

# Enfermedad renal crónica en niños y adolescentes en las comunidades agrícolas de El Salvador: Estudio NefroSalva Pediátrico (2009-2011)

Carlos M. Orantes-Navarro, Raúl Herrera-Valdés, Miguel Almaguer-López, Elsy G. Brizuela-Díaz, Nelly P. Alvarado-Ascencio, E. Jackeline Fuentes-de Morales, Héctor D. Bayarre-Vea, Denis J. Calero-Brizuela, Xavier F. Vela-Parada, Susana M. Zelaya-Quezada

## RESUMEN

**INTRODUCCIÓN** Durante dos décadas, varios países han sufrido una epidemia de enfermedad renal crónica inexplicable por causas tradicionales. Típicamente, es una nefritis crónica túbulointersticial, que afecta predominantemente a jóvenes del sexo masculino que trabajan en la agricultura y se ha reportado en varios países de América Central, así como en Sri Lanka, India y Egipto. Los estudios recientes efectuados en El Salvador también han reportado la enfermedad en trabajadores masculinos no agrícolas y en mujeres, trabajen o no en la agricultura. La información epidemiológica respecto a si esta enfermedad afecta poblaciones pediátricas prácticamente no existe. A nivel global, los estimados de prevalencia en poblaciones pediátricas de la enfermedad renal crónica van de 21 a 108 casos por millón de habitantes.

**OBJETIVO** Determinar la prevalencia de marcadores urinarios de daño renal y de enfermedad renal crónica en menores de 18 años de edad en las comunidades agrícolas de El Salvador.

**MÉTODOS** NefroSalva pediátrico fue un estudio descriptivo epidemiológico realizado en tres regiones agrícolas de El Salvador con una conocida alta prevalencia de enfermedad renal crónica de etiología desconocida: Bajo Lempa, Guayapa Abajo y las Brisas. Se colectaron los datos demográficos y de salud y se realizaron mediciones físicas a 2 115 personas con edades inferiores a 18 años, 1 058 sexo masculino y 1 057 sexo femenino. Las muestras de orina se analizaron para determinar marcadores de daño renal y las muestras de sangre se analizaron para medir creatinina para estimar la tasa de filtración glomerular (fórmula de Schwartz). La tasa de filtración glomerular media se comparó con los valores de referencia

para los grupos etarios 2-12 y 13-17 años; las tendencias de las tasas de filtración glomerular media se determinaron para grupos etarios de 2 a 5, 6 a 12 y 13 a 17 años. Los resultados positivos se confirmaron después de tres meses.

**RESULTADOS** La prevalencia de marcadores urinarios de daño renal fue de 4%, 4.3% en sexo femenino y 3.8% en sexo masculino. Se detectó microalbuminuria (cociente albúmina: creatinina 30-300 mg/g) en ambos sexos y en todos los grupos etarios en las tres regiones, con prevalencia de 2.6%-3.8% en sexo masculino y 3.3%-3.8% en sexo femenino. Solo se detectó macroalbuminuria (índice albúmina: creatinina mayor de 300 mg/g) en niñas en Las Brisas, 2.3%. En comparación con valores de referencia internacionales, se encontró hiperfiltración glomerular en todos los grupos de edad y sexo en las tres regiones. La prevalencia de enfermedad renal crónica fue 3.9%-4.1% en niñas y 3.6% en varones. La prevalencia de fallo renal crónico fue de 0.1%.

**CONCLUSIONES** La alta prevalencia de enfermedad renal crónica en la niñez y adolescencia llama la atención sobre la necesidad de prevención primaria desde edades muy tempranas. Este hallazgo en población pediátrica en áreas donde la enfermedad renal crónica de etiología incierta es común en adultos es consistente con una contribución de las toxinas medioambientales a la epidemia observada en esas áreas.

**PALABRAS CLAVE** Enfermedad renal crónica, fallo renal crónico, nefropatía túbulointersticial crónica, nefritis intersticial, hiperfiltración glomerular, salud infantil, salud de adolescentes, salud medioambiental, El Salvador

## INTRODUCCIÓN

Durante las pasadas dos décadas, la enfermedad renal crónica (ERC) ha emergido como un problema de salud de proporciones epidémicas en varias áreas rurales.[1] La epidemia afecta principalmente a jóvenes del sexo masculino que viven en comunidades agrícolas en la América Central,[2,3] específicamente en El Salvador,[4-7] Nicaragua[8-10] y Costa Rica,[11] así como en otros países: Sri Lanka,[12-14] Egipto[15,16] e India.[17, 18] En la mayoría de los casos, esta ERC no se debe a diabetes mellitus, hipertensión, glomerulopatía primaria o uropatía obstructiva, que son las causas principales de ERC en adultos, ni tienen ninguna otra causa establecida con certeza. Esto ha conducido a muchos a denominar la enfermedad como enfermedad renal crónica de causas no tradicionales (ERCnt).

Sin embargo, se han planteado varias hipótesis sobre las causas de la ERCnt. Las dos hipótesis consideradas como más plausibles, que no son necesariamente mutuamente excluyentes,[19] se describen abajo.

La primera hipótesis plantea que la ERCnt es causada por la exposición ocupacional a agroquímicos utilizados indiscriminada-

mente y sin protección durante el trabajo agrícola, y a la exposición medioambiental a contaminantes en el suelo, el agua, el aire y los alimentos. Esta exposición es potenciada por el intenso trabajo a altas temperaturas unido a una inadecuada hidratación (lo que conduce a la concentración de toxinas en la médula renal), y se asocia con determinantes sociales, principalmente la pobreza.[6,20]

La segunda hipótesis no incluye los agroquímicos como factor causal, pero atribuye la enfermedad a las condiciones de trabajo agotadoras, altas temperaturas y la consecuente deshidratación, sin un adecuado reemplazo de fluidos y electrolitos, lo que puede causar daño renal agudo a repetición, que a su vez conduce eventualmente a daño renal crónico.[21,22]

Los estudios efectuados en las biopsias renales de adultos en Sri Lanka,[23] Costa Rica[11] y El Salvador[24,25] sugieren que el daño renal es una nefritis tubulointersticial crónica acompañada de cambios glomerulares y vasculares.

La mayoría de los estudios epidemiológicos de este problema de salud en los países de América Central han dirigido su atención a

los agricultores de caña de azúcar del sexo masculino. En El Salvador, varios estudios han reportado también la enfermedad en campesinos que trabajan cultivos diferentes de la caña de azúcar, en hombres no vinculados al trabajo agrícola y en mujeres tanto vinculadas al trabajo agrícola como no vinculadas a éste.[20, 24, 26, 27] En un estudio de casos y controles en Nicaragua realizado en adolescentes que carecen de una historia laboral agrícola, se encontraron niveles promedio incrementados de interleucina 18 (un marcador de daño tubular) más frecuente en adolescentes del sexo femenino que en el sexo masculino.[28] La presencia de este marcador de daño tubular en adolescentes semeja los hallazgos de los estudios clínicos y patológicos de adultos en América Central.[20, 24, 25]

Aunque la ERCnt afecta principalmente a los adultos, un estudio reciente realizado en Nicaragua estableció la presencia de marcadores de daño renal tubular en adolescentes en edades de 12 a 17 años en escuelas ubicadas en regiones con alta prevalencia de ERCnt. En el estudio se excluyeron los adolescentes que habían trabajado en labores manuales pagadas o no pagadas durante un mes o más. Los autores concluyeron que el hallazgo de niveles urinarios elevados de las proteínas lipocalina asociada a gelatinasa de neutrófilos (NGAL) y N-acetil-beta-D- glucosaminidasa (NAG) sugirió la posibilidad de daño renal anterior a la exposición ocupacional.[29]

En las comunidades agrícolas de la región Bajo Lempa de El Salvador se ha documentado un 17.9% de prevalencia de ERC en adultos de 18 o más años (25.7% en hombres y 11% en mujeres). Estos indicadores son mucho mayores que los encontrados en otros estudios de ERC en adultos en varios países,[5] en los que estos valores van de 10% a 13%.[30] En más del 50% de los participantes salvadoreños, la ERC no se debió a ninguna de las causas conocidas o tradicionales. La prevalencia de la insuficiencia renal crónica (IRC) también es alta en esta región: 9.8% (18.9% en hombres y 4.1% en mujeres).[6]

A escala global, la información epidemiológica sobre el fallo renal en la población pediátrica es más limitada. A diferencia de los adultos, entre quienes la mayor proporción de ERC se debe a diabetes e hipertensión.[30] en la infancia, ésta se atribuye principalmente a desórdenes congénitos en los países desarrollados y a infecciones u otras enfermedades adquiridas en los países en desarrollo. Los estimados de prevalencia de la enfermedad renal crónica en poblaciones pediátricas van desde 21 hasta 108 por millón.[31]

Los riñones son susceptibles al daño tóxico debido a, entre otros factores, una perfusión renal incrementada. La alta actividad metabólica del epitelio tubular proximal lo convierte particularmente susceptible al daño tóxico, aunque otras partes del nefrón también pueden afectarse.[32] Más aún, una elevada exposición a numerosos agentes nefrotóxicos conocidos podría tener un efecto directo, agudo en la población pediátrica. Un volumen creciente de literatura apoya la hipótesis de que una exposición a niveles bajos de varias nefrotoxinas también puede incrementar el riesgo de ERC o acelerar su progreso.[32] La exposición prenatal a nefrotoxinas durante el desarrollo del sistema renal puede reducir la masa de nefronas, lo que se manifiesta como cambios en la estructura y la función renal.[33] En un estudio reciente realizado en China se detectó un promedio de 15.3 pesticidas por muestra en sangre de cordón umbilical de 336 recién nacidos.[34]

El objetivo del Estudio Pediátrico NefroSalva fue determinar la prevalencia y la distribución de la ERC y de marcadores de daño renal en la población de niños y adolescentes de las comunidades agrícolas salvadoreñas, con vistas a complementar la comprensión de la epidemia a partir de los estudios efectuados en adultos.

### MÉTODOS

El estudio fue conducido por la Unidad de Investigación de Salud Renal en el Instituto Nacional de Salud del Ministerio de Salud de El Salvador. El equipo de investigación incluyó médicos, enfermeras, técnicos en laboratorio clínico, epidemiólogos, trabajadores comunitarios de salud, personal del Fondo Solidario para la Salud (Siglas en español FOSALUD), nefrólogos salvadoreños y estudiantes de medicina de la Universidad de El Salvador y de la Escuela Latinoamericana de Medicina de Cuba, con participación activa de los comités de salud comunitarios en las áreas estudiadas. Los expertos del Instituto de Nefrología y la Escuela Nacional de Salud Pública del Ministerio de Salud Pública de Cuba sirvieron como asesores de la OPS, en el marco de la cooperación técnica bilateral.

**Tipo de estudio** Se efectuó un estudio descriptivo desde 2009 hasta 2011, mediante la detección activa de casos de ERC y marcadores urinarios de daño renal en la población menor de 18 años en comunidades agrícolas en tres regiones de El Salvador: Bajo Lempa (departamento de Usulután), Guayapa Abajo (departamento de Ahuachapán) y Las Brisas (departamento de San Miguel).

**Localización del estudio** Bajo Lempa es una región agrícola localizada en las riveras del río Lempa, cerca de la costa suroccidental de El Salvador.[35] Guayapa Abajo es también una región agrícola (conocida por su caña de azúcar), en la costa suroccidental. Las Brisas es una región agrícola periurbana en la región este de El Salvador, cercana a la ciudad de San Miguel, en el departamento del mismo nombre. En las tres regiones hay una alta prevalencia de ERC.[6]

Tres condiciones generales caracterizan a las regiones incluidas en este estudio: altos niveles de pobreza, condiciones laborales insalubres,[20,35] y un medio ambiente contaminado con residuos de pesticidas y, en los casos del Bajo Lempa y Las Brisas, también con metales pesados.[36-39] Además, las condiciones de trabajo de estos trabajadores agrícolas se caracterizan por el uso indiscriminado de agroquímicos (combinando varios a la vez, algunos de ellos prohibidos, utilizados sin protección, y con la consecuente contaminación del medio ambiente)[36] y una actividad física intensa (que causa una profusa sudoración) durante muchas horas a altas temperaturas y sin la hidratación adecuada.[20]

Este estudio tuvo dos etapas:

- Una etapa de pesquisa de la ERC, que implicó la realización de la determinación de marcadores urinarios del daño renal y la estimación de la función renal.
- Una etapa de confirmación de la ERC, a los tres meses siguientes a la primera etapa, para validar los hallazgos positivos de los parámetros anteriores.

**Población estudiada** La realización de un censo casa por casa en 11 comunidades pertenecientes a las tres regiones del estudio identificó 5 018 personas de todas las edades (1 306 familias).

De los 2 163 niños y adolescentes, se estudiaron 2 115 (97.8% de la población censada) en edades inferiores a 18 años (1 058 varones y 1 057 hembras). En la fase confirmatoria se dispuso de muestras de orina para la determinación de marcadores de ERC procedentes de 1 755 personas, muestras de sangre para la determinación de creatinina procedentes de 1 960 personas, y ambas muestras procedentes de 1 623 personas.

**Variabes estudiadas** Se describen en la Tabla 1.

**Registro y codificación de datos** A cada participante se le asignó un código en una base de datos para la gestión clínica subsecuente. Se obtuvo información general mediante un cuestionario y se midieron parámetros físicos para determinar la tasa de filtración glomerular (TFG).

Tabla 1: Variables

Variable	Descripción
Edad	Años, agrupados según: • 2-5, 6-12, 13-17 (para determinar la tendencia promedio de TFG en tres grupos de edades)
	• 2-12, 13-17 (para comparar la media de TFG con los valores de referencia)[40]
Sexo	Masculino/femenino Fórmula de Schwartz:[41] TFG (mL/min/1.73 m <sup>2</sup> ) = K x altura (cm)/ creatinina sérica (mg/dL)
	<b>K = constante relacionada con la edad:</b>
TFG (mL/min/1.73 m <sup>2</sup> )	Niños pretérmino 0.33
	Niños a término 0.45
	Niños y adolescente femenina 0.55
	Adolescente masculino 0.70
Marcadores urinarios de daño vascular y renal	Proteinuria, hematuria, albuminuria Positivo si se detecta en 2 de 3 muestras espaciadas en ≥3 meses
Proteinuria	Positivo: ≥+ (0.3 g/L) Tira de análisis urinario Multistix®10 SG
Hematuria	Positivo: ≥1+ (25 eritrocitos/μL) Tira de análisis urinario Multistix®10 SG
Albuminuria IAC (mg/g)	Por tiras reactivas Microalbumin® A1: <30 mg/g (normal) A2: 30-300 mg/g (microalbuminuria) A3: >300 mg/g (macroalbuminuria)
ERC clasificación según KDIGO-2012[42]	ERC: TFG <60 mL/min/1.73 m <sup>2</sup> o ≥60 mL/min/1.73 m <sup>2</sup> con marcadores de daño renal (albuminuria; hematuria no considerada).
	Etapas 1 y 2: persistencia de marcadores de daño renal (albuminuria determinada por IAC) durante al menos 3 meses, creatinina determinada por método enzimático, TFG según la fórmula de Schwartz.
	Etapas 3a, 3b, 4 y 5 (fallo renal crónico): TFG <60 mL/min/1.73 m <sup>2</sup> (promedio de 2 valores de 3 determinaciones espaciadas ≥3 meses, con o sin marcadores de daño renal)

IAC: índice albumina/creatinina  
TFG: tasa de filtración glomerular  
KDIGO: *Kidney Disease Improving Global Outcomes*

ERC: enfermedad renal crónica

**Exámenes de laboratorio** Una muestra de la primera orina del día, se analizó utilizando tiras analíticas en un equipo Multistix 10 SG (Bayer, E.E.U.U.) para descartar infección y hematuria. Una vez descartadas ambas, se determinó el índice de albúmina: creatinina (para determinar albuminuria) mediante el uso de tiras reactivas Microalbumim 2 (Bayer, E.E.U.U) que se leyeron en un analizador Clinitek (Bayer, E.E.U.U).

Se tomaron muestras de 5 ml de sangre venosa a los participantes en ayuna para medir creatinina mediante el método enzimático. Las muestras se procesaron en un laboratorio instalado en cada región y equipado con un espectrofotómetro Cobas C111 (Roche, Alemania), con sus correspondientes reactivos y controles de calidad. Los ensayos de laboratorio se realizaron según las especificaciones de los fabricantes con el uso de los controles apropiados. Las mediciones y los análisis se ejecutaron por personal entrenado y certificado.

**Procesamiento y análisis de datos** Los datos se almacenaron en bases de datos Microsoft Excel y fueron procesados con el programa SPSS versión 23.0 para Windows. Se calcularon la prevalencia de marcadores de urinarios de daño renal y prevalencia de ERC por sexo, grupo etario y región. Se efectuó la prueba de hipótesis para comparar las medias con los respectivos valores de referencia pediátricos. Como valores normales de referencia se utilizaron los reportados en las guías *Kidney Disease Outcomes Quality Initiative* (KDOQI, de sus siglas en inglés).[40] Para determinar si las diferencias eran estadísticamente significativas, se estableció un umbral de 0.05. La TFG se calculó con la fórmula de Schwartz[41] y el valor promedio se graficó por grupos etarios.

**Ética** Se obtuvo consentimiento informado escrito de todos los padres y participantes respectivamente, que aceptaron la publicación de los resultados bajo condiciones de confidencialidad. El estudio fue aprobado por el Consejo Ejecutivo del Ministerio de Salud de El Salvador. Todos los participantes recibieron seguimiento clínico por los servicios de salud pública.

## RESULTADOS

La prevalencia de marcadores urinarios de daño renal fue 4% (IC 95%: 3%-5.8%) de la población estudiada; 4.3% en sexo femenino y 3.8% en sexo masculino. La Tabla 2 muestra los datos detallados de la prevalencia de marcadores. Se detectó microalbuminuria en ambos sexos y en todas las regiones, con prevalencias de 2.6%-3.8% en sexo masculino y 3.3%-3.8% en sexo femenino. La macroalbuminuria se detectó solamente en sexo femenino en Las Brisas (2.3%). La mayor prevalencia de hematuria se encontró en los varones en Las Brisas (1.6%). La hematuria no se detectó en los niños en Bajo Lempa ni en las niñas en Guayapa Abajo. Las pruebas de orina efectuadas con tiras no encontraron proteinuria ni evidencias de infecciones del tracto urinario.

En comparación con los valores normales de referencia,[40] se observó hiperfiltración glomerular en todos los grupos etarios y en ambos sexos (Tabla 3). En consecuencia, se realizó un análisis para comparar la TFG con los marcadores de daño renal, estos últimos fueron encontrados en el 80% de niños y adolescentes con TFG mayor o igual a 140 mL/min. La Figura 1 muestra promedios de TFG por sexo y por grupo etario.

Tabla 2: Prevalencia de marcadores de daño renal, según sexo y región

Región	Población	n	Albúmina normal n (%; 95% IC)	Micro albuminuria n (%; 95% IC)	Macro albuminuria n (%; 95%IC)	Hematuria n (%; 95% IC)
Bajo Lempa	Masculino	451	434 (96.2, 94.5–98.0)	17 (3.8, 2.0–5.5)	0	0
	Femenino	500	480 (96.0, 94.3–97.7)	19 (3.8, 2.1–5.5)	0	1 (0.2, 0.0–0.6)
	Subtotal	951	914 (96.1, 94.9–97.3)	36 (3.8, 2.1–5.5)	0	1 (0.4, 0.0–1.3)
Guayapa Abajo	Masculino	229	222 (96.9, 94.7–99.2)	6 (2.6, 0.5–4.7)	0	0
	Femenino	212	205 (96.7, 94.3–99.1)	7 (3.3, 0.9–5.7)	0	1 (0.2, 0.0–0.7)
	Subtotal	441	427 (96.8, 95.2–98.5)	13 (2.9, 1.4–4.5)	0	1 (0.2, 0.0–0.7)
Las Brisas	Masculino	188	179 (95.2, 92.1–98.3)	6 (3.2, 0.7–5.7)	0	3 (1.6, 0.0–3.4)
	Femenino	175	164 (93.7, 90.1–97.3)	6 (3.4, 0.7–6.1)	4 (2.3, 0.1–4.5)	1 (0.6, 0.0–1.7)
	Subtotal	363	343 (94.5, 92.1–96.8)	12 (3.3, 1.5–5.2)	4 (1.1, 0.0–2.2)	4 (1.1, 0.0–2.2)
Total	Masculino	868	835 (96.2, 94.9–97.5)	29 (3.3, 2.1–4.5)	0	4 (0.5, 0.0–0.9)
	Femenino	887	849 (95.7, 94.4–97.1)	32 (3.6, 2.4–4.8)	4 (0.5, 0.0–0.9)	2 (0.2, 0.0–0.5)
	Subtotal	1755	1684 (96.0, 95.0–96.9)	61 (3.5, 2.6–4.3)	4 (0.2, 0.0–0.5)	6 (0.3, 0.1–0.6)

Tabla 3: TFG comparada con valores de referencia normales (KDOQI) según región, edad y sexo

Región	Grupo etario (años)	VGF mL/min/1.73 m <sup>2</sup> (DS) TFGmL/min/1.73 m <sup>2</sup> (SD)							
		SEXO							
		Masculino				Femenino			
		n	Estudio Pediátrico NefroSalva	KDOQI*	Valor p	n	Estudio Pediátrico NefroSalva	KDO-QI*	Valor p
Bajo Lempa	2–12	346	168.5 (31.8)	133 (27)	<0.001	350	178.7 (30.7)	133 (27)	<0.001
	13–17	186	172.4 (35.0)	140 (30)	<0.001	227	159.6 (36.9)	126 (22)	<0.001
Guayapa Abajo	2–12	153	165.7 (24.8)	133 (27)	<0.001	146	172.6 (31.4)	133 (27)	<0.001
	13–17	81	169.9 (31.4)	140 (30)	<0.001	67	160.8 (21.2)	126 (22)	<0.001
Las Brisas	2–12	163	171.9 (33.7)	133 (27)	<0.001	130	181.8 (36.2)	133 (27)	<0.001
	13–17	50	169.8 (36.3)	140 (30)	<0.001	61	163.4 (24.1)	126 (22)	<0.001

\*valores de referencia[40]  
TFG: velocidad de filtración glomerular

La prevalencia puntual estimada de conjunto fue 3.9%. La prevalencia en el grupo etario de 2 a 5 años, 5.1%, fue más elevada que en los otros grupos pero todos los IC se superponen. Lo mismo ocurrió con las regiones. De modo similar, la prevalencia en el sexo femenino fue mayor que en el sexo masculino (4.1% contra 3.6%), pero con superposición de los valores de IC. Las Brisas tuvo la más alta prevalencia puntual estimada de ERC, 4.3%, pero su IC se superpuso a los de las otras dos regiones (Tabla 4). Se encontraron dos casos de IRC, un niño de 13 años en etapa 3 y una niña de 10 años en etapa 5, ambos de la región Guayapa Abajo.

## DISCUSIÓN

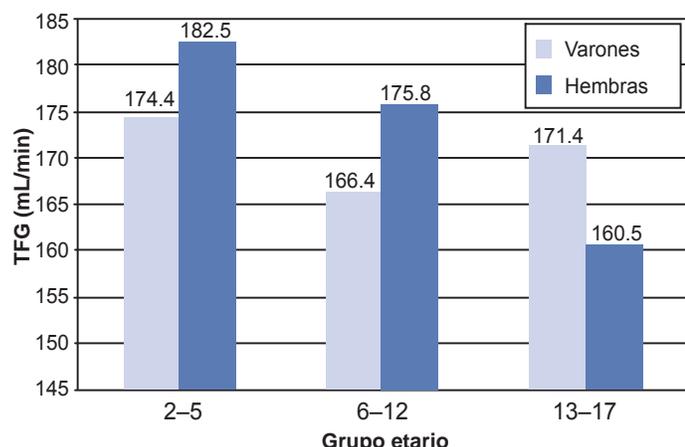
Esta es la primera investigación basada en un estudio poblacional sobre prevalencia de ERC, marcadores de daño renal y valores promedio de TFG en población pediátrica en El Salvador. Esta investigación aporta clara evidencia de que el daño renal comienza frecuentemente en la infancia. Estos resultados son similares a los obtenidos en estudios de pesquisa en Guatemala en la población en edades de 6 a 18 años en el 2014, que encontró una prevalencia de 5% para marcadores urinarios de daño renal persistente. [43] En la ciudad de Jalisco (México), el estudio exploratorio en 2006-2007 encontró una prevalencia de 5% de proteinuria persistente y una prevalencia de 3.7% de TFG < 80 mL/min en menores de 18 años.[44]

Al sopesar las dos hipótesis causales descritas anteriormente, vale la pena señalar que algunos grupos poblacionales no participan directamente en el trabajo agrícola, como es el caso de niños preadolescentes, así como mujeres y hombres que no son agricultores. En consecuencia, el daño renal a repetición secundario a la deshidratación no basta para explicar la ERC en estos grupos poblacionales. Lógicamente, los agricultores de ambos sexos pueden sufrir mayor deshidratación y también exposición a sustancias tóxicas. Sin embargo, puede también existir contaminación medioambiental que afecte a la población como un todo, asociada con las desventajas económicas y sociales que vuelven más vulnerables a estas poblaciones.

Es razonable considerar que existan diferentes niveles de exposición a las toxinas: el más dañino, la exposición a alto nivel repetida a lo largo del tiempo, consistente en múltiples exposiciones agudas que puedan conllevar finalmente a una enfermedad

renal crónica. Esta afectaría principalmente a los agricultores debido a la circulación crónica en la sangre de las toxinas que son eliminadas a nivel renal, provocando la concentración de las toxinas en la médula renal bajo los efectos de las prolongadas jornadas de trabajo a altas temperaturas con intensa actividad física. La deficiente hidratación potenciaría los efectos de estas toxinas. Además, la población general puede sufrir una exposición crónica a un bajo nivel, que puede afectar a los niños, en mayor o menor medida en dependencia de su susceptibilidad genética y de otros factores.

Figura 1: TFG media por grupo etario y sexo



TFG: tasa de filtración glomerular

Con respecto a los efectos de los pesticidas en la salud de niños y adolescentes, la exposición acumulativa crónica a bajo nivel puede asociarse con efectos subclínicos en la salud con consecuencias retardadas que no se aprecian hasta semanas, meses o años después. Esta exposición puede comenzar en el período prenatal o en la infancia,[45] lo cual es consistente con nuestro hallazgo de hiperfiltración, incluso en el grupo de edades más jóvenes, de 2 a 5 años.

En las áreas rurales, la proximidad a las zonas agrícolas donde existe un alto uso de pesticidas (que incluye aplicaciones periódicas cerca de escuelas, hogares, y áreas de juego) propicia que niños y adolescentes entren en contacto con los pesticidas en el agua, el aire, el suelo y los alimentos. Adicionalmente, ocurre exposición doméstica a partir de los pesticidas almacenados en las casas. Más aún, las ropas de los agricultores que aplican pesticidas sin protección están empapadas de pesticidas, lo que constituye una fuente de exposición para su familia, especialmente las mujeres, que entran en contacto con ellos cuando lavan ropas contaminadas.[36,45] Otros factores se añaden a esta cascada de circunstancias, como son los determinantes sociales que hacen a estas comunidades más vulnerables a posibles daños renales previos: bajo peso al nacer, enfermedades infecciosas tales como malaria y arbovirosis, malnutrición y otros. Los datos presentados y las consideraciones medioambientales nos persuaden de la importancia de una posible etiopatogénesis multicausal centrada en la nefrotoxicidad a partir de agrotóxicos.

La prevalencia de ERC en ambos sexos superior a la reportada internacionalmente es consistente con las observaciones en los adultos en las mismas regiones. En Las Brisas, donde se ha encontrado la más alta prevalencia de ERC tanto en adultos[6] como en niños y adolescentes, existió un almacén de toxafeno, conocido por sus efectos severos sobre riñón, hígado y sistema nervioso (esta sustancia fue prohibida por USEPA en 1990).[46] El depósito abandonado fue desmantelado por los residentes en

Las Brisas. De acuerdo con el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales de El Salvador, en 2009 se encontraron residuos de toxafeno en nueve de diez pozos de agua estudiados.[47]

Un estudio reciente realizado en tres regiones de Nicaragua demostró la presencia de biomarcadores de daño renal tubular, particularmente NGAL y NAG, en regiones con alta mortalidad por ERCnt.[29] Estos hallazgos corresponden a las características clínicas e histopatológicas de la nefritis tubulointersticial crónica descrita en los adultos estudiados en estas comunidades agrícolas de El Salvador.[20,24]

La hiperfiltración glomerular encontrada en ambos sexos y en ambos grupos etarios en todas las comunidades estudiadas puede reflejar la adaptación de la función renal cuando un tóxico de cualquier tipo destruye funcionalmente un gran número de nefronas. Sin embargo, también puede resultar del efecto del bajo peso al nacer sobre la masa total de nefronas produciendo oligonefropatía congénita;[48] es decir, una disminución individual de la dotación de nefrones al nacimiento, lo que puede incrementar la susceptibilidad a las ERC en la etapa adulta.[49-51]

Un importante hallazgo fue que la TFG comenzó a disminuir antes de alcanzar los 13 años de edad. El estudio NefroLempa en adultos encontró un decremento de la TFG a lo largo de la vida adulta, con una función renal mas

Tabla 4: Prevalencia de enfermedad renal crónica según etapa, grupo etario, sexo y región

Variable (n)		Etapa ERC					
		No ERC	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3-5 n (etapa)	Con ERC	
Total (1623)	n	1560	56	5	1 (3a) + 1 (5)	63	
	%	96.1	3.5	0.3	0.1	3.9	
	95% IC	95.2-97.1	2.6-4.3	0.0-0.6	0.0-0.3	2.9-4.8	
Edad	2-5 años (312)	n	296	14	2	0	16
		%	94.9	4.5	0.6		5.1
		95% CI	92.4-97.3	2.2-6.8	0.0-1.5		2.7-7.6
	6-12 años (756)	n	728	26	1	1(5)	28
		%	96.3	3.4	0.1	0.1	3.7
		95% CI	94.9-97.6	2.1-4.7	0.0-0.4	0.0-0.4	2.4-5.1
	13-17 años (555)	n	536	16	2	1 (3a)	19
		%	96.6	2.9	0.4	0.2	3.4
		95% CI	95.1-98.1	1.5-4.3	0.0-0.9	0.0-0.5	1.9-4.9
Sexo	Masculino (800)	n	771	23	5	1 (3a)	29
		%	96.4	2.9	0.6	0.1	3.6
		95% CI	95.1-97.7	1.7-4.0	0.1-1.2	0.0-0.4	2.3-4.9
	Femenino (823)	n	789	33	0	1 (5)	34
		%	95.9	4.0		0.1	4.1
		95% CI	94.5-97.2	2.7-5.4		0.0-0.4	2.8-5.5
Región	Bajo Lempa (866)	n	831	31	4	0	35
		%	96.0	3.6	0.5		4.0
		95% CI	94.6-97.3	2.3-4.8	0.0-0.9		2.7-5.4
	Guayapa Abajo (412)	n	399	10	1	1 (3a) + 1 (5)	13
		%	96.8	2.4	0.2	0.5	3.2
		95% CI	95.2-98.5	0.9-3.9	0.0-0.7	0.0-1.2	1.5-4.8
	Las Brisas (345)	n	330	15	0	0	15
		%	95.7	4.3			4.3
		95% CI	93.5-97.8	2.2-6.5			2.2-6.5

disminuida en los hombres que en las mujeres, en todos los grupos etarios.[5] En particular, en nuestro estudio el grupo etario de 13-17 años fue el único en el que el sexo femenino tuvo peor función renal que el sexo masculino. Esto pudiera ser un efecto de cohorte, pero se requieren investigaciones más extensivas para poder explicar el patrón encontrado y esta excepción.

No se dispone de datos similares de otras comunidades agrícolas con alta prevalencia de ERCnt que pudiera permitir comparaciones de la magnitud y la distribución de la ERC en las edades pediátricas. No pudimos encontrar ningún estudio de prevalencia publicado sobre ERC en niños aunque existen algunos estudios de prevalencia de IRC y de enfermedades renales en etapas terminales. Un estudio realizado en Italia encontró una incidencia media de IRC (definido como aclaramiento de creatinina menor de 75 mL/min/1.73 m<sup>2</sup> de área superficial corporal) de 12.1 casos anuales por millón de la población en el mismo intervalo de edades, con una prevalencia puntual de 74.7 casos por año por millón de personas en edades por debajo de 20 años.[52] Debe tenerse en mente que ese estudio utilizó una definición más temprana, menos restrictiva de IRC.[53] En Suecia, en un estudio realizado en niños en edades desde 6 meses hasta 16 años se encontró incidencia y prevalencia de IRC (TFG inferior a 30 mL/min/1.73m<sup>2</sup> de área superficial) de 7.7 y 21 por millón de niños respectivamente.[54] El Sistema de Datos Renales de Estados Unidos reporta que entre 31 países, la incidencia de enfermedad renal en etapa terminal en niños en edades inferiores a 20 años más elevada fue en Qatar (33.2 casos por millón) mientras que la más alta prevalencia fue en el País Vasco (España) con 108 casos por millón de personas.[31] La prevalencia de IRC encontrada por nosotros (0.1%) es alrededor de 10 veces mayor que la prevalencia más alta encontrada internacionalmente. [31] Es sorprendente cómo el debut y la elevada prevalencia de ERC en edades tempranas refleja la prevalencia en edades adultas en esas comunidades.

Entre las limitaciones de este estudio, debe notarse que, aunque la fórmula de Schwartz[41] que utilizamos para estimar la TFG en la población pediátrica es la más utilizada en estudios epidemiológicos, esta fue diseñada para la población de los Estados Unidos. Para tener una mayor fiabilidad debería validarse en la

población salvadoreña o debería desarrollarse una nueva fórmula para estimar la función renal en los niños de El Salvador. Existe también una contradicción aparente entre el hallazgo de macroalbuminuria en un pequeño porcentaje de los niños y la incapacidad de detectar proteinuria con las tiras reactivas, lo cual puede explicarse por la relativa insensibilidad de las tiras utilizadas para proteinuria.[55] A pesar de estas limitaciones, el estudio es útil para estimar la magnitud del problema y para generar hipótesis de investigación.

La información obtenida ha sido útil para planificar programas dirigidos a las necesidades de atención de salud de la población afectada. Sirvió de base para el componente de prevención en atención primaria promulgado por la reforma del 2009 por el Ministerio de Salud. En las regiones estudiadas se ha institucionalizado una atención integral. En Bajo Lempa se ha entrenado a un equipo comunitario de salud para suministrar servicios de prevención y tratamiento. Las lecciones metodológicas y prácticas derivadas en este estudio se han extendido a otras áreas y han facilitado nuevas pesquisas de salud e intervenciones en otras comunidades agrícolas salvadoreñas.

Para establecer las causas de la enfermedad y de la epidemia se necesitan estudios más profundos. Como parte de la explicación, esos estudios deben considerar la contaminación del medio ambiente por nefrotoxinas. Por ahora, hay suficientes evidencias de la existencia de ERC en niños para justificar intervenciones clínicas en su diagnóstico temprano, así como tratamiento a tiempo y rehabilitación. Esas acciones solo pueden ser efectivas con un enfoque intersectorial que también considere los determinantes sociales, especialmente aquellos relacionados con el control medioambiental, mejores prácticas agrícolas, condiciones de trabajo, salud ocupacional y uso adecuado de los pesticidas.

## CONCLUSIONES

Nuestros resultados son consistentes con la hipótesis de que la exposición a los tóxicos medioambientales contribuye a la ERCnt en estas comunidades salvadoreñas, que incluyen los niños y dirigen nuestra atención a la necesidad de que la prevención primaria comience en edades tempranas. 

## REFERENCIAS

1. Trabaino RG, Aguilar R, Silva CR, Mercado MO, Merino RL. Nefropatía terminal en pacientes de un hospital de referencia en El Salvador. *Rev Panam Salud Pública*. 2002 Sep;12(3):202-6.
2. Flores Reyna R, Jenkins Molieri JJ, Vega Manzano R, Chicas Labor A, Leiva Merino R, Calderón GR, et al. Enfermedad renal terminal: Hallazgos preliminares de un reciente estudio en el Salvador. San Salvador: Pan American Health Organization; 2003.
3. Almaguer M, Herrera R, Orantes CM. Chronic kidney disease of unknown etiology in agricultural communities. *MEDICC Rev*. 2014 Apr;16(2):9-15.
4. García-Trabaino R, Domínguez J, Jansá JM, Oliver A. Proteinuria e insuficiencia renal crónica en la costa de El Salvador: detección con métodos de bajo costo y factores asociados. *Nefrología*. 2005;25(1):31-8.
5. Orantes CM, Herrera R, Almaguer M, Brizuela EG, Hernández CE, Bayarre H, et al. Chronic kidney disease and associated risk factors in the Bajo Lempa region of El Salvador. *Nefrolempa study*, 2009. *MEDICC Rev*. 2011 Oct;13(4):14-22.
6. Orantes CM, Herrera R, Almaguer M, Brizuela EG, Núñez L, Alvarado NP, et al. Epidemiology of chronic kidney disease in adults of Salvadoran agricultural communities. *MEDICC Rev*. 2014 Apr;16(2):23-30.
7. Peraza S, Wesseling C, Aragón A, Leiva R, García-Trabaino RA, Torres C, et al. Decreased kidney function among agricultural workers in El Salvador. *Am J Kidney Dis*. 2012 Apr;59(4):531-40.
8. Torres C, Aragón A, González M, López I, Jakobsson K, Elinder CG, et al. Decreased kidney function of unknown cause in Nicaragua: a community-based survey. *Am J Kidney Dis*. 2010 Mar;55(3):485-96.
9. O'Donnell JK, Tobey M, Weiner DE, Stevens LA, Johnson S, Stringham P, et al. Prevalence of and risk factors for chronic kidney disease in rural Nicaragua. *Nephrol Dial Transplant*. 2011 Sep;26(9):2798-805.
10. Lebov JF, Valladares E, Peña R, Peña EM, Sanoff SL, Cisneros EC, et al. A population-based study of prevalence and risk factors of chronic kidney disease in León, Nicaragua. *Can J Kidney Health Dis*. 2015 Feb 24;2:6. DOI:10.1186/s40697-015-0041-1.
11. Cerdas M. Chronic kidney disease in Costa Rica. *Kidney Int Suppl* [Internet]. 2005 Aug [cited 2014 Mar 21];(97):S31-3. Disponible en: <http://www.kidney-international.org/article/S0085-2538%2815%2951239-8/pdf>
12. Athuraliya NT, Abeysekera TD, Amerasinghe PH, Kumarasiri R, Bandara P, Karunaratne U, et al. Uncertain etiologies of proteinuric-chronic kidney disease in rural Sri Lanka. *Kidney Int*. 2011 Dec;80(11):1212-21.
13. Jayasumana C, Gunatilake S, Siribaddana S. Simultaneous exposure to multiple heavy metals and glyphosate may contribute to Sri Lankan agricultural nephropathy. *BMC Nephrol*. 2015 Jul 11;16:103. DOI: 10.1186/s12882-015-0109-2.
14. Chandrajith R, Nanayakkara S, Itai K, Aturaliya TN, Dissanayake CB, Abeysekera T, et al. Chronic kidney diseases of uncertain etiology (CKDu) in Sri Lanka: geographic distribution and environmental implications. *Environ Geochem Health*. 2011 Jun;33(3):267-78.

15. El-Minshawy O. End stage renal disease in El-Minia Governorate, Egypt: Data of the year 2007. *Nephro-Urol Monthly*. 2011 May;3(2):118–21.
16. Kamell EG, El-Minshawy O. Environmental factors incriminated in the development of end stage renal disease in El-Mina Governorate, Upper Egypt. *Int J Nephrol Urol*. 2010 Jan;2(3):431–7.
17. Rajapurkar MM, John GT, Kirpalani AL, Abraham G, Agarwal SK, Almeida AF, et al. What do we know about chronic kidney disease in India: first report of the Indian CKD registry. *BMC Nephrol*. 2012 Mar 6;13:10. DOI: 10.1186/1471-2369-13-10.
18. Machiraju RS, Yaradi K, Gowrishankar S, Edwards KL, Attaluri S, Miller F, et al. Epidemiology of Udhnam Endemic Nephropathy. *J Am Soc Nephrol*. 2009;20:643A.
19. Silva LC, Ordúñez P. Chronic kidney disease in Central American agricultural communities: challenges for epidemiology and public health. *MEDICC Rev*. 2014 Apr;16(2):66–71.
20. Herrera R, Orantes CM, Almaguer M, Alfonso P, Bayarre HD, Leiva IM, et al. Clinical characteristics of chronic kidney disease of nontraditional causes in Salvadoran farming communities. *MEDICC Rev*. 2014 Apr;16(2):39–48.
21. Wesseling C, Crowe J, Hogstedt C, Jakobsson K, Lucas R, Wegman DH, et al. Resolving the enigma of the Mesoamerican nephropathy: a research workshop summary. *Am J Kidney Dis*. 2014 Mar;63(3):396–404.
22. Correa-Rotter R, Wesseling C, Johnson RJ. CKD of unknown origin in Central America: the case for a Mesoamerican nephropathy. *Am J Kidney Dis*. 2014 Mar;63(3):506–20.
23. Nanayakkara S, Komiya T, Ratnatunga N, Senewirathna ST, Harada KH, Hitomi T, et al. Tubulointerstitial damage as the major pathological lesion in endemic chronic kidney disease among farmers in North Central Province of Sri Lanka. *Environ Health Prev Med*. 2012 May;17(3):213–21.
24. López-Marín L, Chávez Y, García XA, Flores WM, García YM, Herrera R, et al. Histopathology of chronic kidney disease of unknown etiology in Salvadoran agricultural communities. *MEDICC Rev*. 2014 Apr;16(2):49–54.
25. Wijkström J, Leiva R, Elinder CG, Leiva S, Trujillo Z, Trujillo L, et al. Clinical and pathological characterization of Mesoamerican nephropathy: a new kidney disease in Central America. *Am J Kidney Dis*. 2013 Nov;62(5):908–18.
26. Orantes Navarro CM, Herrera Valdés R, López MA, Calero DJ, Fuentes de Morales J, Alvarado Ascencio NP, et al. Epidemiological characteristics of chronic kidney disease of non-traditional causes in women of agricultural communities of El Salvador. *Clin Nephrol*. 2015;83(7 Suppl 1):S24–31.
27. Herrera Valdés R, Orantes CM, Almaguer López M, López Marín L, Arévalo PA, Smith González MJ, et al. Clinical characteristics of chronic kidney disease of non-traditional causes in women of agricultural communities in El Salvador. *Clin Nephrol*. 2015;83(7 Suppl 1):S56–63.
28. Brooks D, McClean M. Summary report: Boston University investigation of chronic kidney disease in Western Nicaragua. 2009–2012 [Internet]. Boston: Boston University School of Public Health; 2012 Aug [cited 2015 Oct 25]. 18 p. Disponible en: [http://www.cao-ombudsman.org/documents/BU\\_SummaryReport\\_August122012.pdf](http://www.cao-ombudsman.org/documents/BU_SummaryReport_August122012.pdf)
29. Ramírez-Rubio O, Amador JJ, Kaufman JS, Weiner DE, Parikh CR, Khan U, et al. Urine biomarkers of kidney injury among adolescents in Nicaragua, a region affected by an epidemic of chronic kidney disease of unknown aetiology. *Nephrol Dial Transplant*. 2015 Aug 25. DOI: 10.1093/ndt/gfv292. Epub ahead of print 2015 Aug 25.
30. Levey AS, Coresh J. Chronic kidney disease. *Lancet*. 2012 Jan 14;379(9811):165–80.
31. Chadha V, Warady BA. Epidemiology of pediatric chronic kidney disease. *Adv Chronic Kidney Dis*. 2005 Oct;12(4):343–52.
32. Weidemann DK, Weaver VM, Fadrowski JJ. Toxic environmental exposures and kidney health in children. *Pediatr Nephrol*. 2015 Oct 12. DOI 10.1007/s00467-015-3222-3. Epub ahead of print.
33. Solhaug MJ, Bolger PM, Jose PA. The developing kidney and environmental toxins. *Pediatrics*. 2004 Apr;113(4 Suppl):1084–91.
34. Silver MK, Shao J, Chen M, Xia Y, Lozoff B, Meeker JD. Distribution and predictors of pesticides in the umbilical cord blood of Chinese newborns. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2016 Jan [cited 2016 Mar 20];13(1):94. Disponible en: <http://www.mdpi.com/1660-4601/13/1/94>
35. Hernández W. Nacimiento y Desarrollo del río Lempa [Internet]. San Salvador: SNET; 2005 [cited 2015 Oct 25]. 14 p. Disponible en: <http://www.snet.gob.sv/Geologia/NacimientoEvolucionRLempa.pdf>
36. Mejía R, Quinteros E, López A, Ribó A, Cedillos H, Orantes CM, et al. Pesticide-handling practices in agriculture in El Salvador: an example from 42 patient farmers with chronic kidney disease in the Bajo Lempa region. *Occup Dis Environ Med*. 2014 Aug 10;2(3):56–70.
37. López DL, Ribó A, Quinteros E, Mejía R, López A, Orantes C. Arsenic in soils, sediments, and water in an area with high prevalence for Chronic Kidney Disease of unknown etiology. In: Litter MI, Nicolli HB, Meichtry M, Quici N, Bundschuh J, Bhattacharya P, et al, editors. Proceedings of the 11th International Congress on Arsenic in the Environment, May 11-16, 2014, Buenos Aires, Argentina [Internet]. Buenos Aires: CRS Press; c2014 [cited 2016 Mar 25]. Chapter 86. p. 251–4. Disponible en: <http://www.crcnetbase.com/doi/abs/10.1201/b16767-95>
38. López A, Ribó A, Mejía R, Quinteros E, Alfaro D, Beltetón W, et al. Exposure to nephrotoxic pollutants in Las Brisas community (El Salvador). In: Ferreira da Silva E, Reis AP, Patinha C, Dias AC, Durães N, Candeias C, et al, editors. Book of Abstracts of the 6th International Conference on Medical Geology. Aveiro (PT): UA Editora; 2015. 137 p. ISBN - 978-972-789-449-9.
39. Nomen R, Sempere J, Chávez F, de López NA, Rovira MD. Measurement of pollution levels of organochlorine and organophosphorus pesticides in water, soil, sediment, and shrimp to identify possible impacts on shrimp production at Jiquilisco Bay. *Environ Sci Pollut Res Int*. 2012 Sep;19(8):3547–55.
40. Hogg RJ, Furth S, Lemley KV, Portman R, Schwartz GJ, Coresh J, et al. National Kidney Foundation's Kidney Disease Outcomes Quality Initiative Clinical Practice Guidelines for Chronic Kidney Disease in Children and Adolescents: Evaluation, Classification, and Stratification. *Pediatrics*. 2003 Jun;111(6 Pt 1):1416–21.
41. Schwartz GJ, Brion LP, Spitzer A. The use of plasma creatinine concentration for estimating glomerular filtration rate in infants, children and adolescents. *Pediatr Clin North Am*. 1987 Jun;34(3):571–90.
42. KDIGO 2012 Clinical Practice Guideline for the Evaluation and Management of Chronic Kidney Disease. *Kidney International Supplements*. 2013;3(1 Suppl):1–150.
43. Flores Vásquez FM. Estudio piloto de tamizaje para enfermedad renal en escolares asintomáticos en la población de la Escuela Santa Teresita en el municipio de Sololá, Guatemala mayo 2012 [thesis]. [Ciudad de Guatemala]: University of San Carlos de Guatemala.
44. Koshy SM, García-García G, Pamplona JS, Renoirte-López K, Pérez-Cortés G, Gutiérrez ML, et al. Screening for kidney disease in children on World Kidney Day in Jalisco, Mexico. *Pediatr Nephrol*. 2009 Jun;24(6):1219–25.
45. Karr CJ, Rauh VA. Pesticides. In: Landrigan Philip J, Etzel RA, editors. *Textbook of Children's Environmental Health*. Oxford (US): Oxford University Press; 2014. p. 296–302.
46. United States Environmental Protection Agency, Office of Prevention, Pesticides and Toxic Substances. *Protect yourself from pesticides: guide for pesticides handlers*. Washington, D.C.: United States Environmental Protection Agency; 2006 Jun. 109 p.
47. Ministry of the Environment and Natural Resources (SV) [Internet]. San Salvador: Ministry of Environment and Natural Resources (SV); [updated 2011 Jan 3]. Las huellas del Toxafeno; 2010 Dec [cited 2013 Dec 12]. Disponible en: [http://www.marn.gob.sv/index.php?option=com\\_content&view=article&catid=162:especiales&id=700:las-huellas-del-toxafeno](http://www.marn.gob.sv/index.php?option=com_content&view=article&catid=162:especiales&id=700:las-huellas-del-toxafeno)
48. Luyckx VA, Brenner BM. Low birth weight, nephron number, and kidney disease. *Kidney Int Suppl*. 2005 Aug;(97):S68–77.
49. Brenner BM, Lawler EV, Mackenzie HS. The hyperfiltration theory: a paradigm shift in nephrology. *Kidney Int*. 1996 Jun;49(6):1774–7.
50. Brenner BM, Chertow GM. Congenital oligonephropathy: an inborn cause of adult hypertension and progressive renal injury? *Curr Opin Nephrol Hypertens*. 1993 Sep;2(5):691–5.
51. Lafferty HM, Brenner BM. Are glomerular hypertrophy and "hypertrophy" independent risk factors for progression of renal disease? *Semin Nephrol*. 1990 May;10(3):294–304.
52. Adissino G, Daccò V, Testa S, Bonaudo R, Claris-Appiani A, Taioli E, et al. Epidemiology of chronic renal failure in children. Data from the ItalKid project. *Pediatrics*. 2003 Apr;111(4 Pt 1):e382–7.
53. National Kidney Foundation. K/DOQI clinical practice guidelines for chronic kidney disease, evaluation, classification and stratification. *Am J Kidney Dis*. 2002 Feb;39(2 Suppl 1):S1–266.
54. Esbjörner E, Berg U, Hansson S. Epidemiology of chronic renal failure in children: a report from Sweden 1986-1994. *Pediatr Nephrol*. 1997 Aug;11(4):438–42.
55. Guh JY. Proteinuria versus albuminuria in chronic kidney disease. *Nephrology (Carlton)*. 2010 Jun;15 Suppl 2:53–6.

## LOS AUTORES

**Carlos Manuel Orantes-Navarro** (autor para correspondencia: [doktorantes@gmail.com](mailto:doktorantes@gmail.com)), nefrólogo. Investigador, Instituto Nacional de Salud (INS), y coordinador de Investigaciones en Salud Renal, Ministerio de Salud (MINSAL), San Salvador, El Salvador.

**Raúl Herrera-Valdés**, nefrólogo con doctorado y una maestría en epidemiología, Instituto de Nefrología (INEF). Profesor consultante e investigador distinguido, Universidad de Ciencias Médica de La Habana (UCMH), Cuba.

**Miguel Almaguer-López**, nefrólogo con un master en epidemiología, INEF. Profesor consultante e investigador distinguido, UCMH, La Habana, Cuba.

**Elsy G. Brizuela-Díaz**, médico con una maestría en salud pública. Directora, Unidad de

## Artículo Original

---

Salud Familiar Comunitaria Monseñor Romero (UCSF-E), MINSAL, Bajo Lempa, Jiquilisco, El Salvador.

**Nelly P. Alvarado-Ascencio**, médico, con una maestría en salud pública, coordinadora de vigilancia en salud. Región de Salud Occidental, MINSAL, Santa Ana, El Salvador.

**E. Jackeline Fuentes-de Morales**, médico con una maestría en salud pública. Directora, UCSF-E, San Miguel MINSAL, San Miguel, El Salvador.

**Héctor D. Bayarre-Vea**, médico especializado en bioestadística, doctor en ciencias de la

salud. Profesor titular, Escuela Nacional de Salud Pública. La Habana, Cuba.

**Denis José Calero-Brizuela**, nefrólogo, UCSF-E Monseñor Romero, MINSAL, Jiquilisco, El Salvador.

**Xavier Fernando Vela-Parada**, médico, unidad de investigaciones en salud renal INS, MINSAL, San Salvador, El Salvador.

**Susana Margarita Zelaya-Quezada**, médico, unidad de investigaciones en salud renal INS, MINSAL, San Salvador, El Salvador.

*Recibido: 31 de diciembre, 2015*

*Aprobado: 3 de abril, 2016*

*Declaración de conflicto de intereses: ninguno*

*Citación sugerida: Orantes-Navarro CM, Herrera-Valdés R, Almaguer-López M, Brizuela-Díaz EG, Alvarado-Ascencio NP, Fuentes-de Morales EJ, Bayarre-Vea HD, Calero-Brizuela DJ, Vela-Parada XF, Zelaya-Quezada ZM. Enfermedad renal crónica en niños y adolescentes en las comunidades rurales de El Salvador: Estudio Pediátrico NefroSalva (2009-2011) MEDICC Rev. 2016, Jan-Apr; 18(1-2). Disponible en: <http://www.medicc.org/mediccreview/index.php>*

---