



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE AGUASCALIENTES**

**CENTRO DE CIENCIAS DE LA SALUD**

**DEPARTAMENTO DE MEDICINA**

**CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO**

**FACTORES ASOCIADOS A VOLUMEN Y LONGITUD  
RENAL EN LACTANTES NACIDOS EN EL ESTADO DE  
AGUASCALIENTES. ESTUDIO DE COHORTE  
PROSPECTIVO**

**TESIS PRESENTADA POR**

**Dra. Gladys Selenee Jiménez Dávila**

**PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALISTA EN  
PEDIATRÍA MÉDICA**

**ASESORES**

**Dr. José Manuel Arreola Guerra**

**Dra. Myriam del Carmen Corrales Aguirre**

**Aguascalientes, Ags. Al día 29 de enero de 2024**



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



Fecha de dictaminación dd/mm/aa: 25/01/24

NOMBRE: JIMENEZ DAVILA GLADYS SELENEE ID 152314

ESPECIALIDAD PEDIATRIA MEDICA LGAC (del posgrado): CRECIMIENTO, DESARROLLO Y MORBIMORTALIDAD PEDIÁTRICA

TIPO DE TRABAJO: ( X ) Tesis ( ) Trabajo práctico

FACTORES ASOCIADOS A VOLUMEN Y LONGITUD RENAL EN LACTANTES NACIDOS EN EL ESTADO DE AGUASCALIENTES. ESTUDIO DE COHORTE PROSPECTIVO

TITULO: IDENTIFICACIÓN DE FACTORES DE RIESGO EN LA INCIDENCIA Y PREVALENCIA DE ENFERMEDAD RENAL CRÓNICA DE ORIGEN DESCONOCIDO EN PACIENTES JÓVENES EN EL ESTADO

IMPACTO SOCIAL (señalar el impacto logrado):

INDICAR SI/NO SEGÚN CORRESPONDA:

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

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

El egresado cumple con lo siguiente:

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

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

Si X
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 terminal del programa de posgrado y el Art. 105F las funciones del Secretario Técnico, llevar el seguimiento de los alumnos.



AUTORIZACIONES



*[Handwritten signature]*

Dr. Felipe de Jesús Flores Parkman  
Jefe del Departamento de Enseñanza

*[Handwritten signature]*

Dr. Rosendo Sánchez Anaya  
Jefe del Departamento de Pediatría

*[Handwritten signature]*

Dra. Elva Jeanett Aguado Barrera  
Profesor Titular de la especialidad de Pediatría

*[Handwritten signature]*

Dra. Myriam del Carmen Corrales Aguirre  
Asesora teórica

*[Handwritten signature]*

Dr. José Manuel Arreola Guerra  
Asesor metodológico



## COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN COMITÉ DE INVESTIGACIÓN

CEI-CI/061/23  
Aguascalientes, Ags., a 07 de Junio de 2023

**DRA. GLADYS SELENEE JIMENEZ DAVILA**  
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 20 de Abril del presente año, sometió a revisión el protocolo con número de registro **2023-R-21** y decidió Aprobar el proyecto de investigación para llevar a cabo en este Hospital, titulado:

**"FACTORES ASOCIADOS A VOLUMEN Y LONGITUD RENAL EN LACTANTES NACIDOS EN EL ESTADO DE AGUASCALIENTES. ESTUDIO DE COHORTE PROSPECTIVO.**

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

*J. J.*  
**DR. JAIME ASael LOPEZ VALDEZ**  
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN  
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/JMAG/cmva\*



449 9 94 67 20

www.isea.gob.mx

Av. Manuel Gómez Morán S/N  
Fracc. Alameda, C.P. 20259

CARTA DE VOTO APROBATORIO  
INDIVIDUAL

DOCTOR SERGIO RAMÍREZ GONZÁLEZ  
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS DE LA SALUD

PRESENTE

Por medio del presente como **ASESOR** designado del estudiante **GLADYS SELENEE JIMÉNEZ DÁVILA** con ID **152314** quien realizó la tesis titulada: **FACTORES ASOCIADOS A VOLUMEN Y LONGITUD RENAL EN LACTANTES NACIDOS EN EL ESTADO DE AGUASCALIENTES. ESTUDIO DE COHORTE PROSPECTIVO** un trabajo propio, innovador, relevante e inédito y con fundamento en el Artículo 175, Apartado II del Reglamento General de Docencia doy mi consentimiento de que la versión final del documento ha sido revisada y las correcciones se han incorporado apropiadamente, por lo que me permito emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que ella pueda proceder a imprimirla, así como continuar con el procedimiento administrativo para la obtención del grado.

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

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

Kidney International - Decision on Manuscript ID KI-08-23-1142.R2 > Recibidos x



**Kidney International** <onbehalf@manuscriptcentral.com>  
para dr.jmag, fernando.jaramillo.7, dalbarraor\_22, hepasale, alma120398, itzel.carrilloag, dimitri\_flota, zamores54, paodanam, sidharta.gutierrez, vtdt.2602, rodonefro, rosand97, serapio83, i.sango, mi, l

vie, 17 nov 2023, 2:45 p.m. ☆ ☺ ↶ ⋮

Traducir al español x

17-Nov-2023

Dear Dr. **Arreola-Guerra**:

It is a pleasure to accept your revised manuscript entitled "Pediatric kidney dimensions and risk of persistent albuminuria in adolescents" in its current form for publication in Kidney International.

Before your paper can be sent to Production, we require a signed and completed Disclosure Form from each author. ONLY if you have not already uploaded this form upon submission, please access it on ScholarOne Manuscripts under Instructions and Forms and email it to the editorial office. Final processing of your accepted manuscript cannot be completed until we have received this form from all authors. You should return them all contained in one file. IF YOU HAVE ALREADY UPLOADED THESE FORMS, IT IS NOT NECESSARY TO SEND THEM AGAIN.

PLEASE NOTE THAT PRIOR TO TYPESETTING, THE EDITORIAL OFFICE MAY REWRITE THE TITLE AND ABSTRACT OF THE PAPER, WHICH IS NOT SUBJECT TO CHANGE, and may make other minor changes to enhance clarity and to conform to our journal's style. Therefore, we would ask you to examine galley proofs carefully to ensure that the sense of your text has not been inadvertently altered in any way. WE ASK THAT YOU DO NOT MAKE ANY CHANGES TO THE REWRITTEN TITLE OR ABSTRACT, UNLESS THEY ARE FACTUAL.

You will receive emails from Elsevier with links to both the Rights and Access Form, and the Proofs. Please note that any visual abstract will be published as provided, and will not be included with the proof.

Thank you for your fine contribution. On behalf of the Editors of Kidney International, we look forward to your continued contributions to the Journal.

Sincerely,

Pat Morrissey  
Executive Editor



TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

## **AGRADECIMIENTOS**

En las primeras líneas de este texto el agradecimiento principal es a mis padres quienes me permitieron estar en donde me encuentro en este momento, que me dieron el amor y las herramientas necesarias para trabajar por alcanzar mis metas. A mis hermanos por la comprensión, el amor y el apoyo incondicional con el que siempre he contado.

A mis asesores de tesis quienes me consideraron a formar parte de este protocolo de tan importante relevancia para el estado de Aguascalientes. Que me guiaron y apoyaron durante el proceso y sin los cuales este trabajo no sería posible.

A los quienes diariamente contribuyen a mi aprendizaje y mi formación como médico pediatra, los médicos adscritos del servicio de pediatría.

A la figura principal de este proyecto, a los pacientes pediátricos, todo es por y para ellos, por un presente y futuro feliz y saludable, con adecuados métodos de detección y prevención de enfermedades, a los padres de los pacientes por su compromiso y dedicación para que el seguimiento de la salud de los niños sea posible.

**ÍNDICE GENERAL**

**ÍNDICE GENERAL** ..... 1

**ÍNDICE DE ILUSTRACIONES** ..... 4

**ÍNDICE DE TABLAS** ..... 5

**RESUMEN** ..... 6

**ABSTRACT** ..... 7

**INTRODUCCIÓN** ..... 8

**CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO** ..... 10

*MADURACIÓN RENAL POSTNATAL* ..... 10

*Tasa de filtrado glomerular posnatal (TFG)* ..... 10

*Medición de la tasa de filtrado glomerular* ..... 11

*Marcadores de función renal endógena* ..... 11

*FISIOLOGÍA RENAL* ..... 12

*Características macroscópicas del riñón* ..... 12

*Filtración glomerular* ..... 13

*Reabsorción tubular* ..... 15

*Secreción tubular renal* ..... 16

*ENFERMEDAD RENAL EN AGUSCALIENTES* ..... 17

*Registro de enfermedad renal crónica en Aguascalientes* ..... 17

*Histopatología y factores asociados* ..... 19

*DIMENSIONES RENALES PEDIÁTRICAS EN AGUASCALIENTES* ..... 21

*ULTRASONIDO RENAL* ..... 23

*Antecedentes históricos* ..... 23

*Tamaño renal* ..... 24

*Ecogenicidad cortical* ..... 26

<i>Delimitación cortico-medular</i> .....	26
<i>Volumen renal</i> .....	27
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA</b> .....	29
<i>DISEÑO GENERAL</i> .....	29
<i>JUSTIFICACIÓN</i> .....	29
<i>PREGUNTA DE TESIS</i> .....	29
<i>HIPÓTESIS</i> .....	29
<i>DEFINICIÓN DEL PROBLEMA</i> .....	30
<i>OBJETIVOS</i> .....	30
<i>Objetivo principal</i> .....	30
<i>Objetivos específicos</i> .....	30
<i>TIPO DE ESTUDIO</i> .....	31
<i>POBLACIÓN DE ESTUDIO</i> .....	31
<i>SEGUIMIENTO</i> .....	31
<i>VARIABLES</i> .....	32
<i>ANÁLISIS ESTADÍSTICO</i> .....	33
<b>CAPITULO III. MATERIAL, PACIENTES Y MÉTODOS</b> .....	34
<i>RECURSOS</i> .....	34
- <i>Recursos Humanos</i> .....	34
<i>CONSIDERACIONES ÉTICAS</i> .....	34
<i>CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES</i> .....	35
<b>CAPITULO IV. RESULTADOS</b> .....	36
<b>CAPITULO IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b> .....	41
<b>CONCLUSIONES</b> .....	44
<b>GLOSARIO</b> .....	45

**REFERENCIAS** .....47  
**ANEXOS**.....51



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1.</b> Anatomía renal .....	13
<b>Ilustración 2.</b> Nefrona cortical y yuxtamedular .....	15
<b>Ilustración 3.</b> Distribución de ERC por sexo y grupo de edad en Aguascalientes ...	18
<b>Ilustración 4.</b> Etiología de la ERC en Aguascalientes.....	18
<b>Ilustración 5.</b> Epidemiología de la ERC en Aguascalientes, comparación internacional y nacional. ....	19
<b>Ilustración 6</b> Resultados de estudio histopatológico y factores asociados a volumen renal en adolescentes del estado de Aguascalientes. ....	21
<b>Ilustración 7</b> Distribución percentil de volumen y longitud renal en Aguascalientes. ....	23
<b>Ilustración 8</b> Percentiles de longitud renal derecha en pediátricos en Aguascalientes. ....	27
<b>Ilustración 9</b> Percentiles de longitud renal izquierda en pediátricos en Aguascalientes. ....	28
<b>Ilustración 10.</b> Percentiles de volumen renal derecho en pediátricos en Aguascalientes .....	28
<b>Ilustración 11.</b> Percentiles de volumen renal izquierdo en pediátricos en Aguascalientes. ....	28
<b>Ilustración 12.</b> Cronograma de actividades .....	35
<b>Ilustración 13</b> Relación de flúor, 24, D, respecto a cuartil.....	38
<b>Ilustración 14.</b> Relación de Malation, Methomil, Picloram, respecto a cuartil. ....	38
<b>Ilustración 15.</b> 2,4 -D, Flúor, respecto a cuartil. ....	38
<b>Ilustración 16</b> Longitud renal, distribución por cuartiles.....	40
<b>Ilustración 17.</b> Relación de volumen renal no corregido, respecto al cuartil.....	41
<b>Ilustración 18.</b> Representación gráfica de razón de momios.....	42

**ÍNDICE DE TABLAS**

**Tabla 1.** Variables .....33  
**Tabla 2.** *Características de la población de estudio*.....36  
**Tabla 3** Análisis por regresión logística. ....43



## RESUMEN

**Introducción:** Actualmente, la prevalencia de Enfermedad Renal Crónica en Aguascalientes se encuentra en uno de los primeros 5 lugares del mundo, alrededor del 53% de los casos tienen etiología desconocida y los jóvenes entre 20 y 40 años son el grupo más afectado. El presente estudio busca encontrar los factores que se asocian a la correcto crecimiento y desarrollo renal, realizado medición de volumen y longitudes renales con ultrasonido en infantes nacidos del estado de Aguascalientes. **Objetivos:** describir los factores tradicionales asociados al aumento de volumen renal (Talla, grado de nutrición, etc), determinar la relación entre la exposición a pesticidas y metales pesados en el nacimiento y el primer año de vida con el aumento de dimensiones renales. **Metodología:** Se realizó medición somatométrica, ultrasonido renal con medición longitudinal y volumen renal ajustado a superficie corporal, se incluyó el antecedente y duración de lactancia, se tomó muestra de sangre del infante para determinar creatinina sérica, albúmina, cinética de hierro, bióxido de carbono y citometría hemática. Se realizó estadística descriptiva en base a las variables. Se realizó una comparación entre cuartiles de la diferencia (delta) entre el volumen renal ajustado a superficie corporal (VRTSC) al año menos VRTSC al nacimiento. **Resultados:** El análisis final incluyó a 50 lactantes, con una edad promedio de 13.54 ( $\pm 1.0$ ) meses de edad, respecto al sexo, la distribución fue 50% masculino. No se encontró asociación significativa entre el VRTSC con la lactancia materna, el estado nutricional o la presencia de anemia. Se encontró una media de VRTSC al nacimiento de 112 (93.4 – 135.7), con una media de VRTSC al año de edad de 112.3 (95.7 – 124.7) y la identificación de pesticidas y metales pesados en los pacientes con el delta en el cuartil superior (mayor incremento de volumen renal). **Conclusiones:** El tamaño renal y la exposición a pesticidas y fluor al nacimiento se asocian con un mayor incremento del volumen renal al año de vida. Este hallazgo pudiera asociarse a los pacientes con hipertrofia identificada en adolescentes con albuminuria persistente.

**Palabras clave:** volumen renal, pesticidas, metales pesados, ultrasonido renal.

## ABSTRACT

**Introduction:** Currently, the prevalence of Chronic Kidney Disease in Aguascalientes is one of the first 5 places in the world, about 53% of the cases have unknown etiology and young people between 20 and 40 years old are the most affected group. The present study seeks to find the factors that are associated to the correct renal growth and development, by measuring renal volume and length with ultrasound in infants born in the state of Aguascalientes. **Objectives:** to describe the traditional factors associated with the increase in renal volume (size, degree of nutrition, etc.), to determine the relationship between exposure to pesticides and heavy metals at birth and the increase in renal dimensions in the first year of life. **Methodology:** Somatometric measurement, renal ultrasound with longitudinal measurement and renal volume adjusted to body surface area, history and duration of lactation, blood sample was taken from the infant to determine serum creatinine, albumin, iron kinetics, carbon dioxide and blood cytometry. Descriptive statistics were performed on the basis of the variables. A comparison was made between quartiles of the difference ( $\Delta$ ) between renal volume adjusted to body surface area (VRTSC) at 1 year minus VRTSC at birth. **Results:** The final analysis included 50 infants, with a mean age of 13.54 (1.0) months of age, with respect to sex, the distribution was 50% male. No significant association was found between VRTSC with breastfeeding, nutritional status or the presence of anemia. A mean VRTSC at birth was found to be 112 (93.4 - 135.7), with a mean VRTSC at one year of age of 112.3 (95.7 - 124.7) and the presence of pesticides and heavy metals in patients with the  $\Delta$  in the upper quartile (greater increase in renal volume). **Conclusions:** Renal size and exposure to pesticides and fluoride at birth are associated with a greater increase in renal volume at 1 year of life. This finding could be associated with patients with hypertrophy identified in adolescents with persistent albuminuria.

**Keywords:** renal volume, pesticides, heavy metals, renal ultrasound.

## INTRODUCCIÓN

Los riñones son esenciales para la homeostasis. Regulan la presión arterial, el agua, el sodio, el potasio, la acidez, los minerales óseos y la hemoglobina a través de mecanismos complejos. Su función principal es excretar los desechos metabólicos a través de la orina. Alrededor del 22% del gasto cardíaco va a los riñones y alrededor del 20% del plasma se filtra, produciendo alrededor de 170 litros de filtrado glomerular por día. El 99% se reabsorbe a medida que fluye a lo largo de la nefrona, por lo que sólo se produce alrededor de 1,5 litros de orina cada día. La filtración se produce por medio de la barrera de filtración glomerular. (1)

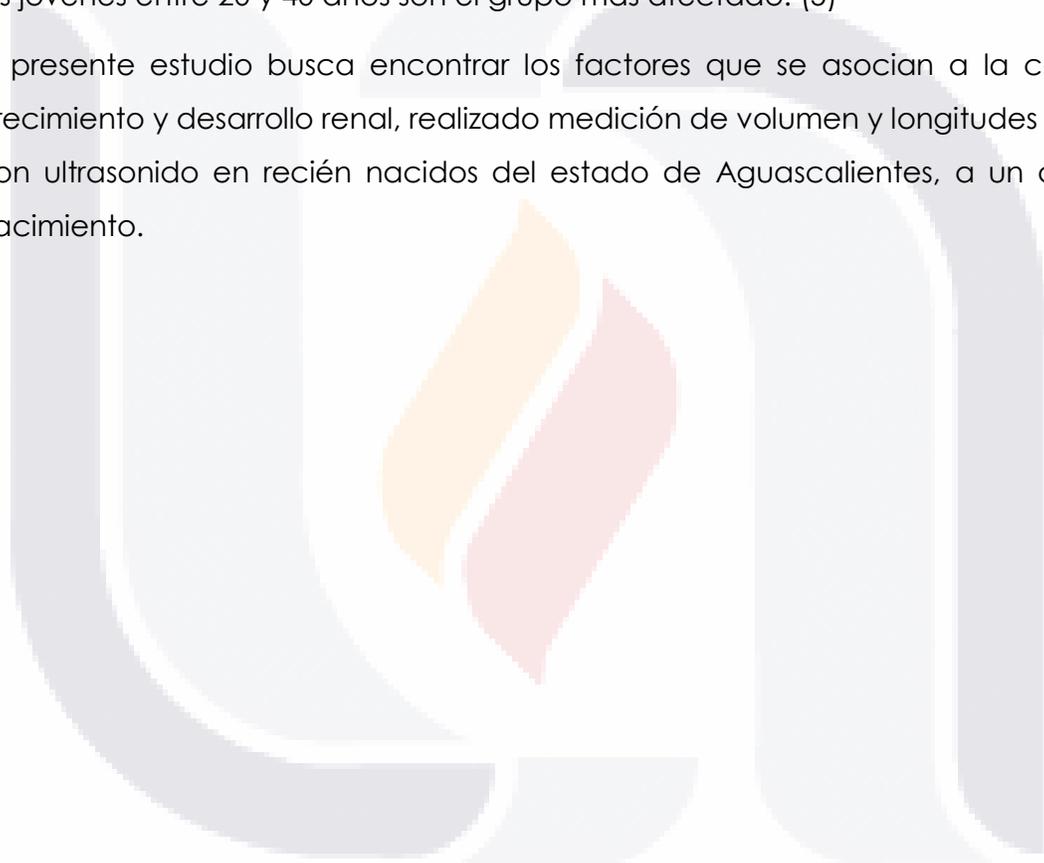
La tasa de filtración glomerular en recién nacidos a término es mucho menor que en adultos. Después del nacimiento, el glomérulo renal madura y al mismo tiempo en los túbulos renales aumenta la capacidad de reabsorción. La TFG neonatal para recién nacidos a término al nacer es de 20 a 40 ml/min/1,73 m<sup>2</sup>. La TFG en bebés nacidos a término se duplica aproximadamente en las primeras 2 semanas de vida, pero no alcanza el nivel adulto hasta los 2 años de edad. (2)

La tasa de filtración glomerular del adulto puede no alcanzarse hasta los 8 años de edad, en los lactantes de muy bajo peso al nacer. El desarrollo de las nefronas y la nefrogénesis en los recién nacidos prematuros se completa entre las semanas 34 y 36 de gestación. Un recién nacido a término tiene entre 200.000 y 2.000.000 de nefronas en cada riñón. Las nefronas maduran y aumentan hasta alcanzar el tamaño adulto entre los 3 y 5 años de edad. (3)

El tamaño de los riñones puede aumentar o disminuir secundario a enfermedades renales ya sea que vayan acompañadas de daño a la estructura normal del órgano o no. Si los riñones no crecen normalmente, esto también es un signo de enfermedad renal. En este sentido, la ecografía se considera un método diagnóstico para estas mediciones, y tiene la ventaja de ser seguro e incruento para el paciente frente a otros métodos de medición. (4)

El Registro de Enfermedad Renal Crónica de Aguascalientes es el primer registro público de enfermedad renal en México. En junio de 2018 se creó el Registro Nacional de Enfermedades Renales Crónicas de Aguascalientes. En 2021, la prevalencia estimada para pacientes no trasplantados fue de 149,92 casos por 100.000 habitantes y para pacientes trasplantados de 215,20 casos por 100.000 habitantes. Actualmente, Aguascalientes se encuentra en uno de los primeros 5 lugares del mundo, alrededor del 53% de los casos tienen etiología desconocida y los jóvenes entre 20 y 40 años son el grupo más afectado. (5)

El presente estudio busca encontrar los factores que se asocian a la correcto crecimiento y desarrollo renal, realizado medición de volumen y longitudes renales con ultrasonido en recién nacidos del estado de Aguascalientes, a un año de nacimiento.



## CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

### *MADURACIÓN RENAL POSTNATAL*

La función de los riñones es mantener un volumen y una composición constantes del líquido extracelular. El glomérulo forma un ultrafiltrado plasmático que ingresa al túbulo proximal renal, donde se reabsorben isotónicamente la mayoría de los líquidos, solutos orgánicos y electrolitos. La parte más externa de la nefrona es responsable de la absorción y secreción de electrolitos y solutos, así como de la regulación final de la orina en concentración y dilución. La glomerulogénesis continúa hasta las 34-36 semanas de embarazo. Por tanto, el recién nacido de término cuenta con un número de nefronas comparable al de un adulto. (2)

Incluso cuando se tiene en cuenta la superficie corporal, la tasa de filtración glomerular se encuentra muy disminuido en los recién nacidos a término en comparación a los adultos. Después del nacimiento, el glomérulo renal madura y al mismo tiempo aumenta la capacidad de reabsorción de los túbulos renales. El transporte se produce a través de los túbulos y por vías paracelulares. (6)

### *Tasa de filtrado glomerular posnatal (TFG)*

La TFG al nacer es de aprox. 20 a 40 ml/min/1,73 m<sup>2</sup> en recién nacidos a término, incluso disminuyendo a menor edad gestacional. La TFG en bebés nacidos a término se duplica aproximadamente. en las primeras 2 semanas de vida, pero no alcanza el nivel adulto hasta los 2 años de edad. En los lactantes de muy bajo peso al nacer, es posible que la tasa de filtración glomerular de los adultos no se alcance hasta los 8 años de edad. Cuando la nefrogénesis se completa entre las 34 y 36 semanas, la TFG aumenta significativamente en los bebés prematuros. (2)

En todos los recién nacidos (a término y prematuros), el aumento posnatal de la TFG se asocia con un aumento del flujo sanguíneo renal y la regulación de la resistencia vascular renal. En la primera semana de vida hasta el mes, el gasto cardíaco renal aumenta del 3% al 10-15% y luego al 20-25% del nivel adulto a la edad de 2 años, y aumenta la presión hidrostática en los capilares glomerulares. El

aumento del gasto cardíaco y el aumento de la presión arterial media juntos provocan un aumento significativo del flujo plasmático renal durante las primeras semanas de vida. Para que el glomérulo perciba adecuadamente el aumento del flujo renal y, por tanto, la TFG, la modulación de la resistencia vascular renal es crucial. (7)

#### *Medición de la tasa de filtrado glomerular*

Aunque la inulina es el "estándar de oro" para medir la TFG en lactantes, no está disponible clínicamente; por lo tanto, para medir la TFG en recién nacidos se utilizan con mayor frecuencia la creatinina sérica y la cistatina C. La creatinina sérica es el marcador de función renal más utilizado en los recién nacidos, pero tiene sus limitaciones. La creatinina sérica refleja la creatinina materna el primer día de vida debido al transporte pasivo a través de la placenta y la reabsorción por los túbulos renales inmaduros; por lo tanto, las fórmulas basadas en creatinina pueden no ser precisas para los recién nacidos. La cistatina C se transporta mínimamente a través de la placenta, y una revisión de 10 estudios que evaluaron la TFG de cistatina C en recién nacidos encontró que los niveles de cistatina C no se vieron afectados por el sexo del bebé, la edad gestacional o la masa muscular. Además, la ecuación de TFG basada en cistatina C se ha validado en lactantes y niños. (3)

#### *Marcadores de función renal endógena*

##### *Creatinina sérica*

La creatinina, 2-imido-5-ceto-3-metil-tetrahidroimidazol, es el anhídrido interno de la creatina y se origina a partir de la degradación espontánea, no enzimática e irreversible de la creatina y la fosfocreatina en el músculo. Aproximadamente el 2% de la creatina muscular se convierte en creatinina diariamente. Los riñones, el hígado, el páncreas y los testículos también contribuyen a la síntesis de creatina. La creatinina tiene un peso molecular bajo (113 Dalton), no está unida a proteínas, se filtra libremente en el glomérulo y se secreta en el túbulo.(7)

##### *Cystatina C*

CysC es una proteína de bajo peso molecular (13,3 kDa) producida en todas las

células humanas nucleadas, se filtra libremente a través de los glomérulos y, a diferencia de la creatinina, se ve menos afectada por factores no renales. Las dosis muy altas de glucocorticoides aumentan la producción de CysC, pero las dosis bajas y moderadas no. Los valores de cistatina c pueden verse alterados por la disfunción tiroidea, aunque la evidencia es contradictoria. CysC se correlaciona mejor con las mediciones de TFG que la creatinina sérica porque CysC es independiente de la composición corporal. (7).

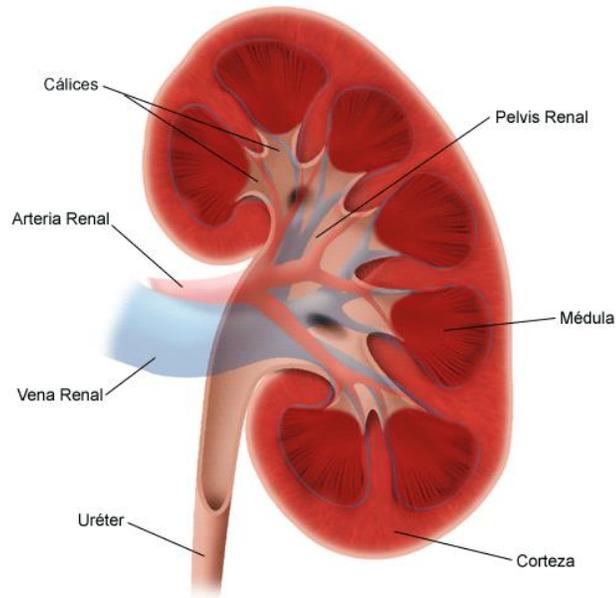
### *FISIOLOGÍA RENAL*

El sistema renal está formado por los riñones, los uréteres y la uretra. La función general de este sistema filtra un aproximado de 200 litros de líquido al día del flujo sanguíneo del riñón, eliminando así toxinas, desechos metabólicos y exceso de iones, manteniendo las sustancias necesarias en la sangre. Los riñones regulan la osmolaridad del plasma regulando la cantidad de agua, solutos y electrolitos en la sangre. Garantiza el equilibrio ácido-base a largo plazo y produce eritropoyetina, que estimula la producción de glóbulos rojos. También produce renina para regular la presión arterial y convierte la vitamina D a su forma activa. (8, 9, 10)

### *Características macroscópicas del riñón*

Es un órgano es ovalado, con dimensiones de 11 x 7 x 3 cm, pesan aproximadamente 150 gr, el riñón derecho suele ser de menor tamaño que el riñón izquierdo. Los riñones se encuentran detrás, en la región retroperitoneal, posterior a ambos lados de la columna, detrás de la pared abdominal, se extienden de la última vértebra hasta arriba tercera vértebra lumbar. El riñón derecho suele ser ligeramente de menores dimensiones que el izquierdo porque se encuentran otros órganos abdominales ocupando el espacio del lado derecho, como el hígado. En el lado medial de cada riñón hay un área llamada hilio a través de la cual pasan las arterias y venas renales, los vasos linfáticos, la inervación y los uréteres. (9)

**Anatomía del Riñón**



**Ilustración 1.** Anatomía renal (11)

*Filtración glomerular*

La filtración glomerular es el mecanismo inicial de formación de orina. Es un mecanismo pasivo en el que la presión hidrostática empuja fluidos y solutos a través de una membrana sin necesidad de energía. (8)

La membrana filtrante tiene tres capas: el endotelio poroso microvascular glomerular, que permite el paso de componentes sanguíneos distintos de las células; la membrana basal, que es una barrera física cargada negativamente que impide la permeabilidad de las proteínas; y los procesos podocitarios que permiten una filtración más selectiva. Las fuerzas externas e internas del capilar determinan la cantidad de agua y soluto que pasa a través de la membrana filtrante. La principal fuerza de filtrado es la presión hidrostática en los capilares glomerulares y la presión es de 55 mmHg. Otra fuerza de filtrado potencial es la presión osmótica coloide del espacio capsular, pero ésta es cero porque las proteínas normalmente no están presentes en este espacio. La presión hidrostática en el espacio capsular y la presión osmótica coloide en los capilares glomerulares compensan la fuerza de

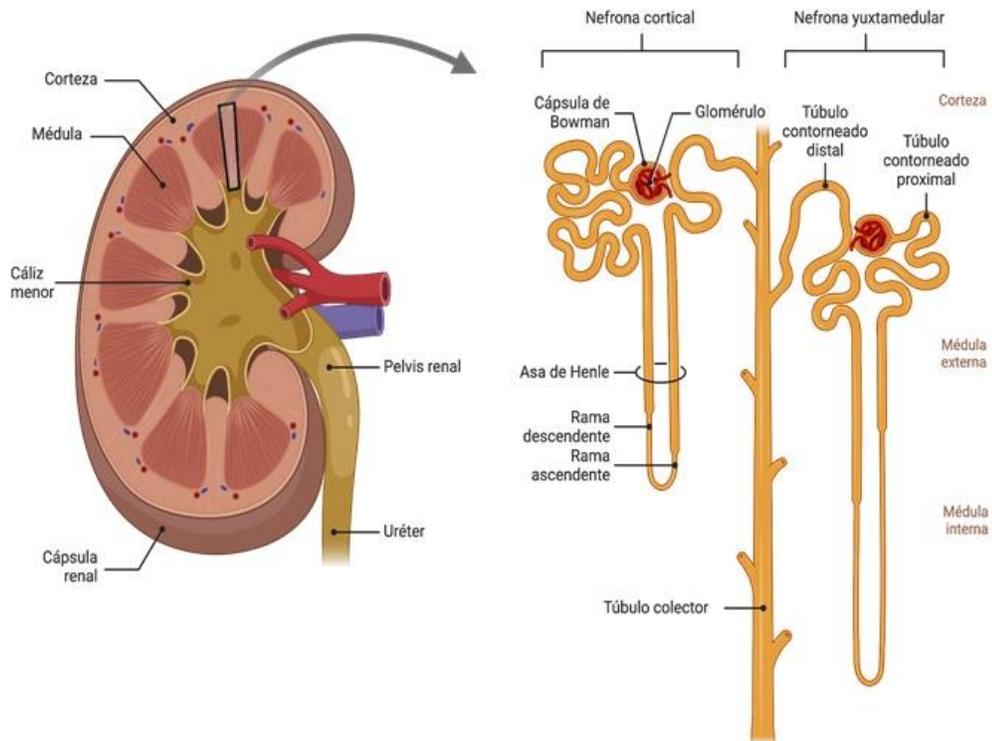
filtración de la presión hidrostática en los capilares glomerulares, lo que resulta en una tasa de filtración que es importante para la tasa de filtración glomerular (TFG). (8, 9, 10)

La TFG es el volumen de líquido filtrado en un minuto y está determinada por la presión neta de filtración, el área de superficie total disponible para la filtración y la permeabilidad de la membrana del filtro. La TFG normal está entre 120 y 125 ml/min y está regulada por factores intrínsecos y extrínsecos. (8)

La función de control intrínseco ajusta su resistencia al flujo sanguíneo a través de un mecanismo miógeno (constricción de la arteriola aferente cuando se eleva la presión arterial y dilata el músculo liso vascular cuando la presión es baja, lo que permite que fluya más sangre) y un mecanismo de retroalimentación tubuloglomerular que funciona para mantener la TFG al detectar la cantidad de NaCl mediante las células de la mácula densa dentro del túbulo, alrededor de la rama ascendente del asa de la nefrona, cuando la presión arterial es alta, la TFG también será alta; esto disminuye el tiempo necesario para la reabsorción de sodio y, por tanto, la concentración de sodio es alta en el túbulo. La célula de la mácula densa lo detecta y libera sustancias vasoconstrictoras que constriñen la arteriola aferente y reducen el flujo sanguíneo. Luego, cuando la presión es baja, el Na se reabsorbe más, lo que hace que su concentración en el túbulo sea baja y la mácula densa no libere moléculas vasoconstrictoras. (8, 9, 10)

El control extrínseco mantiene la TFG y la presión arterial sistémica a través del sistema nervioso simpático y el mecanismo renina-angiotensina-aldosterona. Cuando el volumen de líquido extracelular disminuye, se liberan norepinefrina y epinefrina que como respuesta provocan vasoconstricción conduciendo a una disminución del flujo sanguíneo al riñón y del filtrado glomerular. El eje renina-angiotensina-aldosterona se activa de tres formas; la primera es la activación del receptor beta-1 adrenérgico, que provoca la liberación de renina de las células granulares del riñón. El segundo mecanismo son las células de la mácula densa, que detectan una concentración baja de NaCl y hacen que las células granulares liberen renina. El tercer mecanismo es que un receptor alrededor de las células

granulares detecta una disminución de la tensión durante la disminución del flujo sanguíneo al riñón y desencadena la liberación de renina. (8, 9, 10)



**Ilustración 2.** Nefrona cortical y yuxtamedular (12)

### Reabsorción tubular

Las células del tubo contorneado proximal (PCT) tienen la mayor capacidad de absorción y normalmente absorben toda la glucosa, los aminoácidos y el 65% de Na y agua. Se reabsorbe mediante transporte activo secundario con Na y la difusión paracelular pasiva se ve facilitada por un gradiente electroquímico. La PCT reabsorbe agua mediante ósmosis provocada por la reabsorción de solutos. También reabsorbe solutos solubles en lípidos mediante difusión pasiva controlada por el gradiente de concentración creado por la reabsorción de agua. (8)

El filtrado no absorbido ingresa al asa de Henle, que funcionalmente se divide en ramas descendentes y ascendentes. Las ramas descendentes funcionan para

reabsorber agua mediante ósmosis y acuaporinas. Las sustancias disueltas no se reabsorben en esta zona. Sin embargo, en la rama ascendente, el Na se mueve pasivamente a lo largo del gradiente de concentración en la parte estrecha de la rama ascendente, y el sodio, el potasio y el cloruro también se reabsorben juntos a través de simportadores en la rama ascendente, donde no hay reabsorción de agua. (8, 9, 10)

En el túbulo distal, en la membrana basolateral hay transporte activo primario de sodio y en la membrana apical hay transporte activo secundario a través de cotransportadores de Na-Cl y canales de Na-Cl, y este proceso está controlado por También hay una captación pasiva de la reabsorción de calcio controlada por la hormona paratiroidea. (8)

En el conducto colector donde tiene lugar la etapa final de absorción. La reabsorción que se produce aquí implica el transporte activo primario de sodio en la membrana basolateral. Transporte activo secundario en la membrana apical mediante cotransportadores de Na-Cl y canales regulados por aldosterona con canales regulados por PTH en la membrana apical, con captación pasiva de calcio. Transporte activo primario y secundario en la membrana basolateral. (8, 9, 10)

#### *Secreción tubular renal*

La función de la secreción tubular renal es eliminar sustancias como fármacos y metabolitos que se unen a las proteínas plasmáticas. También actúa para eliminar otras sustancias indeseables como la urea y el ácido úrico. Elimina el exceso de potasio regulando la hormona aldosterona. Además de la eliminación de iones de hidrógeno, la reabsorción de iones de cloruro ocurre cuando el bicarbonato se excreta cuando el pH de la sangre cae por debajo del rango normal o cuando el pH aumenta. Se secretan creatinina, amoníaco y muchos otros ácidos y bases orgánicos. (8, 9, 10)

### *ENFERMEDAD RENAL EN AGUSCALIENTES*

Uno de los principales retos de salud pública en nuestro país es la enfermedad renal crónica (ERC), existe un incremento mundial en el número de pacientes con esta afección, esto asociado a la creciente prevalencia de enfermedades metabólicas como la obesidad, la hipertensión arterial sistémica y la diabetes mellitus tipo 2.

Más allá de ser una de las principales causas de muerte, el impacto de la ERC implica una de las principales causas de carga de enfermedad (años de vida perdidos y años vividos con discapacidad) en México.

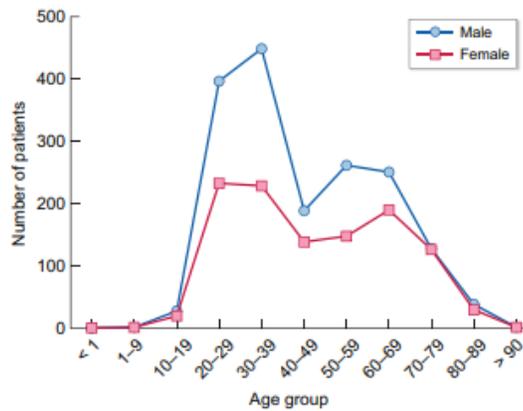
#### *Registro de enfermedad renal crónica en Aguascalientes*

Para conocer dicho impacto la ERC y su importancia en el país, es importante contar con un registro estadístico. En México carecemos de un registro nacional de enfermedad renal. (13)

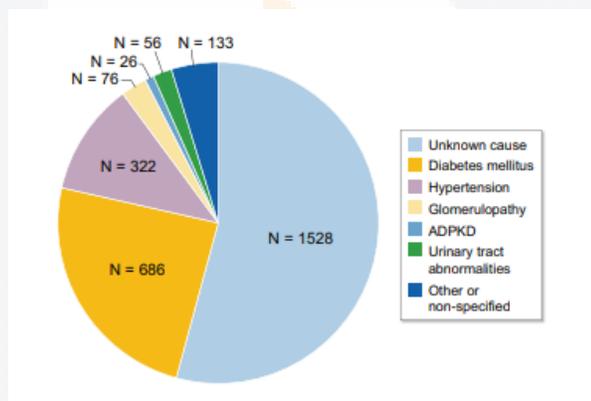
En junio del 2018, bajo la dirección del Instituto de Servicios de Salud del Estado de Aguascalientes, las distintas instituciones públicas y privadas iniciaron un registro de pacientes que actualmente se encuentran en terapia de reemplazo renal (hemodiálisis, diálisis peritoneal y trasplante). Los datos se recogieron en un registro poblacional único (imprescindible para evitar duplicidad de casos) e incluyeron lugar de nacimiento y residencia, causa de ERC, fecha en que requiere e inicia la terapia de reemplazo renal y modalidad de la misma. (13)

Basados en este registro, se identificó la gran problemática en salud pública que representa la enfermedad renal crónica en el estado, tiene una prevalencia alta. Se encontró que los pacientes masculinos entre 20 y 40 años son los más comúnmente afectados. La etiología diagnosticada con mayor frecuencia es la ERC de origen desconocido. A los pacientes de entre 20 y 30 años con biopsia renal se les diagnostica principalmente glomeruloseclerosis focal y segmentaria (GEFS). (13)

Debido a esto la importancia de realizar investigaciones sobre los factores genéticos y ambientales relacionados, para lo cual es fundamental fortalecer y continuar el registro estatal de enfermedad renal crónica.

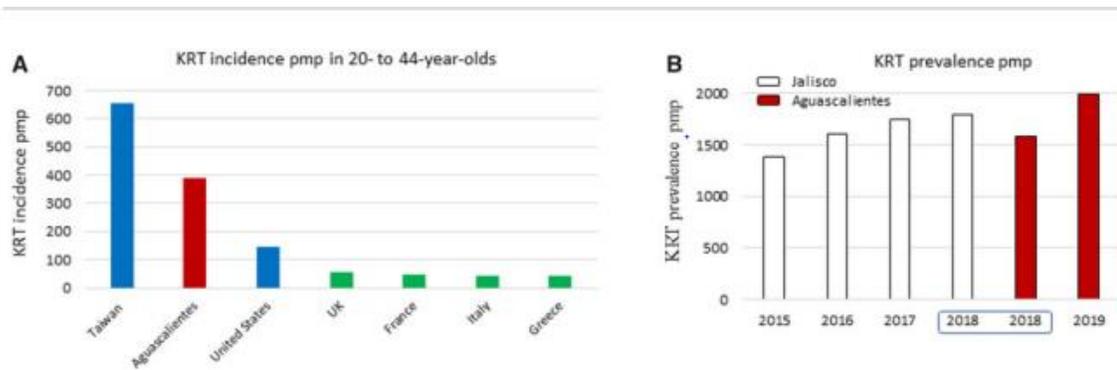


**Ilustración 3.** Distribución de ERC por sexo y grupo de edad en Aguascalientes



**Ilustración 4.** Etiología de la ERC en Aguascalientes

A partir de este registro en Aguascalientes, hubo posibilidad de comparar la incidencia y prevalencia de la enfermedad con registros a nivel nacional y mundial.



**Ilustración 5.** Epidemiología de la ERC en Aguascalientes, comparación internacional y nacional.

Posteriormente se inició la búsqueda del esclarecimiento de la alta incidencia y prevalencia de enfermedad renal en edad temprana y de causa desconocida. Además, las biopsias de riñón mostraron una alta prevalencia de glomeruloesclerosis focal y segmentaria. Las posibles causas de la enfermedad renal en Aguascalientes incluyen antecedentes genéticos y los factores ambientales. La mayor prevalencia de ERC se encontró en Calvillo, conocido por el cultivo de guayaba. Por lo cual la línea de investigación que se siguió fue encaminada hacia la guayaba, que se sabe que contiene pesticidas y moléculas bioactivas y potencialmente nefrotóxicas. Además, existen reportes de fuentes de agua en Aguascalientes contaminadas con metales pesados y/o pesticidas. (14)

Dentro de los cuales, se incluyen fluoruro (niveles elevados que se encuentran en el agua potable de Calvillo), según el Departamento de Regulación Sanitaria del Estado de Aguascalientes, los niveles de flúor fueron 1.8661,8 mg/L en pozos de Calvillo. Esto plantea la cuestión de la posible toxicidad del fluoruro en los riñones así como arsénico natural, entre otros. El fluoruro puede acumularse en los huesos y causar enfermedad renal años después, y la exposición materna al exceso de fluoruro puede causar enfermedad renal en la descendencia. (14)

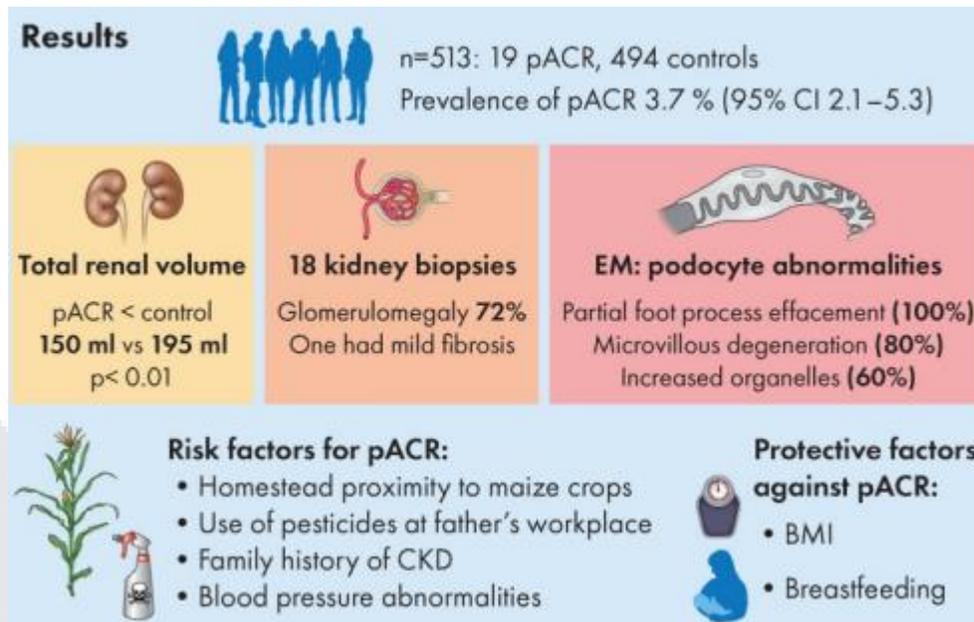
*Histopatología y factores asociados*

Posteriormente y bajo la misma línea de investigación se realizó un estudio transversal, observacional y comparativo de adolescentes en el estado a quienes se les determinó la creatinina sérica y el cociente albúmina: creatinina (ACR) como

parte del cribado de ERC, se les realizó una evaluación clínica e identificación de factores de riesgo por medio de una encuesta. Se reevaluó a pacientes con un ACR anormal ( $\geq 30$  mg/g) o una tasa de filtración glomerular (TFG) baja ( $\leq 75$  ml/min/1,73 m<sup>2</sup>) y se les realizó un ultrasonido renal, a los pacientes con albuminuria persistente, se les realizó una biopsia renal. (15)

Se incluyeron un total de 513 estudiantes, de los cuales, 19 tenían albuminuria persistente y 494 eran controles. La prevalencia de albuminuria persistente fue del 3,7% y sólo un paciente tuvo una TFG disminuida. No se presentaron anomalías anatómicas mediante ultrasonido renal en pacientes con albuminuria persistente, pero se detectó un volumen renal total disminuido en comparación con el grupo de control, lo que sugiere oligonefronia. Se realizaron dieciocho biopsias renales de las cuales el 72% tenía glomerulomegalia y sólo un paciente tenía fibrosis leve. Las anomalías de los podocitos fueron evidentes en la microscopía electrónica, incluida la fusión parcial (100%), la degeneración de microvellosidades (80%) y el aumento de orgánulos (60%). (15)

Se identificaron como factores de riesgo para la albuminuria persistente: la proximidad de la vivienda a los cultivos de maíz, el uso de pesticidas en el lugar de trabajo del padre (pudiendo ser responsable de esta entidad patológica la exposición a toxinas ambientales como pesticidas) antecedentes familiares de ERC y anomalías de la presión arterial. Se identificaron factores protectores como el índice de masa corporal y la lactancia materna. La prevalencia de albuminuria persistente en adolescentes de Aguascalientes es alta y el compromiso histológico se caracteriza por lesión de podocitos en ausencia de fibrosis. (15)



**Ilustración 6** Resultados de estudio histopatológico y factores asociados a volumen renal en adolescentes del estado de Aguascalientes.

### DIMENSIONES RENALES PEDIÁTRICAS EN AGUASCALIENTES

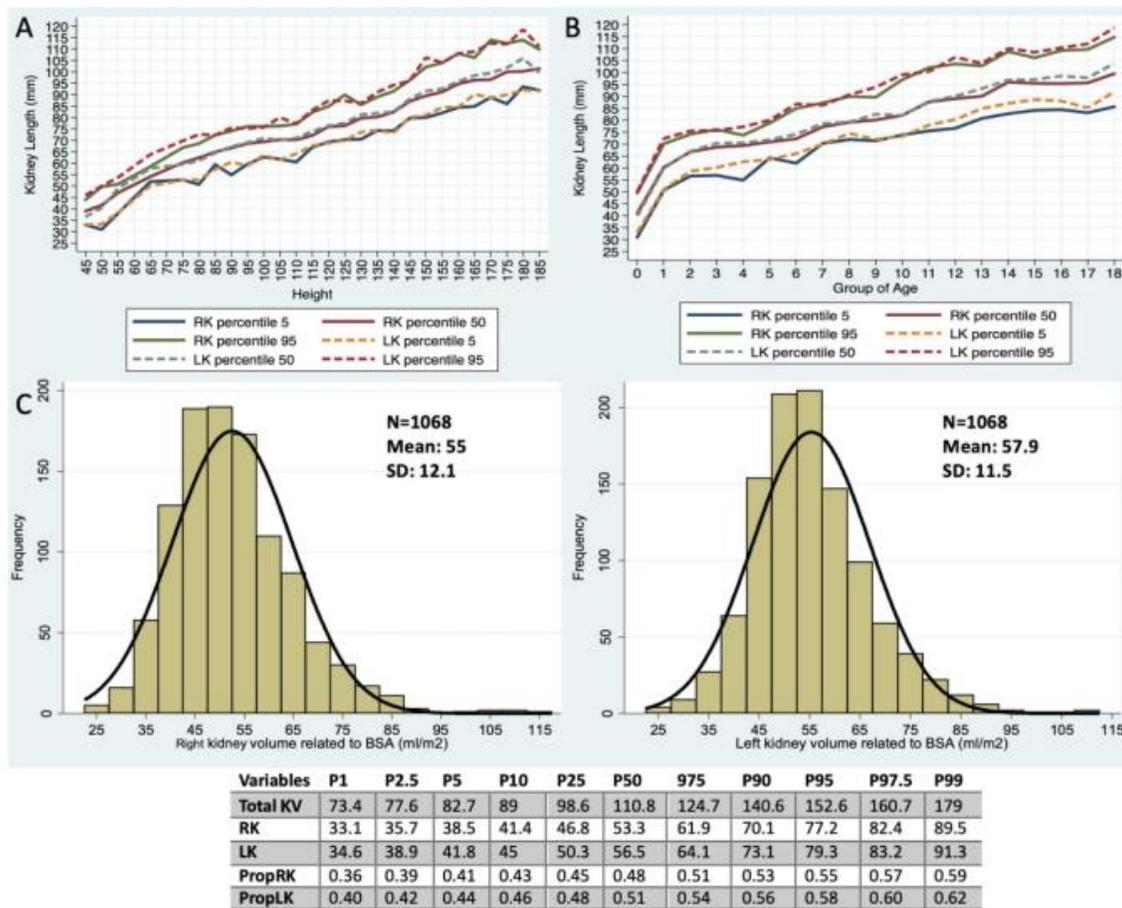
Se realizaron tablas de las dimensiones renales mediante ecografía en la población pediátrica de nuestra región, comparándolas con otras poblaciones, todas las dimensiones eran significativamente más pequeñas.

Los índices renales medidos por ultrasonido (longitud del riñón y volumen del riñón) son aceptados para calcular la masa renal y han sido validados en varias poblaciones, por su practicidad y seguridad al realizar las mediciones, se han convertido en los parámetros más utilizados, se correlacionan directamente con las características antropométricas de la población, por lo que la raza parece ser una de sus determinantes, por lo tanto no se pueden establecer ni aplicar medidas estandarizadas a nivel mundial. (16)

Se ha demostrado que el volumen renal ajustado por área de superficie corporal, se correlaciona consistentemente con el volumen según la edad del individuo y algunos autores han sugerido que su uso es más práctico que el de las tablas de percentiles. (16)

Entre el 1 de febrero de 2022 y el 30 de noviembre de 2022, se incluyeron 1084 personas; 7 fueron excluidos debido a anomalías renales en la ecografía (dos casos de ectasia pielocalicial, tres de riñón agenésia y dos de hipoplasia renal) y 9 por microalbuminuria persistente. Entre los 1.068 incluidos individuos, la proporción de hombres/mujeres fue casi igual (Hombres: 51,3%). Todos los individuos vivieron en el estado de Aguascalientes; 537 en el municipio de Aguascalientes, 399 en Calvillo y 132 en Rincón de Romos. (16)

Al igual que en el primer estudio, los hallazgos sugieren que el factor desencadenante inicial de esta entidad patológica puede ser una dotación prenatal baja de nefronas (volúmenes renales en los percentiles más bajos prenatalmente), la proporción de pacientes en el <5 percentil para el volumen renal ajustado fueron más frecuentemente en menores de 4 años (10,7%); esto disminuye progresivamente con el tiempo y es sólo del 1,6% en adolescentes entre 13 y 16 años. Por otro lado, los individuos del percentil 95 aumentaron con la edad, del 2,69 % al 8,3 %. Esto podría implicar que los individuos afectados nacen con un grado leve de hipoplasia renal que, con el paso de los años, se compensado por hipertrofia renal secundaria. (16)



**Ilustración 7** Distribución percentil de volumen y longitud renal en Aguascalientes.

## ULTRASONIDO RENAL

### Antecedentes históricos

La ultrasonografía médica fue desarrollada a inicios de la primera guerra mundial y las primeras imágenes ecográficas publicadas fueron de un cráneo humano en 1947, posteriormente las primeras imágenes de ultrasonido abdominal se documentan en 1958. Las publicaciones e investigaciones con respecto a este método diagnóstico iniciaron en los sesentas, incrementando de forma considerable a partir de 1975, con un nuevo pico a partir del año 1990, en donde hubo desarrollo de nuevos dispositivos más compactos y accesibles. (21)

El ultrasonido que se usa para diagnóstico cuenta con una frecuencia de un millón de Hz (MHz), esto permite la obtención de imágenes de alta calidad, pese a que no permite una visualización clara de estructuras profundas. Como es el caso del ultrasonido abdominal o cardíaco, la frecuencia se encuentra entre 2–5 MHz, que permite visualizar las estructuras abdominales con más precisión. (22)

Los transductores de ultrasonido emiten ondas que viajan a través de los tejidos y regresan al dispositivo (transductor) posterior a encontrarse con otras estructuras de diferentes densidades. Entonces las señales más fuertes generan imágenes más blancas (hiperecoicas) y las señales más débiles generan imágenes oscuras (hipoecoicas) esto siempre manteniéndose sobre una escala de gris. Las imágenes que se muestran con el ultrasonido dependen de la frecuencia (Hz) y se pueden determinar a partir de esta variable la penetrancia y la resolución. Para las frecuencias más altas la penetración es mínima contrario a la resolución que es máxima (transductor recto) y viceversa (transductor curvo), así los transductores en ecografía abdominal o cardíaca utilizan frecuencias entre 2 -5 millones de Hertz (MHz) (21, 22)

Lo riñones, el hígado y el tejido muscular, permiten que el haz de ultrasonido pase y refleje moderadas velocidades, generando una imagen gris, y los fluidos como la sangre u orina permiten un paso fácil de las ondas de ultrasonido, reteniendo su fuerza y obteniendo como resultado una imagen oscura o hipoecoica. (22)

#### *Tamaño renal*

El tamaño renal es una característica que representa gran importancia en el ámbito médico, esto asociado a que es un indicador inicial en el diagnóstico y pronóstico de enfermedades renales. La medición del tamaño renal se inició históricamente con intención de explorar mediante pielografía intravenosa siendo el estudio pioneros con el cual se relacionaba esta medida con factores antropométricos. (21, 22)

Las mediciones más comunes y utilizadas que se realizan en el ultrasonido renal renales son el volumen, la longitud y los diámetros anteroposterior y transversal. Para

realizar la medición se coloca al paciente en decúbito prono, debido a que en esta posición es posible visualizar ambos riñones sin que se interpongan otras estructuras anatómicas incluyendo los gases intestinales.

Es bien sabido que el tamaño renal es un parámetro que representa gran importancia, en la evaluación de un niño con enfermedad renal. Se encuentra en la ultrasonografía un método no invasivo, accesible, práctico y económicamente y muy útil, para realizar la medición del tamaño renal de forma confiable.

Se conocen ciertas enfermedades renales que pueden alterar las características morfológicas del riñón, alterando su tamaño y las características ecográficas de sus componentes. Es importante dar la importancia adecuada a los parámetros de medida renales que se encuentran dentro de la normalidad en los niños, ya que la mayoría de estas enfermedades cursan con modificación, aumento o disminución del tamaño renal, por lo cual es importante contar con parámetros de referencia para considerados como normales en los niños. (21)

Es importante tomar en cuenta que al realizar la medición de una estructura hay riesgo de error de medición posible, existiendo tres errores posibles: error exactitud, validez y precisión. El riesgo de error del observador es mayor que el riesgo del equipo.

La medición de la resolución longitudinal es más exacta cuando se mide la estructura en forma lateral, desde el punto de vista ecográfico. Al realizar un corte longitudinal, se observa forma de elipse en el riñón (balón de rugby). Y si el corte se realiza de forma transversal la forma se aprecia una C: de ubicación medial; abierta hacia el hilio. (21).

Se distinguen dos partes del riñón:

- Seno: el cual está formado por tejido fibroso y graso de intensidad hiperecogénica. Los vasos renales y los sistemas colectores urinarios, se aprecian dentro como estructuras anecoicas finas. Una elipse de color blanco dentro de una elipse más grande se observa como imagen ecográfica hiperecogénica es que es el propio riñón. (21)

- TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS
- Parénquima: se observa una banda homogénea y similar de ecogenicidad pero con menor ecogenicidad que el hígado o el bazo. En forma de cuña se pueden distinguir estructuras hipoecoicas que representan a pirámides medulares. Las cuales pueden observarse en pacientes jóvenes, en trasplantes renales o en algunos padecimientos como la nefritis tubulointersticial aguda. (21)

Un riñón sin enfermedad es liso y uniforme. A veces, la superficie de la corteza puede observarse con escaras o cicatrices, lo cual es común ver en pielonefritis crónica y enfermedad parenquimatosa. La persistencia de los lóbulos fetales, es una variante normal que se caracteriza por su número (4-6 por riñón) y una disposición muy regular. (21)

#### *Ecogenicidad cortical*

Es importante realizar secciones separadas para describir la ecogenicidad del parénquima renal en las que se incluyen el hígado y el bazo, así como los riñones derecho e izquierdo. El riñón derecho es hipoecoico o tan ecoico como el hígado, en pacientes sanos, el y el riñón izquierdo es hipoecoico en relación con el bazo. En caso de aumento de la ecogenicidad del hígado, por ejemplo, en caso de esteatosis hepática, la hipoecoicidad del riñón derecho empeora en relación con el hígado. Por el contrario, si el riñón se ve afectado por una patología parenquimatosa crónica (en la que el riñón se vuelve hiperecoico), el riñón se vuelve más hiperecoico que el hígado o el bazo. Con la edad del paciente, la ecogenicidad también aumenta. (21)

#### *Delimitación cortico-medular*

- El parénquima renal está constituido por la corteza y la médula. En condiciones de normales la zona corticomedular, o parénquima se diferencia fácilmente del seno. Respecto al seno la región corticomedular es hipoecoica y este es hiperecogénico. En situaciones de enfermedad

renal crónica o patología renal la diferenciación o delimitación no existe o está alterada. (22)

*Volumen renal*

Esta medida es la más exacta del tamaño renal, esto a consecuencia de su elevada correlación con la función renal y su asociación con la evolución. (22)

El cálculo se puede realizar con la siguiente formula:

$$V = (L1+L2+L3) \times 0.49 \text{ cm}^3$$

En donde L1 representa la longitud del eje mayor, longitud del eje transversal L2, y L3 la longitud del diámetro posteroanterior. El riñón derecho normal y el riñón izquierdo normal tienen un volumen aproximado de 134 cm<sup>3</sup> y de 146 cm<sup>3</sup>, respectivamente. El diámetro longitudinal y el volumen renal tiene buena correlación y las variaciones inter e intraobservadores son pequeñas, la medida que más se utiliza es la longitud, pero nos brinda mayor información el volumen. (22)

RIGHT KIDNEY															
Age Group	N	Mean	SD	95% CI	p1	p2.5	p5	p10	p25	p50	p75	p90	p95	p97.5	p99
0 to < 1	78	41.2	5.3	40.1 – 42.4	30.3	30.9	31	34	38	41	44.3	48.2	49.5	50.7	59
1 to < 2	56	60.1	5.8	58.4 – 61.6	49.9	50	50.7	52.7	56.1	60.2	64.4	68.3	70.1	72.3	73.9
2 to < 3	53	66.1	5.1	64.6 – 67.4	54.3	55.0	56.6	59.8	63.1	66.7	69.2	72.2	74.1	76.9	77.2
3 to < 4	41	68.1	5.5	66.3 – 69.8	54.7	55.2	56.9	63.7	64.8	68.7	70.5	74.9	76.1	78.3	83
4 to < 5	32	68.1	4.9	66.3 – 69.9	54.2	54.2	54.9	63.2	65.7	69.3	71.5	72.7	73.7	77.1	77.1
5 to < 6	63	71.1	4.7	69.8 – 72.2	60.5	61.7	64.2	65.3	68.2	70.9	74.1	77.2	78.8	81.1	84.9
6 to < 7	70	73.6	6.8	72 – 75.2	60.2	61.8	62	66.3	69.8	72.2	77.6	82.3	84.9	90.6	96
7 to < 8	52	77.9	5.2	76.5 – 79.4	66.7	70.3	70.3	71.6	75.4	77.2	81.3	85.6	87.2	88.4	90
8 to < 9	34	79.1	5.4	77.2 – 81	70.5	70.5	71.9	72.5	74.7	79.1	81.8	87.4	89.9	91.5	91.5
9 to < 10	48	80.2	5.5	78.6 – 81.8	70.3	70.5	71.4	73	75.6	80.1	84.5	88.2	89.6	91	91.5
10 to < 11	31	83.9	7.5	81.2 – 86.7	72.9	72.9	73.8	75.3	78.7	82	88.1	96	96.9	106	106
11 to < 12	42	87.9	8.5	85.3 – 90.6	75.3	75.4	75.5	79.9	82.4	87.6	91.4	97.6	101.9	102	120
12 to < 13	65	90.1	7.5	88.2 – 92	75.5	75.6	76.6	81.8	85.3	89	94.4	101	103.5	105.1	112
13 to < 14	57	90.7	6.0	89.1 – 92.3	79.7	80.4	80.7	83	87	90	93.8	98.4	102.7	103	108.1
14 to < 15	105	95.9	8.1	94.3 – 97.4	74	80.8	82.7	85	92	95.9	101	105	108.7	113	113.9
15 to < 16	83	95.4	6.8	93.9 – 96.8	73.3	83.2	84.1	87.9	90.6	95.4	99	103.6	106.1	109	112
16 to < 17	109	96.5	7.2	95.1 – 97.9	82.9	83.5	84.4	87.6	92.1	95.3	100.6	106.2	109.1	112.5	113.3
17 to < 18	35	96.1	8.1	93.4 – 98.9	76.7	76.7	83.1	85.8	91	95.6	101	107.3	109.6	115.7	115.7
18 to < 19	14	100.8	9.3	95.4 – 106.2	85.6	85.6	85.6	91.8	95.3	99.4	111.9	113.9	114.7	114.7	114.7

**Ilustración 8** Percentiles de longitud renal derecha en pediátricos en Aguascalientes.

**LEFT KIDNEY**

Age Group	N	Mean	SD	95% CI	p1	p2.5	p5	p10	p25	p50	p75	p90	p95	p97.5	p99
0 to < 1	78	41.1	6.1	39.7 – 42.4	29.3	30.7	33	34	38	40	45	49	50	60.1	63
1 to < 2	56	60.2	5.7	59.6 – 61.7	50.2	50.7	51	52.6	56.9	59.8	63.5	67.5	72.3	74.2	74.3
2 to < 3	53	66.6	4.8	65.2 – 67.9	57.3	58.1	58.6	61.0	62.4	67.0	69.8	73.9	75.5	75.6	75.8
3 to < 4	41	69.1	5.3	67.5 – 70.8	56.8	58.9	60.2	62.2	66.2	70.3	72.4	74.7	75.7	76.7	83.6
4 to < 5	32	70.4	4.2	68.9 – 72	59.7	59.7	62.6	65	68.7	70.5	73.0	75	77.2	78.2	78.2
5 to < 6	63	71.8	5.4	70.4 – 73.1	61.4	62.4	63.6	65	67.3	71.8	75.7	78	80	81.9	87.4
6 to < 7	70	75.1	6.1	73.6 – 76.6	64.1	65.7	66	68.2	70.7	74.1	79.2	83	86.8	90.4	93.1
7 to < 8	52	77.8	4.7	76.5 – 79.1	68.1	70	70	71	73.7	78.6	81.2	83.2	86.2	86.2	87.3
8 to < 9	34	80.1	4.2	78.5 – 81.5	73.2	73.2	74.4	75.4	77.2	79.2	81.9	86.5	90.6	91.1	91.1
9 to < 10	48	81.8	5.8	80.1 – 83.5	70.1	70.6	72	74.2	77.7	82.5	85	89	93.8	94.3	94.7
10 to < 11	31	83.5	7.9	80.6 – 86.4	69.6	69.9	73.2	74.3	77.3	82	88	96	99	99.4	99.4
11 to < 12	42	87.7	7.4	85.4 – 90	72.4	77	77.9	80	82.2	87.8	92	96.5	100.3	101.9	109.2
12 to < 13	65	91.2	7.4	89.4 – 93.1	74.4	79.9	80.3	83.3	86.9	90	95.8	103.2	106.3	108.2	111
13 to < 14	57	93.4	6.4	91.6 – 95.1	82	84.4	84.8	85.6	88.4	93.2	96.6	101	103.8	104	119.2
14 to < 15	105	97.3	7.3	95.9 – 98.7	80.4	82.1	87	88.5	92.6	96.8	102	107	110	112.8	114
15 to < 16	83	96.7	6.5	95.3 – 98.2	75.5	86.6	88.6	89.3	91.9	97	101.5	103.8	108.4	111	112.3
16 to < 17	109	98.2	8.6	96.5 – 99.8	83.5	84.4	88	89.4	93.5	98.5	102.5	108.9	110.3	112.5	121.5
17 to < 18	35	98.8	7.8	96.1 – 101.5	84.9	84.9	85.2	87.3	93.5	97.7	105.9	109.3	111.9	117.2	117.2
18 to < 19	14	103.9	9.2	98.5 – 109.2	91.8	91.8	91.8	93.1	95.1	103.7	112.1	117.1	118.6	118.6	118.6

**Ilustración 9** Percentiles de longitud renal izquierda en pediátricos en Aguascalientes.

**RIGHT KIDNEY**

Age group	N	Mean	SD	95% CI	p1	p2.5	p5	p10	p25	p50	p75	p90	p95	p97.5	p99
0 to < 1	78	10.6	3.1	9.8 – 11.3	5.3	5.6	6.1	6.9	8.3	10.6	12.3	13.6	16.3	18.3	24.1
1 to < 2	56	24.3	6.1	22.6 – 25.9	13.2	13.6	16.0	17.2	20.1	23.3	28.1	32.6	35.2	35.3	41.5
2 to < 3	53	31.3	6.6	29.4 – 33.1	19.6	21.1	21.5	23.1	25.8	32.0	34.8	40.1	42.5	44.0	52.7
3 to < 4	41	33.9	9.0	31.1 – 36.8	16.1	21.1	23.2	23.8	28.8	33.9	38.2	44.1	46.2	46.7	70.1
4 to < 5	32	37.1	8.4	34.0 – 40.2	23.9	23.9	24.0	26.7	31.2	37.3	42.5	49.3	50.3	51.9	51.9
5 to < 6	63	43.0	10.7	40.3 – 45.7	25.9	27.9	29.6	32.4	35.5	41.8	48.9	55.3	57.2	60.5	95.9
6 to < 7	70	48.0	10.8	45.4 – 50.6	25.7	29.6	32.1	36.7	40.9	47.1	53.1	60.8	63.4	66.3	97.2
7 to < 8	52	53.0	9.0	50.5 – 55.5	34.0	39.4	40.5	43.3	45.4	52.4	59.9	64.6	67.9	69.8	76.8
8 to < 9	34	56.2	13.3	51.6 – 60.8	34.5	34.5	38.0	40.8	46.0	56.0	64.9	71.3	77.2	96.7	96.7
9 to < 10	48	57.5	13.7	53.5 – 61.5	32.6	38.3	40.3	42.0	50.6	56.0	62.7	77.6	86.8	89.4	102.8
10 to < 11	31	69.9	18.5	63.1 – 76.8	40.4	40.4	47.9	50.0	55.2	66.5	81.1	89.0	105.8	130.5	130.5
11 to < 12	42	82.3	31.1	72.6 – 92.0	40.0	44.7	53.2	55.6	62.4	76.2	89.1	124.1	134.4	143	210.3
12 to < 13	67	85.9	21.3	80.7 – 91.2	50.7	52.3	54.8	60.9	71.4	80.2	98	116.6	127.2	136.7	149.8
13 to < 14	59	83.4	19.5	78.2 – 88.6	49.3	51.1	52	55.8	70.2	85.3	96.9	107.9	113.7	120.8	137.6
14 to < 15	106	102.4	28.6	96.8 – 107.9	53.4	58.6	62.1	67.7	80.6	98.3	121.9	138.7	148.2	171.5	177.3
15 to < 16	83	94.3	21.8	89.5 – 99.1	56.4	59.7	66.2	70.2	79.9	90.4	107.7	123.1	136.2	143.5	161.3
16 to < 17	113	91.9	23.5	87.6 – 96.3	56	57.4	61.1	65.7	76.4	88.7	102.5	119	132.3	172	175.6
17 to < 18	35	98.3	31.7	87.3 – 109.2	48.7	48.7	61.2	64.6	76.2	89.8	118.2	132.4	164.1	197.7	197.7
18 to < 19	14	109.1	33.6	89.6 – 128.5	57.9	57.9	57.9	71.1	80.7	109.3	139.9	148.2	170.1	170.1	170.1

**Ilustración 10.** Percentiles de volumen renal derecho en pediátricos en Aguascalientes

**LEFT KIDNEY**

Age group	N	Mean	SD	95% CI	p1	P2.5	p5	p10	p25	p50	p75	p90	p95	p97.5	p99
0 to < 1	78	10.9	3.4	10.1 – 11.7	5.1	5.2	6.1	6.8	8.7	10.6	12.4	15.9	17.0	21.1	21.5
1 to < 2	56	25.5	6.8	26.6 – 27.2	12.6	14.1	15.7	18.0	20.8	24.6	29.3	35.0	39.0	42.0	44.0
2 to < 3	53	32.1	6.5	30.3 – 33.9	21.3	28.5	22.7	23.5	28.5	30.8	35.8	41.2	45.3	45.7	50.7
3 to < 4	41	35.5	7.6	33.1 – 37.9	20.9	24.8	25.2	27.5	30.2	34.0	41.1	43.5	44.0	48.7	61.8
4 to < 5	32	43.8	8.9	40.5 – 47.0	28.5	28.5	30.6	35.2	37.1	41.3	48.7	57.2	62.2	64.5	64.5
5 to < 6	63	44.0	9.4	41.8 – 46.5	26.1	27.3	29.0	33.1	37.7	42.8	51.1	54.3	55.5	67.1	74.0
6 to < 7	70	49.9	10.4	47.4 – 52.4	29.7	31.1	31.4	38.5	43.2	48.8	56.4	63.8	70.0	72.2	85.5
7 to < 8	52	53.5	8.3	51.2 – 55.8	38.8	39	39.2	43.1	49	53.5	55.8	65.2	72.7	73.8	75.6
8 to < 9	34	60.5	12.0	56.3 – 64.7	34.3	34.3	41.5	44.8	52.5	60.4	70.0	78.2	82.0	84.2	84.2
9 to < 10	48	62.6	14.2	58.5 – 66.7	44.7	44.8	45.5	49.3	52.2	56.8	66.5	87.5	87.9	98.5	98.9
10 to < 11	31	72.8	21.0	65.1 – 80.5	36.5	36.5	42.0	52.5	56.2	67.0	90.1	99.5	114.0	116.5	116.5
11 to < 12	42	81.9	24.8	74.1 – 89.6	48.8	50.6	50.9	58.6	62.8	79.2	89.9	104.8	131.3	141.6	173.9
12 to < 13	67	88.7	21.4	83.5 – 93.9	48.8	55.8	63.1	66.9	72.5	84.4	98.6	115.6	124.3	132.9	179.0
13 to < 14	59	89.7	22.3	83.9 – 95.6	53.0	56.8	60.9	65.0	76.3	90	99.4	119.3	127.9	132.5	189.0
14 to < 15	106	103.0	23.8	98.4 – 107.6	60.1	64.8	68.2	76.4	87.1	97.9	117.3	139.0	141.2	157.4	167.6
15 to < 16	83	102.1	24.0	97.1 – 107.6	57.5	67.2	69.8	74.7	85.4	99.9	116.7	137.5	138.3	151.2	184.6
16 to < 17	113	105.1	26.7	99.5 – 108.4	65.1	69.2	73.4	77.8	87.1	100.8	115.6	135.7	157.5	172.8	177.9
17 to < 18	35	102.0	25.7	93.2 – 110.9	60.4	60.4	69.9	72.8	81.2	96.8	114.9	144.3	146.4	174.1	174.1
18 to < 19	14	119.2	32.3	100.5 – 137.9	80.6	80.6	80.6	83.6	88.4	125.7	146.8	149.1	185.7	185.7	185.7

**Ilustración 11.** Percentiles de volumen renal izquierdo en pediátricos en Aguascalientes.

## **CAPÍTULO II. METODOLOGÍA**

### *DISEÑO GENERAL.*

Se trata de un estudio de cohorte prospectivo, observacional y descriptivo de mujeres con embarazo a término los cuales, se les realizó determinación de creatinina y dimensiones renales por ultrasonido, además de medición de xenobióticos en orina de mama, neonato y líquido amniótico. Serán evaluados en seguimiento para determinar el crecimiento de las dimensiones renales y función renal al año de nacimiento.

### *JUSTIFICACIÓN*

El estudio de las dimensiones renales y función renal al año de nacimiento es indispensable para conocer el desarrollo renal en individuos nacidos en el estado. Las características histológicas encontradas en los adolescentes con albuminuria, sugieren que el daño se debe a bajo número de nefronas desde el nacimiento. Uno de los factores protectores fue la lactancia materna, por lo que el estudio del desarrollo renal a un año del nacimiento es indispensable para poder explorar posibles factores relacionados a la enfermedad. En el año 2022 se inició un estudio para reclutar mujeres con embarazo a término con el fin de estudiar las dimensiones renales y función renal de recién nacidos y evaluar la posible relación de pesticidas y metales pesados con esos valores.

### *PREGUNTA DE TESIS*

¿Cuáles son los factores asociados a incremento de tamaño de volumen renal durante el primer año de vida en el estado de Aguascalientes?

### *HIPÓTESIS*

Los factores asociados a un mayor incremento del volumen renal serán la talla, peso, grado de nutrición, lactancia materna y el antecedente de exposición a pesticidas y metales pesados.

### *DEFINICIÓN DEL PROBLEMA*

Aguascalientes cuenta con una de las más altas prevalencias e incidencias de ERC en el mundo. En el estado la principal causa es "no conocida" la cual afecta a adultos entre 20 y 40 años. Estudios de tamizaje en adolescentes han encontrado una alta prevalencia de enfermedad renal crónica temprana, estadio G1A2. La caracterización histológica de dicha población afectada fue de hipertensión glomerular (glomerulomegalia y fusión parcial de procesos podocíticos) y ausencia de fibrosis. Los factores de riesgo fueron la cercanía a zonas de cultivo de maíz y el trabajo relacionado a pesticidas por parte del padre de familia. El factor protector más importante fue la lactancia materna. En conjunto estos hallazgos sugieren que la causa de esta entidad es un bajo número de nefronas desde el nacimiento, probablemente relacionado a la exposición a tóxicos ambientales.

Desde marzo del 2022 se inició el reclutamiento de mujeres con embarazo a término con el fin de estudiar las dimensiones renales y función renal de los recién nacidos del estado. Se tomaron muestras de orina de mama, orina del neonato y líquido amniótico, al cuarto día de nacimiento se tomaron muestras para medición de creatinina sérica y se realizó un ultrasonido renal.

El primer año de vida es el más importante para el aumento del tamaño renal y filtración glomerular por lo que el estudio de los factores relacionados es indispensable para entender el fenómeno del desarrollo renal en individuos nacidos en el estado, el cual es una de las hipótesis más factibles como responsable fisiopatológico de la nefropatía encontrada en el estado de Aguascalientes.

### *OBJETIVOS*

#### *Objetivo principal*

Determinar los factores relacionados al aumento de dimensiones renales al año de nacimiento.

#### *Objetivos específicos*

Describir el aumento de volumen en individuos nacidos en el estado de Aguascalientes.

Describir los factores tradicionales asociados al aumento de volumen renal (Talla, grado de nutrición, etc)

Determinar la relación entre la exposición a pesticidas y metales pesados en el nacimiento y el aumento de dimensiones renales en el primer año de vida.

*TIPO DE ESTUDIO*

Cohorte prospectivo, analítico, descriptivo.

*POBLACIÓN DE ESTUDIO*

Recién nacidos a los que se les realizó determinación de creatinina y dimensiones renales por ultrasonido, además de medición de xenobióticos en orina de mama, neonato y líquido amniótico.

*SEGUIMIENTO*

- Número de fases del estudio:

Tres fases: reclutamiento inicial, visita al año de nacimiento y seguimiento posterior.

Número de visitas y su programación:

Una visita en la fase inicial, una visita al año de nacimiento y en base a los hallazgos se determinará el número de visitas anuales posteriores.

- Duración de cada fase del estudio:

Primera fase: Una semana

Segunda fase: Una semana

Tercera fase: Indefinido, en relación a los hallazgos

- Estudios de laboratorio y gabinete que serán usados: ultrasonido renal y determinación de creatinina sérica, albúmina sérica y biometría hemática.

- Duración total del seguimiento:

Indefinido, mínimo 5 años.

- Opciones de tratamiento que se ofrecerán al término del estudio:

Se dará atención médica en base a los hallazgos.

VARIABLES

Variable	Concepto	Tipo de variable	Unidad	Codificación
<b>Edad</b>	Tiempo transcurrido desde la fecha de nacimiento	Cuantitativa discreta	Meses	1-24
<b>Sexo</b>	Condición orgánica determinada por los genitales	Cualitativa nominal	No aplica	"1"= Hombre "2"=Mujer
<b>Peso</b>	Fuerza con la que la tierra atrae a los cuerpos.	Cuantitativa continua	kg	1-100
<b>Talla</b>	Distancia que se encuentra entre piso y vértex de la cabeza en una persona en posición erecta.	Cuantitativa continua	cm	20-200
<b>Edad gestacional</b>	Edad en semanas de gestación estimada al nacimiento	Cuantitativa discreta	Semanas	1-42
<b>Lactancia</b>	Acto de alimentar con leche materna	Cualitativa	No aplica	"0" = NO "1" = MAS DE 6 MESES "2"= MENOS DE 6 MESES
<b>Creatinina sérica</b>	Producto de desecho presente en la sangre	Cuantitativa continua	Miligramos/de cilitros	0.1-3
<b>TFG</b>	Volumen de fluido filtrado por unidad de tiempo desde los capilares glomerulares renales hacia el interior de la cápsula de Bowman.	Cuantitativa continua	mL/min/1.73 m <sup>2</sup>	20-120
<b>Volumen renal por USG</b>	Medición del volumen renal por superficie corporal por USG	Cuantitativa continua	ml/m <sup>2</sup> sc	20-120

<b>Longitud renal por USG</b>	Medición de la longitud renal por USG	Cuantitativa continua	mm	30-120
-------------------------------	---------------------------------------	-----------------------	----	--------

**Tabla 1.** Variables

*ANÁLISIS ESTADÍSTICO*

Se realizó una comparación entre cuartiles de la diferencia (delta) entre el volumen renal ajustado a superficie corporal (VRTSC) al año menos VRTSC al nacimiento. Las variables dicotómicas u ordinales fueron valoradas con prueba de Chi<sup>2</sup> o Exacta de Fisher. Las variables continuas de distribución normal, fueron evaluadas con análisis de varianza y las variables de distribución anormal se utilizará prueba de Kruskal Wallis.

Se realizó estadística para evaluación de factores de riesgo en base al desenlace. En el caso de las dimensiones renales y función renal, fue utilizado regresión lineal expresión del coeficiente  $\beta$ , intervalos de confianza al 95% y valor de p. Se realizó regresión lineal múltiple con selección de las variables en base a plausibilidad biológica y no interacción o confusión entre las variables.

Un valor de p <0.05 fué considerado como significativo. Se utilizó software STATA versión 14.1.

## **CAPITULO III. MATERIAL, PACIENTES Y MÉTODOS**

### *MANIOBRAS E INTERVENCIONES*

Las madres invitadas al estudio, fueron localizadas vía telefónica y evaluadas en el Centenario Hospital Miguel Hidalgo.

Se realizó medición somatométrica y toma de signos vitales, además de ultrasonido renal con medición longitudinal y volumen renal ajustado a superficie corporal por ultrasonido. Se realizó interrogatorio de antecedentes durante el año posterior al nacimiento, incluyendo el antecedente de lactancia, duración de la lactancia, alergias, hospitalizaciones, uso de medicamentos. Se tomará muestra de sangre del infante para determinar creatinina sérica, albúmina, cinética de hierro, bioxido de carbono y biometría hemática.

### *RECURSOS*

#### *- Recursos Humanos*

Médicos adscritos a los servicios de pediatría e imagenología del CHMH.

Médicos residentes del CHMH.

Médicos pasantes del servicio social en CHMH.

Químicos y personal de laboratorio del CHMH.

#### *- Recursos materiales*

Cama de exploración, computadora, hoja de recolección de datos, balanza, estadiómetro, oxímetro de pulso, baumanómetro, estetoscopio,

### *CONSIDERACIONES ÉTICAS*

Se explicó a los padres y/o tutores de los pacientes incluidos en el protocolo sobre los procedimientos a realizar (toma de muestra y ultrasonido renal) y la información a considerar, se resolvieron dudas y firmaron una hoja de consentimiento informado (anexo A), se respetó el anonimato de los participantes en base a la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud, con la declaración de Helsinki de 1975.

El estudio fue aprobado por el comité de ética y comité de investigación del CHMH el día 07 de junio de 2023 con número de aprobación 2023-R-21.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

TAREAS	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB
DISEÑO DEL PROYECTO	■										
PRESENTACIÓN A COMITÉ DE ÉTICA		■									
EJECUCIÓN				■							
REALIZACIÓN DE PRUEBAS					■						
ANÁLISIS DE RESULTADOS								■			
REVISIÓN FINAL									■		
PRESENTACIÓN										■	

Ilustración 12. Cronograma de actividades

## CAPITULO IV. RESULTADOS

Se evaluaron lactantes de entre 12-17 meses de edad. El análisis final incluyó a 50 lactantes, con una edad promedio de 13.54 ( $\pm 1.0$ ) meses de edad, respecto al sexo, la distribución fue 50% masculino. Los lactantes fueron recién nacidos a término, con una mediana de 39.1 ( $\pm 1.4$ ) semanas de gestación por Capurro al nacimiento, así como peso y talla normal para las semanas de edad gestacional, con una mediana de 3200grs ( $\pm 150$ ) al nacimiento (p47.9) y una mediana de talla de 52cm ( $\pm 2.5$ ). (p70.8).

Respecto a la talla y peso actuales, se mantuvieron dentro de percentiles normales para edad, manteniendo una media de peso de 9.7kg ( $\pm 0.9$ ) percentil 49.8 ( $\pm 25$ ) y talla de 77.3cm ( $\pm 2.7$ ) percentil 53 ( $\pm 30.1$ ), solo un paciente se encontraba con talla debajo del percentil 5 para la edad.

Variables	Toda la población (n=50)	Cuartil 1-25 (-77.1 to -25.1) N=13	Cuartil >25 – 50 (-24.4 to -7.06) N=13	Cuartil >50 – 75 (-6.6 to 32.3) N=12	Cuartil > 75 – 99 (32.3 to 72.7) N=12
<b>Sexo Masc</b>	25 (50)	7 (53.8)	5 (38.4)	7 (58.3)	6 (50)
<b>SDG</b>	39.1 (1.4)	39.4 (1.5)	39.2 (1.5)	38.9 (1.3)	38.6 (1.1)
<b>Peso al nacer</b>	3.2 (0.4)	3.3 (0.6)	3.1 (0.2)	3.3 (0.3)	3.3 (0.3)
<b>Talla al nacer</b>	52 (2)	51.6 (1.4)	51.4 (2.3)	52.5 (1.7)	52.5 (2.6)
<b>Peso Actual</b>	9.7 (0.9)	9.9 (0.9)	9.6 (1.1)	9.9 (0.9)	9.6 (0.9)
<b>Talla Actual</b>	77.3 (2.7)	77.7 (2.1)	75.8 (2.7)	77.6 (3.1)	78.2 (2.7)

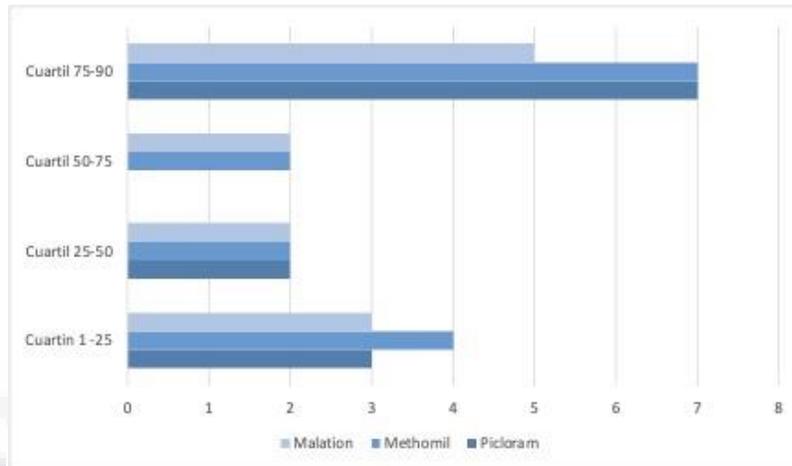
**Tabla 2.** Características de la población de estudio

Se realizó una comparación entre cuartiles de la diferencia (delta) entre el volumen renal ajustado a superficie corporal (VRTSC) al año menos VRTSC al nacimiento, distribuyendo el total de la muestra dentro de los cuartiles para el análisis de las variables, en el primer cuartil se encontraron los pacientes en los que el delta del VRTSC se encontró negativo; el incremento del VRTSC no fue significativo durante

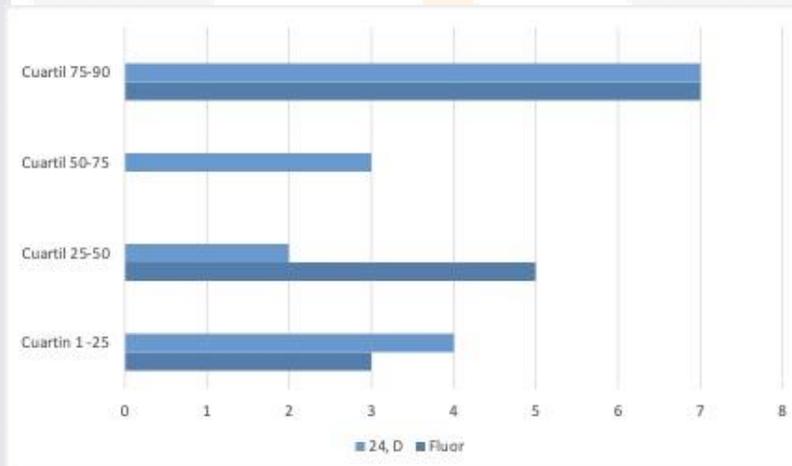
el primer año de vida, a diferencia del cuartil superior en el que se identifica un importante incremento en el volumen renal, se encontró una relación estadísticamente significativa en el cuartil superior respecto a la detección de metales pesados y pesticidas.

Respecto al percentil de volumen renal previo, se encontró la siguiente distribución por cuartiles: primer cuartil percentil 90 (75-97.5), segundo cuartil percentil 50 (10 – 75), tercer cuartil percentil 25 (25 – 50), cuartil superior percentil 7.5 (0.5 – 10) valor de  $p=0.022$ , en contraste con la distribución de percentiles actuales primer cuartil percentil 10 (10-50), segundo cuartil percentil 25 (10 – 50), tercer cuartil percentil 25 (17.5-75), cuartil superior 75 (17.5-82.5) valor de  $p=0.012$ .

Se encontró Picloram en orina materna en 12 de los pacientes (24%) de los cuales 3 se encuentran en el primer cuartil, 2 en el segundo cuartil y 7 en el último cuartil con un valor de  $p=0.007$ . La presencia de Fluor en orina materna fue en 15 (30%), 3 dentro del cuartil uno, 5 dentro del cuartil dos y 7 dentro del cuartil cuatro con un valor de  $p=0.015$ . Malation en orina materna estaba presente en 14 (28%) pacientes, 3 en el primer cuartil, 2 en el segundo cuartil, 2 más en el tercer cuartil y 7 en el cuartil cuatro valores de  $p=0.060$ , Methomil en líquido amniótico se encontró en 15 (30%) de las madres de los pacientes, 4 en el primer cuartil, 2 en el segundo cuartil, 2 en el tercer cuartil y 7 en el cuartil superior con un valor de  $p=0.074$ .



**Ilustración 14.** Relación de Malation, Methomil, Picloram, respecto a cuartil.



**Ilustración 15.** 2,4 -D, Flúor, respecto a cuartil.

Respecto al control durante el embarazo se identificó 37 (74%) de las madres, tuvieron un control prenatal adecuado, iniciaron el consumo de ácido fólico con una media a 1.9 ( $\pm 1.3$ ) mes de gestación, durante el primer trimestre, el peso ganado durante la gestación fue de 10.1 kg ( $\pm 4$ ).

Se interrogó a familiares directos (padre o madre) sobre toxicomanías, encontrando 22 (44%) de los pacientes con padres con algún grado de alcoholismo positivo, y 19 (38%) con hábito tabáquico.

Se les realizó además una encuesta para detección de factores de riesgo de los cuales se incluyeron antecedentes de familiares directos de enfermedad renal crónica ( $p=0.256$ ), diabetes mellitus ( $p=0.212$ ) y algún tipo de neoplasia ( $p=0.324$ ), sin encontrar relación directa con el volumen renal ajustado a superficie corporal actual y el del nacimiento. La encuesta incluyó variables demográficas como la cercanía de la vivienda a un medio de cultivo, sin relevancia importante en este grupo de pacientes ( $p=0.903$ ), se interrogó también el contacto con pesticidas de algún familiar directo con un valor de  $p=0.298$ .

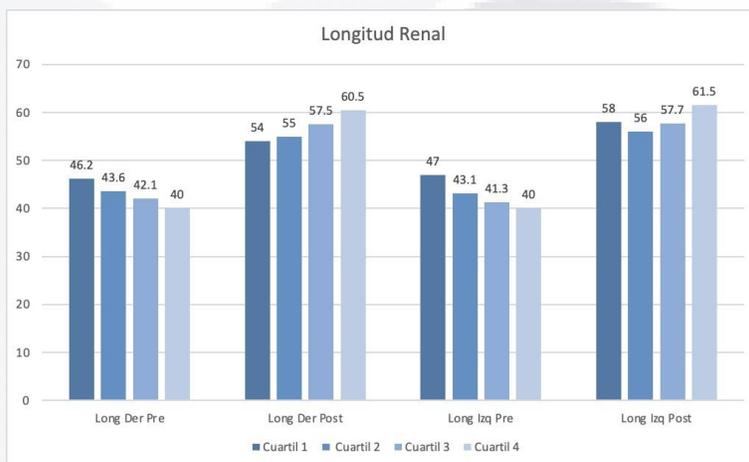
Respecto a la asociación con el estado nutricional y la alimentación, como se mencionó previamente la media del peso y talla actuales se encontraban dentro de percentil adecuado para la edad actual, el 98% de los pacientes recibieron lactancia materna de los cuales el 68% la recibió por más de 6 meses y el 30.6% la recibió por menos de 6 meses, sin embargo, no se encontró relación respecto al volumen renal ajustado a la superficie corporal, ambas con  $p=0.123$ .

Con el objetivo de evaluar el estado nutricional se realizó la medición de albumina sérica encontrando una media de 4.6gr/dL adecuada para edad. Se realizó citometría hemática y perfil de hierro sérico, encontrando medias de Hierro sérico, 69.2 ( $\pm 23.5$ ), capacidad total de fijación a hierro 398.6 ( $\pm 45.9$ ), % de saturación de transferrina 17.6 ( $\pm 6.7$ ) y niveles séricos de ferritina 24.1 ( $\pm 21.2$ ) dentro de rangos esperados y adecuados. Se identificó a 5 pacientes con anemia por deficiencia de hierro. No se encontró relación con la anemia por falta de hierro respecto al volumen renal de los pacientes.

Para medir la función renal se realizó creatinina y cistatina séricas, y con ello se realizó el cálculo de la tasa de filtración glomerular (TFG). Respecto a los niveles de creatinina se encontró que la media 0.25 ( $\pm 0.08$ ), con TFG 131.7 ( $\pm 29.2$ ), sin diferencia entre los cuartiles de VRTSC. Se realizó la medición de cistatina C sérica con una media de 0.92 ( $\pm 0.18$ ), con TFG estimada de 140.7 ( $\pm 29.1$ ), de la misma forma sin diferencia entre cuartiles de VRTSC.

La longitud renal derecha previa presentó una media de 43.1 (39.9 – 46), con una menor longitud en el cuartil superior 40 (34.7 – 41.5), un valor de  $p=0.0167$ , la

longitud renal derecha actual con una media de 56 (52 – 60) con una mayor longitud en el cuartil superior 60.5 (56.5 – 61), valor de  $p=0.036$ . La longitud renal izquierda previa con una media de 43 (40 – 47), una menor longitud en el cuartil superior 40 (37.9 – 42.5) valor de  $p= 0.0022$ . Longitud renal actual con una media de 58 (55 – 61) y una mayor longitud en el cuartil superior 61.5 (58 – 66.5) valor de  $p=0.0836$ .

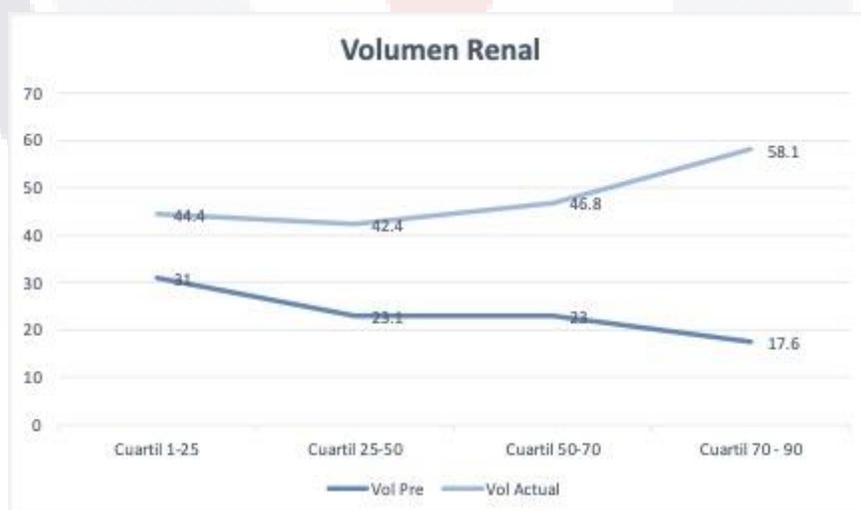


**Ilustración 16** Longitud renal, distribución por cuartiles

### CAPITULO IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Se encontró relación importante ante la detección de volumen renal pequeño al nacimiento (menor a percentil 10) con la presencia de metales pesados y/ pesticidas; de los pacientes en quienes al nacimiento se detectó picloram en orina de la madre (Q1=24% vs Q4=58.3%,  $p= 0.007$ ) lo cual podría orientarnos a que la presencia de este pesticida en orina de la madre al nacimiento condicione a que el volumen renal al nacimiento se modificara de forma negativa con volumen renal en percentiles bajos, pero al año de edad y como mecanismo compensatorio el volumen renal se incrementó, encontrándose en este grupo de paciente ya una hipertrofia renal. De la misma forma la detección de flúor en orina de la madre se identificó en 15 pacientes (30%), de los cuales 3 (23.1%) se encuentran en el primer cuartil, 5 (38.4%) en el segundo cuartil y 7 (58.3%) en el cuarto cuartil con un valor de  $p 0.015$ .

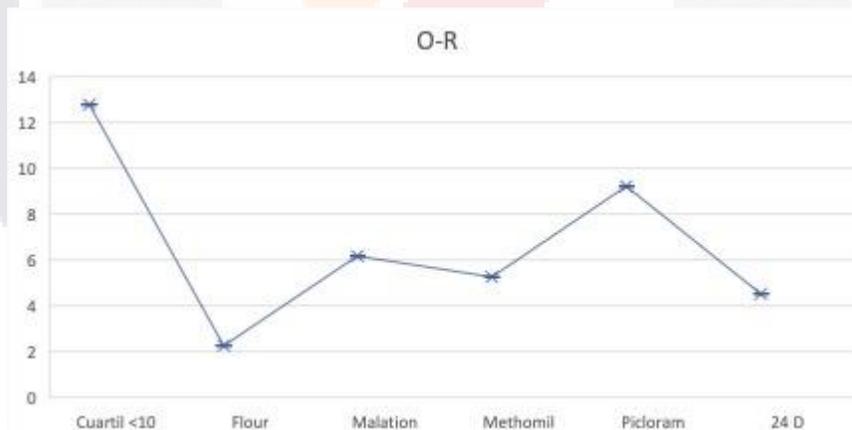
Respecto a la medición de los volúmenes renales, sin ajuste a superficie corporal, se evidencia que los pacientes que presentaron volumen renal pequeño al nacimiento, tuvieron un incremento más significativo en el primer año de vida con un valor de  $p 0.0001$ .



**Ilustración 17.** Relación de volumen renal no corregido, respecto al cuartil.

Se dividió en cuartiles la diferencia de volumen renal ajustado al nacimiento y actual al año del nacimiento, para observar cuanto creció realmente el riñón, de acuerdo a esto se detectó que los riñones pequeños o con hipotrofia al nacimiento, presentan hipertrofia al año de seguimiento, se realizó un análisis multivariado del riesgo de presentar volumen renal positivo de haber nacido con  $p < 10$ , de 1100% mas, 12.8 de razón de momios. El riesgo de hipertrofia al tener malation presente en orina de mama es de 620% mas, 6.2 de razón de momios, el riesgo del picloram es de 924%, 9.24 en razón de momios, las variables más representativas para dicho análisis son flúor, methomil, 24, D.

En un estudio previo realizado en el estado se encontró una asociación directa de VRTSC y el riesgo de albuminuria persistente, encontrando como hallazgos un aumento detectado en el volumen renal pudiendo ser secundario a un riñón compensatorio por mecanismo de hipertrofia. El fenómeno inicial tras la pérdida de nefronas es la hiperfiltración y glomerulomegalia, que a su vez conducen a hipertrofia renal y aumento del volumen renal. (16)



**Ilustración 18.** Representación gráfica de razón de momios.

**Tabla 3** Análisis por regresión logística.

Variable	OR (IC95%)	Valor de p
<b>Cuartil &lt; 10 al nacimiento</b>	12.8 (2.1-80)	0.006
<b>Fluor OM</b>	5.25 (1.3 – 21)	0.019
<b>Malation OM</b>	6.2 (1.51 – 25.4)	0.011
<b>Methomil</b>	5.25 (1.31 – 21)	0.019
<b>Picloram</b>	9.24 (2.09 – 40.7)	0.003
<b>2,4-D OM</b>	4.51 (1.14 – 17.4)	0.031
<b>2,4-D LA</b>	4.51 (1.14 – 17.4)	0.031
<b>2,4-D OB</b>	4 (0.78 – 20.3)	0.095



## CONCLUSIONES

Existe una correlación estadísticamente significativa entre la presencia de pesticidas y metales pesados (malatión, pilocram, fluor, 2,4 D) en orina materna, líquido amniótico y orina de bebé, con la disminución del volumen renal al nacimiento (<percenil10). Al año de edad se observa un aumento de volumen renal mayor con respecto a pacientes con volumen normal al nacimiento. Esto indica que, a menor volumen renal al nacimiento, mayor hipertrofia renal al año de edad, probablemente como mecanismo compensatorio. Este hallazgo pudiera asociarse a los pacientes con hipertrofia identificada en adolescentes con albuminuria persistente.

Se demuestra que algunos factores como la lactancia, inmunizaciones o hábitos paternos no tienen relevancia clínica relacionada al volumen renal. La tasa de filtrado glomerular se mantuvo dentro de parámetros normales para el rango de edad.

## GLOSARIO

**Albuminuria:** Pérdida de albumina por la orina. (23)

**Asociación:** acción y efecto de asociar o asociarse. Conjunto de asociados para un mismo fin. (24)

**Cistatina:** Proteína de bajo peso molecular propuesta como marcador de función renal más sensible que la creatinina al detectar de forma precoz alteraciones en la función renal (25)

**Correlación:** Correspondencia o relación recíproca entre dos o más cosas o series de cosas. (24)

**Creatinina:** La creatinina es un producto metabólico no enzimático de la creatina y la fosfocreatina, que en condiciones normales se produce a una tasa constante desde el tejido muscular esquelético (alrededor de 2% por día de la reserva total de creatina) (26)

**Flúor:** Elemento químico gaseoso, de núm. atóm. 9, tóxico, de color amarillo verdoso, olor sofocante, muy reactivo, abundante en la corteza terrestre en forma de fluoruros, y usado para obtener otros fluoruros metálicos que se añaden al agua potable y a los productos dentífricos para prevenir la caries dental. (24)

**Glomérulo:** Racimo pequeño y redondo de vasos sanguíneos en el interior de los riñones. Filtra la sangre para reabsorber materiales útiles y extrae los desperdicios en forma de orina. (27)

**Hipertrofia:** un aumento en tamaño, estructura o función. (28)

**Hipotrofia:** Disminución anómala del volumen de un órgano. (26)

**Longitud:** Magnitud física que expresa la distancia entre dos puntos, y cuya unidad en el sistema internacional es el metro (26)

**Malatión:** insecticida organofosforado de amplio espectro para uso doméstico agrícola, industrial y al aire libre, y para el tratamiento de ectoparásitos. (29)

**Methomil:** insecticida carbamato de n-metilo que se utiliza para controlar las plagas de insectos del follaje y del suelo en una variedad de cultivos alimentarios y forrajeros, incluidos hortalizas y cultivos huertas. (30)

**Nefronas:** unidades estructurales y funcionales de los riñones. (31)

**Picloram:** Herbicida selectivo y sistémico formulado en un concentrado soluble para su aplicación postemergente para el control de malezas de hoja ancha aquí indicadas en el cultivo de maíz. (32)

**Proteinuria:** La presencia de proteínas en orina, tanto si es normal, resultado de situaciones fisiológicas especiales, o patológica. (33)

**Volumen:** Magnitud física que expresa la extensión de un cuerpo en tres dimensiones, largo, ancho y alto, y cuya unidad en el sistema internacional es el metro cúbico (34)

**Xenobioticos:** compuesto que es extraño al organismo. Las principales clases de xenobióticos de importancia médica son fármacos, carcinógenos químicos, compuestos naturales en alimentos vegetales y diversos compuestos que han entrado al ambiente de las personas mediante una vía u otra, como los bifenilos policlorados, insecticidas y otros plaguicidas (34)

## REFERENCIAS

1. Rayner, Hugh & Thomas, Mark & Milford, David. (2016). Kidney Anatomy and Physiology. 10.1007/978-3-319-23458-8\_1
2. Francesco Emma, Stuart L. Goldstein, Arvind Bagga, Carlton M. Bates, Rukshana Shroff. 2022. Pediatric Nephrology. 38-45.
3. Guignard J-P. 103 – Postnatal development of glomerular filtration rate in neonates. 5th ed. Elsevier; 2017. p. 993–1002.e2.
4. T. Gavela, M. Sánchez Bayle, G. Gómez Mardones,, S. Gallego... Volumen 26. Número 3. 2006. Estudio ecográfico del tamaño renal en niños. Nefrología. 326-328.
5. Arreola-Guerra JM , Gutiérrez-Peña CM, Zúñiga L, Ovalle-Robles I , García-Díaz AL , Macías-Guzmán MJ , Delgado A , ... Enfermedad renal crónica en Aguascalientes. Revisión Anual 2022.
6. Guignard JP, Torrado A, Da Cunha O, Gautier E. Glomerular filtration rate in the first three weeks of life. J Pediatr. 1975;87(2):268–72
7. John Lorenz, MD, Michel G. Baum, MD y Kathleen G. Brennan, MD. Neonatology Questions and Controversies: Renal, Fluid and Electrolyte Disorders, 4th Edition. (2023). 9780323878777. 14-28.
8. Ogo buiro I, Tuma F. Physiology, Renal. [Updated 2023 Jul 24]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK538339/>
9. Carracedo J, Ramírez R. Fisiología Renal.En: Lorenzo V., López Gómez JM (Eds). Nefrología al día. ISSN: 2659-2606. Disponible en: <https://www.nefrologiaaldia.org/335>
10. Piras D, Masala M, Delitala A, et al. Kidney size in relation to ageing, gender, renal function, birthweight and chronic kidney disease risk factors in a general population. Nephrol Dial Transplant. 2020;35:640–647.
11. Stanford Medicine Children's Health. (s/f). Stanfordchildrens.org. de <https://www.stanfordchildrens.org/es/topic/default?id=overview-of-kidney-disorders-85-P08234>

12. Archivos.(s/f).Unam.mx.<https://fisiologia.facmed.unam.mx/index.php/2022/01/>
13. Gutierrez-Peña, M., Zuñiga-Macias, L., Marin-Garcia, R., Ovalle-Robles, I., García-Díaz, A. L., Macías-Guzmán, M. J., Delgado-Bentites, A., Macías-Díaz, D. M., Prado-Aguilar, C. A., Vega de la Rosa, A., Delgadillo-Castañeda, R., Chew-Won, A., Reyes-Acevedo, R., Reyes-Campos, D. M., Martínez-Guevara, M. A., Mendoza-Enciso, E. A., Nava-Becerra, B., Piza-Jiménez, M. A., & Arreola Guerra, J. M. (2021). High prevalence of end-stage renal disease of unknown origin in Aguascalientes Mexico: role of the registry of chronic kidney disease and renal biopsy in its approach and future directions. *Clinical Kidney Journal*, 14(4), 1197–1206. <https://doi.org/10.1093/ckj/sfaa229>
14. Villalvazo, P., Carriazo, S., Martin-Cleary, C., & Ortiz, A. (2021). Aguascalientes: one of the hottest chronic kidney disease (CKD) hotspots in Mexico and a CKD of unknown aetiology mystery to be solved. *Clinical Kidney Journal*, 14(11), 2285–2294. <https://doi.org/10.1093/ckj/sfab136>
15. Dulce M Macias Diaz, Myriam del Carmen Corrales Aguirre, Ana Lilian Reza Escalera, Maria Teresa Tiscareño Gutiérrez, Itzel Ovalle Robles, Mariana Jocelyn Macías Guzmán, Andrea L García Díaz, Mauricio C Gutiérrez Peña, Andrea Natalia Alvarado-Nájera, Israel González Domínguez, Juan Carlos Villavicencio-Bautista, Angela Azucena Herrera Rodríguez, Ricardo Marín-García, Francisco Javier Avelar González, Alfredo Chew Wong, Elba Galván Guerra, Rodolfo Delgadillo Castañeda, Carlos Alberto Prado Aguilar, Leslie P Zúñiga-Macias, José Manuel Arreola Guerra, Histologic characterization and risk factors for persistent albuminuria in adolescents in a region of highly prevalent end-stage renal failure of unknown origin, *Clinical Kidney Journal*, Volume 15, Issue 7, July 2022, Pages 1300–1311, <https://doi.org/10.1093/ckj/sfac018>
16. Alcalde-Ortiz, M., Ibarra-Orenday, D., Calzada-Gallegos, H., Pinales-Jiménez, A., Carrillo-Aguilera, I., Flota-Marin, Collazo-Zamores, M., Aguirre-Moreno, P., Del Toro-Delgado, Sanchez-Ortiz, M., Gonzalez-Dominguez, Corrales Aguirre, M., Ramos-Medellin, C., Chew-Wong, A., Arreola-Guerra, Jose.

Pediatric kidney dimensions and risk of persistent albuminuria in adolescents.  
Aceptado el 17 de noviembre de 2023. Clinical Kidney Journal

17. Keckler SJ, Tuggle DW. Renal Developmental Physiology and Pediatric Fluid and Electrolyte Management. In: Ziegler MM, Azizkhan RG, Allmen D, Weber TR. eds. Operative Pediatric Surgery, 2e. McGraw Hill; 2014. <https://accesssurgery.mhmedical.com/content.aspx?bookid=959&sectionid=53539570>
18. Lillas BS, Tøndel C, Aβmus J, et al. Low birthweight is associated with lower glomerular filtration rate in middle-aged mainly healthy women [e-pub ahead of print]. Nephrol Dial Transplant. <https://doi.org/10.1093/ndt/gfaa306>. Accessed June 1, 2021.
19. Eikefjord E, Andersen E, Hodneland E, et al. Dynamic contrast-enhanced MRI measurement of renal function in healthy participants. Acta Radiol. 2017;58:748-757.
20. Roseman DA, Hwang SJ, Oyama-Manabe N, et al. Clinical associations of total kidney volume: the Framingham Heart Study. Nephrol Dial Transplant. 2017;32:1344-1350
21. Barrera Patiño, A., López Muñoz, A., Morales Cárdenas, A., (2016). Factores antropométricos relacionados con el tamaño renal medido por método ecográfico en niños colombianos sin patología renal de la fundación cardiointantil. Facultad de medicina y ciencias de la salud – Departamento de radiología.
22. Vargas A, Amescua-Guerra LM, Bernal MA, et al. Principios físicos básicos del ultrasonido, sonoanatomía del sistema musculoesquelético y artefactos ecográficos. Acta Ortop Mex. 2008 Nov-Dic;22(6):361-373.
23. Vergara Arana A, Martínez Castela A, Gorriz Teruel JL et al. Enfermedad Renal Diabética: Albuminuria y Progresión. En: Lorenzo V., López Gómez JM (Eds). Nefrología al día. ISSN: 2659-2606. Disponible en: <https://www.nefrologiaaldia.org/292>
24. REAL ACADEMIA ESPAÑOLA: Diccionario de la lengua española, 23.ª ed., versión 23.7 en línea. <<https://dle.rae.es>> 14.12.2023

25. García, M. F., Coll, E., Pedret, S. V., Guitarte, C. B., Fernández, M. C. C., Rius, M. C., Montes, M. G., Martínez-Brú, C., Surribas, D. P., González, T. R., Ortiz, C., Contreras, J., & Muñiz, E. Z. (2011). Cistatina C en la evaluación de la función renal. *Revista del Laboratorio Clínico*, 4(1), 50-62. <https://doi.org/10.1016/j.labcli.2010.11.002>
26. Huidobro E., Juan Pablo, Tagle, Rodrigo, & Guzmán, Ana María. (2018). Creatinina y su uso para la estimación de la velocidad de filtración glomerular. *Revista médica de Chile*, 146(3), 344-350. <https://dx.doi.org/10.4067/s0034-98872018000300344>
27. Diccionario de Cáncer del NCI. (s. f.). Instituto Nacional del Cáncer. <https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionarios/diccionario-cancer/def/glomerulo-renal>
28. Hypertrophy. (2023). <https://dictionary.cambridge.org/us/dictionary/english/hypertrophy>
29. Reed, N., & Rubin, A. L. (2014). Malathion. En Elsevier eBooks (pp. 133-137). <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-386454-3.00156-1>
30. Methomyl | US EPA. (2023, 11 septiembre). US EPA. <https://www.epa.gov/ingredients-used-pesticide-products/methomyl>
31. Gopalan, C., & Kirk, E. P. (2022). Renal physiology. En Elsevier eBooks (pp. 123-140). <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-823421-1.00005-6>
32. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Toxicological Profile Information Sheet. Public Health Service. U.S. Department of Health and Human Services (HHS). <http://www.atsdr.cdc.gov/toxpro2.html>. Consultado 2007 y 2008.
33. De Lucas, C., & Izquierdo, E. (s/f). Aeped.es. [https://www.aeped.es/sites/default/files/documentos/05\\_proteinuria\\_0.pdf](https://www.aeped.es/sites/default/files/documentos/05_proteinuria_0.pdf)
34. Bender D.A., PhD, & Murray R.K., MD, PhD (2016). Metabolismo de los xenobióticos. Rodwell V.W., & Bender D.A., & Botham K.M., & Kennelly P.J., & Weil P(Eds.), Harper. *Bioquímica ilustrada*, 30e. McGraw Hill. <https://accessmedicina.mhmedical.com/content.aspx?bookid=1814&sectionid=127365682>.

## ANEXOS

### Anexo A. CONSENTIMIENTO INFORMADO



**CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPAR EN EL PROYECTO:  
FACTORES ASOCIADOS A VOLUMEN Y LONGITUD RENAL EN LACTANTES NACIDOS EN EL ESTADO DE  
AGUASCALIENTES. ESTUDIO DE COHORTE PROSPECTIVO.  
FECHA DE PREPARACIÓN: MAYO 2023      VERSIÓN: 1.0**

**Investigador principal: Dra. Gladys Selenee Jiménez Dávila**  
**Dirección del investigador: Av. Ferrocarril S/N, Alameda, 20259 Aguascalientes, Ags.**  
**Investigadores participantes: Dr. José Manuel Arreola Guerra, Dra. Myriam del Carmen Corrales Aguirre**  
**Nombre del patrocinador del estudio: Ninguno**  
**Dirección del patrocinador: No aplica**  
**Versión del consentimiento informado y fecha de su preparación: 1.0, Mayo 2023**

#### **INTRODUCCIÓN:**

Por favor, tome todo el tiempo que sea necesario para leer este documento, pregunte al investigador sobre cualquier duda que tenga.

Este consentimiento informado cumple con los lineamientos establecidos en el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud, la Declaración de Helsinki y a las Buenas Prácticas Clínicas emitidas por la Comisión Nacional de Bioética.

Para decidir si participa o no en este estudio, usted debe tener el conocimiento suficiente acerca de los riesgos y beneficios con el fin tomar una decisión informada. Este formato de consentimiento informado le dará información detallada acerca del estudio de investigación que podrá comentar con su médico tratante o con algún miembro del equipo de investigadores. Al final se le invitará a que forme parte del proyecto y de ser así, bajo ninguna presión o intimidación, se le invitará a firmar este consentimiento informado.

Procedimiento para dar su consentimiento: Usted tiene el derecho a decidir si quiere participar en esta investigación, y se puede tomar todo el tiempo que requiera para considerar esta invitación. El investigador le explicará ampliamente los beneficios y riesgos del proyecto sin ningún tipo de presión y tendrá todo el tiempo que requiera para pensar, solo o con quien usted decida consultarlo, antes de decirle al investigador acerca de su decisión. Esta decisión no tendrá efecto alguno sobre su atención médica en el Instituto. Al final de esta explicación, usted debe entender los puntos siguientes:

- I. La justificación y los objetivos de la investigación.
- II. Los procedimientos que se utilizarán y su propósito, incluyendo la identificación de qué son procedimientos experimentales.
- III. Los riesgos o molestias previstos.
- IV. Los beneficios que se pueden observar.
- V. Los procedimientos alternativos que pudieran ser ventajosos para usted
- VI. Garantía para recibir respuestas a las preguntas y aclarar cualquier duda sobre los procedimientos, riesgos, beneficios y otros asuntos relacionados con la investigación y el tratamiento de la materia.
- VII. La libertad que tiene de retirar su consentimiento en cualquier momento y dejar de

- participar en el estudio, sin que por ello se afecte su atención y el tratamiento en el Instituto.
- VIII. La seguridad de que no se le va a identificar de forma particular y que se mantendrá la confidencialidad de la información relativa a su privacidad.
  - IX. El compromiso del investigador de proporcionarle la información actualizada que pueda ser obtenida durante el estudio, aunque esto pudiera afectar a su disposición para continuar con su participación.
  - X. La disponibilidad de tratamiento médico y compensación a que legalmente tiene derecho, en el caso de que ocurran daños causados directamente por la investigación.

Puede solicitar más tiempo o llevar a casa este formulario antes de tomar una decisión final en los días futuros.

**INVITACION A PARTICIPAR Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

Estimado Sr(a). \_\_\_\_\_

El Centenario Hospital Miguel Hidalgo, a través del grupo de investigación, le invitan a participar en este estudio de investigación que tiene como objetivo: identificar factores de riesgo asociados al volumen y la función renal.

La duración del estudio es de 5 años.

El número aproximado de participantes será: 400 participantes.

Usted fue invitado al estudio debido a que tiene las siguientes características: fue invitado a participar en el estudio recién nacidos a término, radicados en el estado de Aguascalientes a los que se les realizó al nacimiento medición del volumen y longitud renal, creatinina así como medición de niveles de metales pesados y pesticidas.

**Declaración del paciente:**

Yo, \_\_\_\_\_ declaro que es mi decisión participar en el estudio. Mi participación es voluntaria. He sido informado que puedo negarme a participar o terminar mi participación en cualquier momento del estudio sin que sufra penalidad alguna o pérdida de beneficios. Si suspendo mi participación, recibiré el tratamiento médico habitual al que tengo derecho en el Centenario Hospital Miguel Hidalgo y no sufriré perjuicio en mi atención médica o en futuros estudios de investigación. Yo puedo solicitar información adicional acerca de los riesgos o beneficios potenciales derivados de mi participación en el estudio. Puedo obtener los resultados de mis exámenes clínicos si los solicito. Si tengo preguntas sobre el estudio, puedo ponerme en contacto **Gladys Selenee Jiménez Dávila**. Si usted tiene preguntas sobre sus derechos como participante en el estudio, problemas, preocupaciones o preguntas, obtener información u ofrecer información sobre el desarrollo del estudio, siéntase en la libertad de hablar con el coordinador del Comité de Ética en Investigación del Centenario Hospital Miguel Hidalgo (Dr. Jaime Asael López Valdez, teléfono: 449 994 6720 ext. 8646). Debo informar a los investigadores de cualquier cambio en mi estado de salud (por ejemplo, uso de nuevos medicamentos, cambios en el consumo de tabaco) o en la ciudad donde resido, tan pronto como sea posible. He leído y entendido toda la información que me han dado sobre mi participación en el estudio. He tenido la oportunidad para discutirlo y hacer preguntas. Todas las preguntas han sido respondidas a mi satisfacción. He entendido que recibiré una copia firmada de este consentimiento informado.



Anexo B. FORMATO PARA RECOLECCIÓN DE DATOS



FACTORES ASOCIADOS A VOLUMEN Y FUNCIÓN RENAL EN LACTANTES NACIDOS EN EL ESTADO DE AGUASCALIENTES

DATOS PERSONALES			
NOMBRE:			
FECHA DE NACIMIENTO:		EDAD:	
PESO:	TALLA:	P/T:	T/E:
DOMICILIO:			
NO. DE TELEFONO:			
MADRE:	EDAD:	GRUPO SANGUINEO:	
PADRE:	EDAD:	GRUPO SANGUINEO:	
ANTECEDENTES HEREDO FAMILIARES			
CRONICODEGENERATIVOS (ERC, DM, HAS, ETC):			
NEOPLASICOS:			
TOXICOMANIAS:			
OTRAS:			
ANTECEDENTES PERSONALES NO PATOLOGICOS			
DOMICILIO CON CERCANIA A MEDIO DE CULTIVO:			
FAMILIAR CON CONTACTO CON PESTICIDAS:			
LACTANCIA MATERNA O SUCEDANEO:			
INICIO DE ALIMENTACIÓN COMPLEMENTARIA:			
ALIMENTACIÓN ACTUAL:			
ESQUEMA DE VACUNACIÓN:			
ANTECEDENTES PERINATALES Y NEONATALES			
CONTROL PRENATAL:			
NACIMIENTO:	PARTO   CESAREA	COMPLICACIONES:	SDG: APGAR: S/A:
PESO AL NACIMIENTO:	TALLA:	VOLUMEN RENAL:	LONGITUD RENAL:
DETECCION DE PESTICIDAS:	ORINA BEBE	ORINA MADRE	LIQUIDO AMNIOTICO
ANTECEDENTES PATOLOGICOS			
QUIRURGICOS:	ALERGIAS:	GRUPO SANGUINEO:	
TRANSFUSIONES:	TRAUMAS:	ENFERMEDADES:	
ESTADO ACTUAL			
OBESERVACIONES:			
USG RENAL	VOLUMEN:	LONGITUD:	
CR:	ALBUMINA:	BH:	

