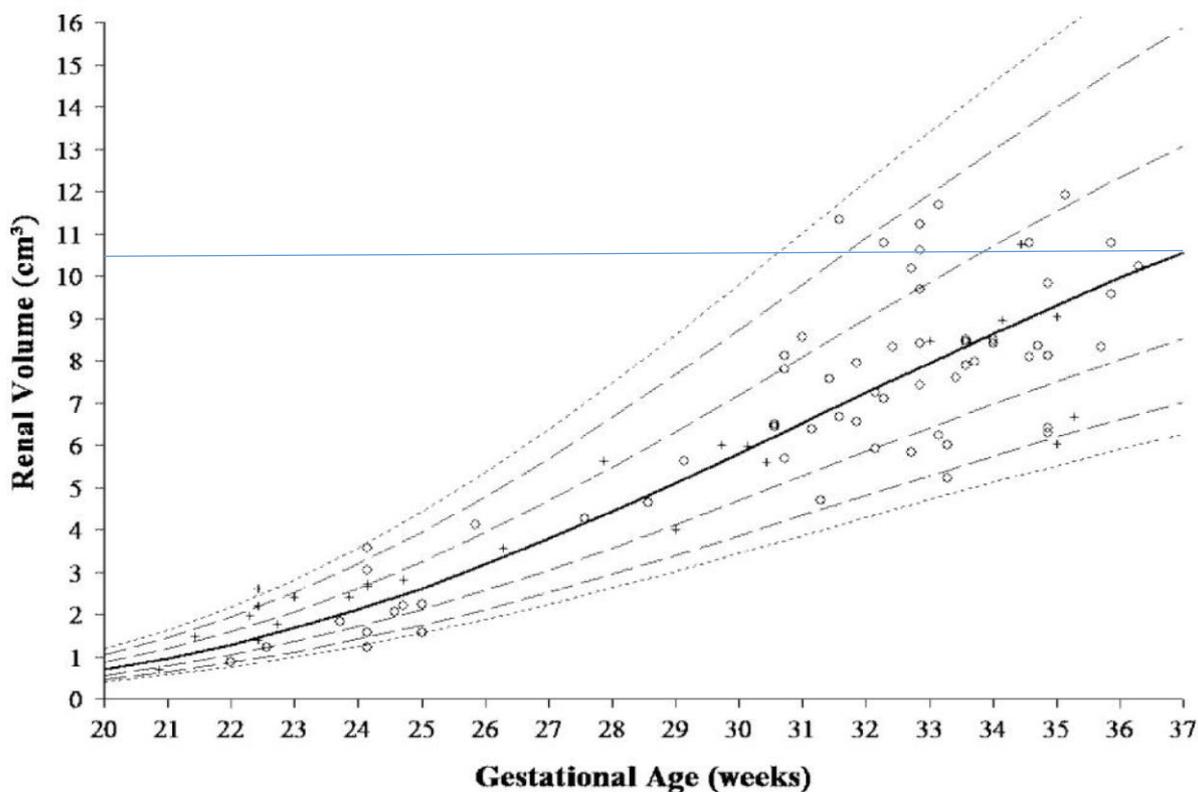


Imagen 58. volúmenes prenatales renales de lado izquierdo

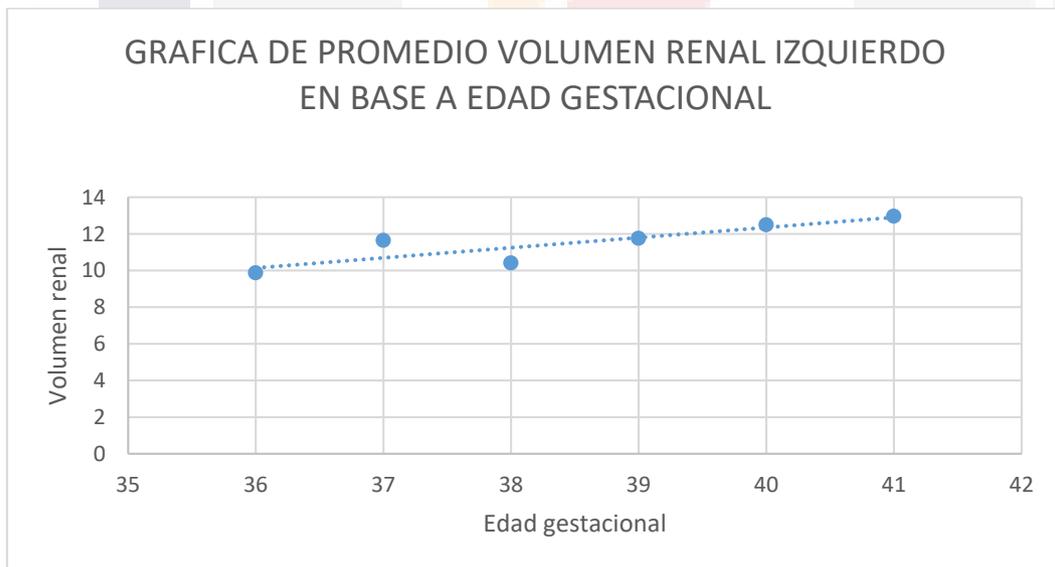


Imagen 59. grafica de volumen renal izquierdo de nuestro estudio en base a edad gestacional calculada por Capurro

El volumen renal de los niños de Aguascalientes en edades de 37 semanas de gestación se observa mayor al estudio realizado en Bélgica.

En el estudio de T. Gavela y col, realizado en el hospital niño Jesús en Madrid España llamado *Estudio ecográfico del tamaño renal en niños*.<sup>18</sup>

El objetivo del estudio fue determinar el tamaño renal de los niños mediante estudio de ecografía; se evaluaron el tamaño renal de 474 niños de entre 0 y 18 años a quienes se les realizó un estudio abdominal por otros motivos distintos a sospecha de patología renal.

A continuación, se muestran los resultados del estudio en comparación con nuestro estudio:<sup>18</sup>

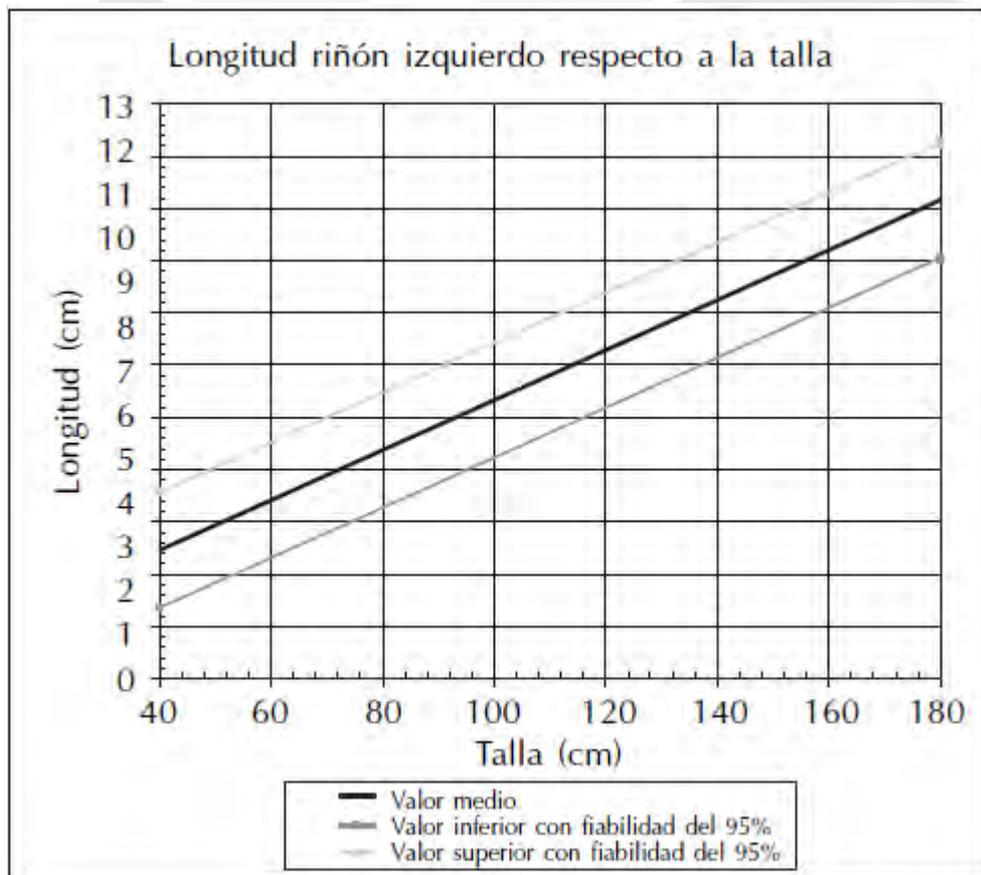
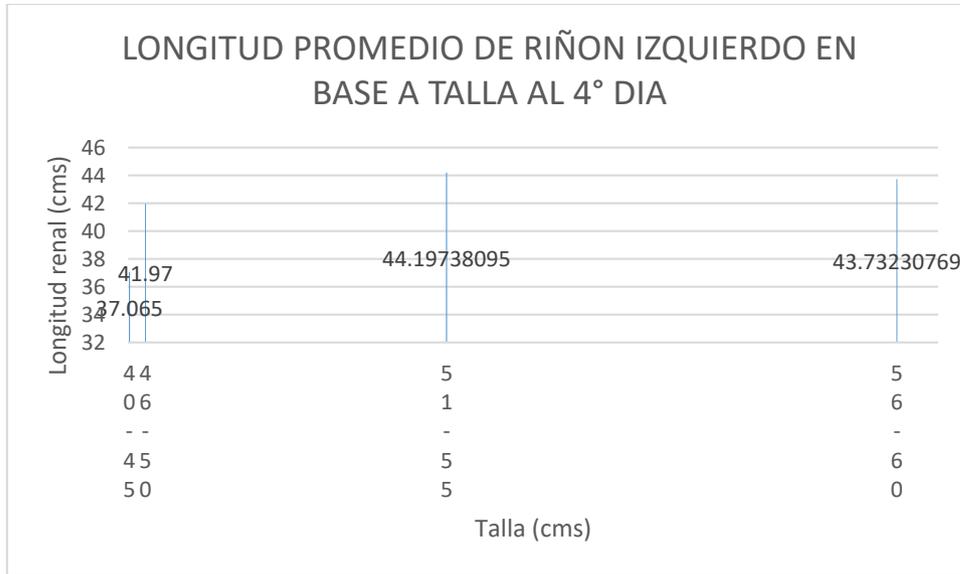


Imagen 60. valores normales del tamaño del riñón izquierdo según talla



**Imagen 61. longitud de riñón izquierdo en base a talla de estudio**

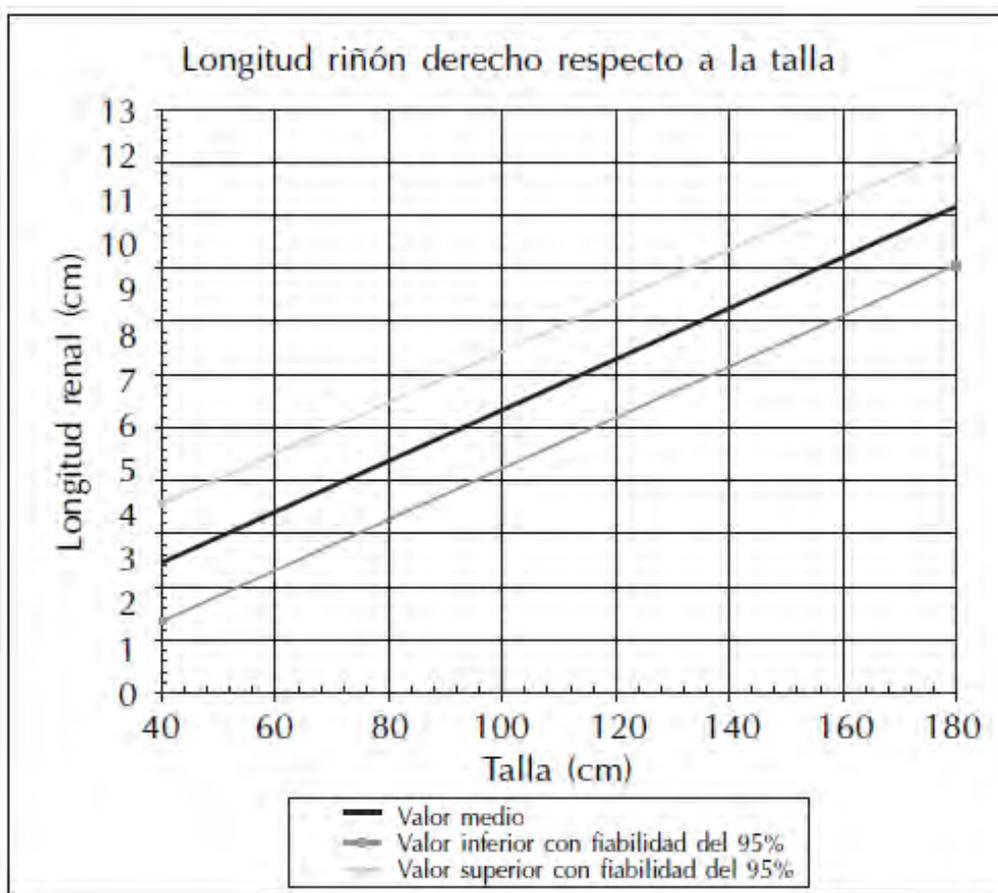


Imagen 62. valores normales del tamaño del riñón derecho según talla

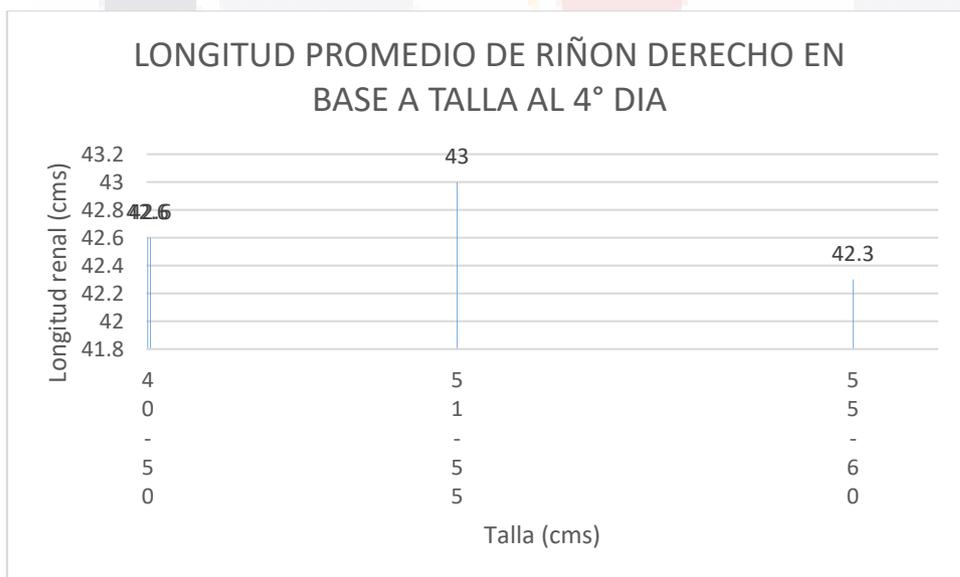


Imagen 63. longitud de riñón derecho en base a talla de nuestro estudio

La longitud real de los niños de Aguascalientes en edades de 0 años se observa mayor al estudio realizado en comparación con los niños de Madrid.

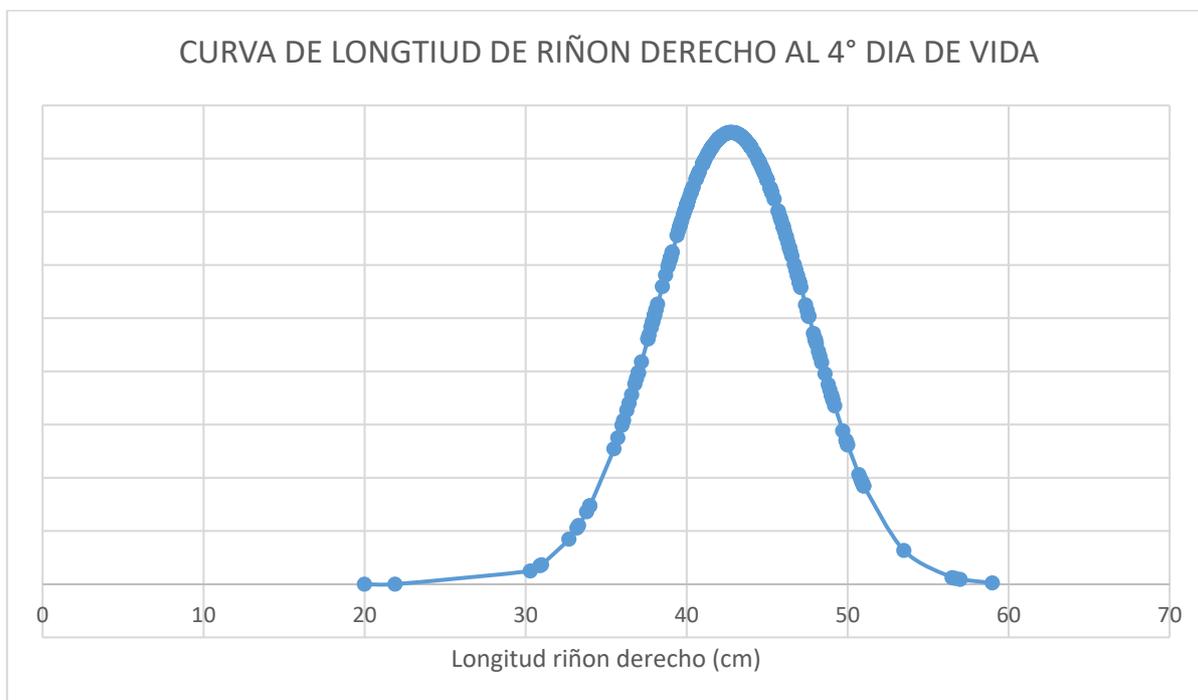
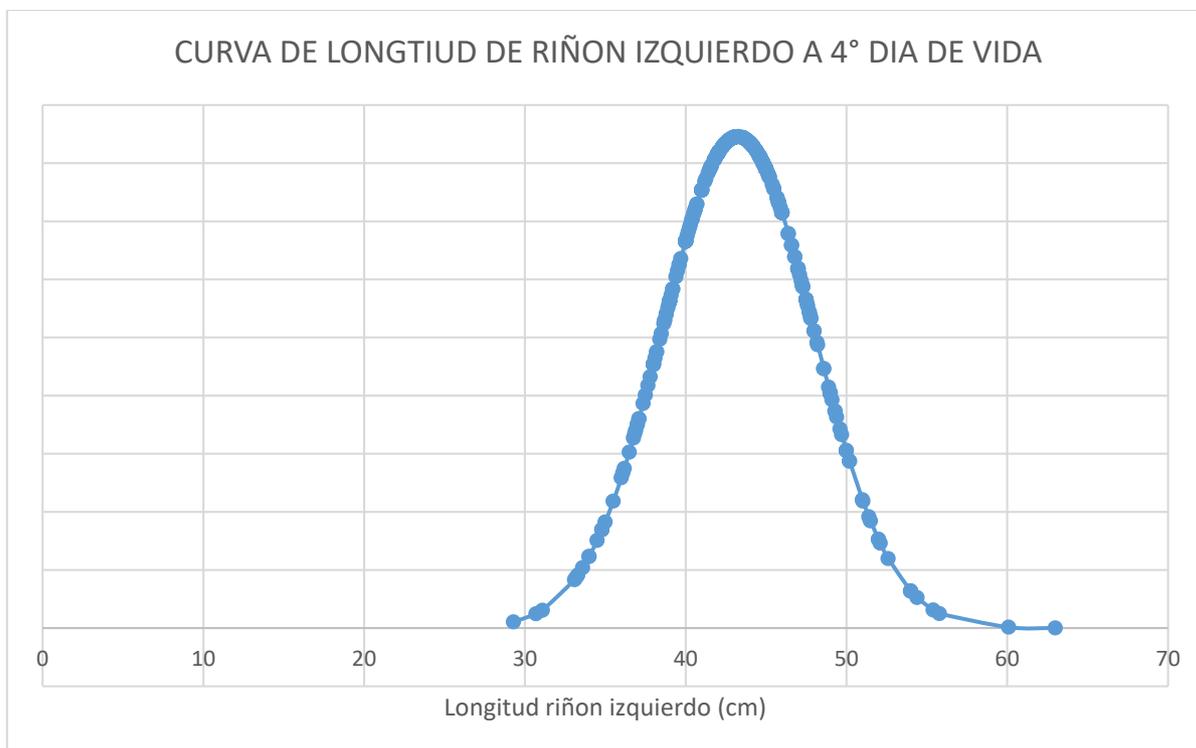


Imagen 64. curva de longitud renal derecho en base a talla de nuestro estudio

N	Media	Percentil 0.25	Percentil 5	Percentil 10	Percentil 25	Percentil 50	Percentil 75	Percentil 90	Percentil 95	Percentil 99
299	42.7 mm	33.25 mm	36.1 mm	37.8 mm	40 mm	42.84 mm	45.81 mm	48.2 mm	50 mm	56.7 mm

Tabla 17. Percentiles longitud de riñon derecho



**Imagen 65.** curva de longitud renal izquierdo en base a talla de nuestro estudio

N	Media	Percentil 0.25	Percentil 5	Percentil 10	Percentil 25	Percentil 50	Percentil 75	Percentil 90	Percentil 95	Percentil 99
299	43.2 mm	33.8 mm	35.5 mm	37.8 mm	40 mm	43.1 mm	46 mm	49 mm	51.03mm	55.8 mm

**Tabla 18.** Percentiles longitud de riñón izquierdo

Son muchos los pacientes y familias que se han beneficiado con el adecuado manejo perinatal, la ecografía es una de sus principales herramientas, y se ha transformado en un procedimiento de rutina seguro en la evaluación Imagenología del periodo prenatal, porque permite la detección temprana de múltiples patologías fetales entre las que se incluyen las de las vías urinarias; gracias a esto se comenzaron a realizar múltiples investigaciones para determinar las características morfológicas de las distintas estructuras en este caso renales, sin embargo, son pocos los autores que se han dedicado a la evaluación del riñón de los niños, así como establecer con precisión y exactitud la biometría de los distintos órganos de la economía, en especial del riñón, el cual fue objeto de estudio de la esta investigación. En esta serie ambos riñones fueron evaluados completa y satisfactoriamente vía transabdominal, a una edad de 4 días de vida extrauterina.

Es evidente que los riñones de los recién nacidos crecen durante el transcurso de todo el embarazo, aspecto en el que coincidimos en esta investigación y uno de los parámetros biométricos más estudiado es la longitud renal y observamos que existe una correlación entre la longitud renal y la edad de gestación determinada por la escala de Capurro.



## Conclusión

Tras analizar nuestro estudio con estudios prenatales y en niños de 0 años, se observa que los riñones de los niños hidrocálidos se observaron con mayor longitud y volumen a los comparados, sin embargo y a pesar de eso, esta población continua con altos indices de ERC. Asi que consideramos que nuestro estudio será una herramienta idónea para la valoración de riñones de los recién nacidos tanto en México sobre todo Aguascalientes que es una región de alta prevalencia e incidencia de enfermedad renal crónica, asi como para el resto de los países que se consideren semejantes a México ya sea condiciones económicas, demográficas, ambientales, genéticas y etc.

Se obtuvo que el riñón izquierdo es mayor que el derecho en tanto a longitud como volumen por lateralidad.

El volumen renal del recién nacido, ajustado a superficie corporal tiene mejor predicción de bienestar renal y se recomienda considerar un rango de normalidad de percentil 10 (límite inferior de la media) a percentil 95 (límite superior de la media), contemplando que percentil 10 de 79.8 cc y percentil 95 es de 152.8 cc, son la normalidad, asi como contemplar volumen renal por lateralidad de la siguiente manera: para riñón derecho percentil 10 de 39.8 cc a percentil 95 de 82 cc, para riñón izquierdo percentil 10 40.5 a percentil 95 que equivale a 78.4 cc.

Nuestro estudio promete una ventaja para los niños con enfermedad renal mediante la detección precoz de cambios en el volumen renal por lo que recomendamos calcular volumen renal ajustado a superficie corporal y los volúmenes por lateralidad para los exámenes ecográficos renales de niños recién nacidos.

## Glosario

**Aferente:** vías y estructuras que intervienen con la función de llevar información sensitiva hacia los centros superiores y que proviene de la periferia.

**Albuminuria:** eliminación aumentada de albumina (proteína) por la orina

**Biopsia:** examen microscópico de un fragmento de tejido.

**Diabetes Mellitus:** se caracteriza por los niveles de glucemia altos debido a una disminución en la producción de insulina o resistencia a esta.

**Esclerosis:** endurecimiento patológico de un tejido y que es debido al aumento de células de tejido conectivo.

**Fascia de Gerota:** recubrimiento fibroso del tejido que rodea el riñón.

**Hemodiálisis:** técnica de depuración sanguínea extrarrenal con circulación extracorpórea.

Hipoplasia: desarrollo insuficiente de un tejido y órgano, en general es congénito.

**Glomérulo:** racimo pequeño y redondo de vasos sanguíneos en el interior de los riñones, filtra la sangre para reabsorber y aprovechar materiales útiles y depura los no útiles en forma de orina.

**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.

**Nefrona:** unidad anatómica y fisiológica del riñón

**Percentil:** valor que divide un conjunto ordenado de datos estadísticos de forma que un porcentaje de tales datos sea inferior a dicho valor.

**Prevalencia:** en el campo de la medicina, una medida del número total de personas de un grupo específico que tienen o tuvieron cierta enfermedad, afección o actor de riesgo, esto en un momento específico

**Retroperitoneo:** área en la parte posterior del abdomen detrás del peritoneo, tejido que reviste la pared abdominal y cubre la mayoría de los órganos del abdomen.

**Trasplante:** remplazo de un órgano o tejido enfermo por otro sano.

## Referencias

1. 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, MartínezGuevara M, Piza Jiménez MA. Enfermedad Renal Crónica en Aguascalientes. Revisión anual 2019. Secretaría de Salud del Estado de Aguascalientes. <http://www.issea.gob.mx> [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/http://bdigital.dgse.uaa.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/11317/2430/462826.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://bdigital.dgse.uaa.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/11317/2430/462826.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
2. Alteraciones ultrasonográficas en adolescentes con albuminuria persistente de una región de alta prevalencia de enfermedad renal Crónica de causa desconocida por Juan Carlos villavicencio Bautista [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/http://bdigital.dgse.uaa.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/11317/2237/456556.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://bdigital.dgse.uaa.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/11317/2237/456556.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
3. Langman, J., Sadler, T. W., & Lorenzo, I. Langman: Embriología médica. Panamericana. BuenosAires, 2019.
4. 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.
5. 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>
6. KDIGO 2012 Clinical Practice Guideline for the Evaluation and Management of Chronic Kidney Disease. <http://kdigo.org>
7. Annual Data Report. (s. f.). USRDS; 2019. <https://usrds-adr.niddk.nih.gov/2022>
8. Restrepo-Valencia César Augusto, Henao Velázquez Carlos Mario. Enfermedad renal crónica. 2014 Universidad Pontificia Bolivariana
9. 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.
10. Gûnter, Schmidt. MD. Ecografía, de la Imagen al Diagnóstico. Editorial Medica Panamericana, Madrid, 2008. Pag 262-263.
  11. O'Neill, MD. Ecografía Renal. Edición en español de Atlas of Renal Ultrasonography. Editorial Marban, Madrid 2001, Pag 42-44.
  12. Allan, Paul, Dubbins, Myron A., Pozniak. Ecografía Doppler Clínica. Editorial Elsevier, Barcelona, España, 2008. Capítulo 8.
  13. Lisanti, J. Oettel, D. Reiter, M. Schwope, B. Multiplanar Reformations in the Measurement of Renal Length on CT: Is It Plain Which Plane to Use? AJR, 2015; 205 (4):797–801
  14. Miranda, Nancy; Rodríguez, Agustín; Montañó, Eduardo; Flores, D. Biopsia renal guiada por ultrasonido; experiencia retrospectiva de una serie de casos. Rev Hosp Jua Mex, 2018; 85(1), 9-14.
  15. Clinical Kidney Journal , volumen 9, número 4, 1 de agosto de 2016, páginas 583–591, <https://doi.org/10.1093/ckj/sfw047>
  16. Enfermedad renal crónica (ERC) en la infancia: diagnóstico y tratamiento Carlota Fernández Cambor, Marta Melgosa Hijosa Unidad de Nefrología Infantil. Hospital Infantil La Paz. Madrid
  17. Chronic kidney disease in children: Overview of management up to date
  18. 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
  19. 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.
  20. Board, C. Declaración de la Junta del CENCAM y el Comité Científico del 2do Taller Internacionalesobre Nefropatía Mesoamericana referente a los hechos actualmente conocidos sobre la epidemia. 2016.
  21. Almaguer, M., Herrera, R. & Orantes, C. M. Chronic Kidney Disease of Unknown Etiology in Agricultural Communities. MEDICC Review, 2014; 16(2), 9-15.
  22. Biometría renal fetal ecográfica, Diana Ivy Anca Vega, especialista en ginecología y obstetricia, grupo medico santa paula, de la universidad central de Venezuela.
  23. MR volumetry of the normal fetal kidney: reference values. Katrijn Michielsen1,

Joke Meerschaert<sup>1</sup>, Frederik De Keyzer, Mieke Cannie, Jan Deprest and Filip Claus<sup>1</sup>.



**ANEXOS**

**ANEXO A**  
**Formato de recolección de datos**

**DATOS DEL PACIENTE**

Foto: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Nombre: \_\_\_\_\_  
 Fecha de nacimiento: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Domicilio: \_\_\_\_\_  
 Teléfono: \_\_\_\_\_ Estado de nacimiento: \_\_\_\_\_ Municipio de nacimiento: \_\_\_\_\_  
 Estado donde radica \_\_\_\_\_ Municipio donde radica \_\_\_\_\_ ¿Desde cuándo? \_\_\_\_\_

**ANTECEDENTES PATOLÓGICOS**

Diabetes: Si  No  HA3: Si  No  Obesidad: Si  No  Tabaquismo: Si  No  Alcohol Si  No   
 Otras drogas Si  No  Hx familiar de ERC: Si  No  ¿Quién? \_\_\_\_\_  
 Otros antecedentes: \_\_\_\_\_  
 Medicamentos: \_\_\_\_\_  
 Talla: \_\_\_\_\_ Peso previo al embarazo: \_\_\_\_\_ Peso posterior: \_\_\_\_\_ IMC previo: \_\_\_\_\_  
 Complicaciones en el embarazo: Si  No  ¿Cuál (es)? \_\_\_\_\_

**ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS Y CULTURALES**

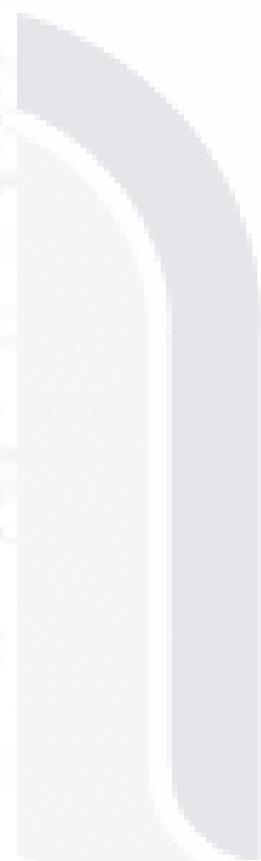
Tipo de vivienda: Ladrillo  Bloque  Techo de lámina: Si  No   
 Tipo de piso: cemento  vitropiso  Tierra  Agua para usar en casa: Llave  Pozo   
 Agua para beber: Llave  Pozo  Garrafón: Marca: \_\_\_\_\_ ¿Desde cuándo? \_\_\_\_\_  
 Agua para cocinar: Llave  Pozo  Garrafón  Marca: \_\_\_\_\_  
 ¿Ingresos promedio por semana de su familia? \_\_\_\_\_ ¿Cuál es su empleo? \_\_\_\_\_  
 Servicios con los que cuenta: Agua  Luz  Gas  ¿Existe algún parentesco con su esposo? Si  No   
 ¿Existe algún parentesco entre sus padres? Si  No  ¿Su casa está cerca de un huerto o cultivo? Si  No   
 ¿Cuál? \_\_\_\_\_ Distancia en metros: \_\_\_\_\_ ¿Empleo de su esposo? \_\_\_\_\_  
 Usa pesticidas o sustancias químicas en su trabajo: Si  No  ¿Cuál? \_\_\_\_\_

**EXPOSICIÓN A XENOBIÓTICOS**

¿Sale frecuentemente de su localidad? Si  No  ¿Qué tan frecuente? \_\_\_\_\_  
 ¿Consume con frecuencia pescado o mariscos? Si  No  ¿Qué tan frecuente? \_\_\_\_\_  
 ¿Trabajó en el campo durante el embarazo? Si  No  ¿Consume alimentos en su lugar de trabajo? Si  No   
 ¿Está expuesta a algún material peligroso en su trabajo? Si  No   
 ¿Usted o algún miembro de su familia realiza alguna actividad que lo exponga a algún pesticida? Si  No   
 ¿Lava las frutas y verduras? Si  No  ¿Ha cambiado de residencia por problemas de salud? Si  No   
 ¿Dónde compra sus frutas y verduras? Agropecuario  supermercado  franguis  fruterías   
 ¿Cuál es el material de sus ollas y utensilios de cocina? Aluminio  Acero  teflón  Peltre

**DATOS DEL RN**

Sexo: \_\_\_\_\_ Peso: \_\_\_\_\_ Talla: \_\_\_\_\_ Edad gestacional: \_\_\_\_\_  
 Anomalías al nacimiento: \_\_\_\_\_  
 Peso al 4to día \_\_\_\_\_ Talla al 4to día: \_\_\_\_\_ SC: \_\_\_\_\_  
 Ultrasonido renal: Volumen RI: \_\_\_\_\_ Volumen RD: \_\_\_\_\_  
 Cistatina C: \_\_\_\_\_ Creatinina: \_\_\_\_\_



**ANEXO B**  
**Consentimiento informado**

*DECLARACIÓN DEL CONSENTIMIENTO INFORMADO*

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

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

Estoy de acuerdo en donar de forma voluntaria mis muestras biológicas (tejido precedente de la biopsia del injerto y muestra de sangre) para ser utilizadas en este estudio. Así mismo, mi información médica y biológica podrá ser utilizada con los mismos fines.

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

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

Por favor responda las siguientes preguntas

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

