



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
HOSPITAL INFANTIL DE MÉXICO FEDERICO GÓMEZ

---

VALORACIÓN DE LA FUNCIÓN VENTRICULAR  
IZQUIERDA POR ECOCARDIOGRAFÍA EN  
PACIENTES CON INSUFICIENCIA RENAL  
CRÓNICA TERMINAL PREVIO AL TRASPLANTE.

## TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO EN LA  
SUBESPECIALIDAD DE:

**CARDIOLOGÍA PEDIÁTRICA**

PRESENTA:

**DR. JOSÉ RAMÓN CRUZ ORTIZ.**

TUTORES

Dra. Ana María Rodríguez- López Domingo.

Dra. Mara Medeiros Domingo.



HOSPITAL INFANTIL de MÉXICO  
FEDERICO GÓMEZ  
Instituto Nacional de Salud

MÉXICO, D. F.

FEBRERO 2010



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISIÓN DE ESTUDIO DE POSGRADO  
HOSPITAL INFANTIL DE MÉXICO FEDERICO GÓMEZ**

**VALORACIÓN DE LA FUNCIÓN VENTRICULAR IZQUIERDA  
POR ECOCARDIOGRAFÍA EN PACIENTES CON  
INSUFICIENCIA RENAL CRÓNICA TERMINAL PREVIO AL  
TRASPLANTE.**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO EN LA  
SUBESPECIALIDAD DE:**

**CARDIOLOGÍA PEDIÁTRICA**

**PRESENTA:**

**DR. JOSÉ RAMÓN CRUZ ORTIZ.**

---

**Dra. Ana María Rodríguez- López Domingo.**

---

**Dra. Mara Medeiros Domingo.**

**MÉXICO, D. F.**

**FEBRERO 2010**

**AGRADECIMIENTOS:**

***A DIOS POR HABERME HECHO NACER EN ESTA CUNA.***

***A MIS PADRES POR SER LA BASE DE ESTA FAMILIA, POR TODAS LAS VECES QUE ME HAN PUESTO SU HOMBRO COMO APOYO Y HACER DE MI UN HOMBRE DE BIEN.***

***A MIS HIJOS ALEX Y PANCHITO POR SOPORTAR MI AUSENCIA Y SER EL MOTOR QUE ME HACE CERCER DIA CON DIA.***

***A TI JASS POR DARME APOYO Y AMOR EN ESTOS ULTIMOS AÑOS.***

## ÍNDICE

▪ Antecedentes.....	5
▪ Marco teórico.....	5
▪ Planteamiento del problema.....	11
▪ Justificación.....	11
▪ Objetivos.....	12
▪ Hipótesis.....	12
▪ Variables.....	12
▪ Material y métodos.....	14
▪ Análisis estadístico.....	20
▪ Resultados.....	21
▪ Discusión.....	32
▪ Conclusiones.....	37
▪ Referencias.....	38

## ANTECEDENTES

Las alteraciones cardiacas se observan en la mayoría de niños y adolescentes con insuficiencia renal crónica terminal (IRCT), la hipertrofia ventricular izquierda (HVI) y la disfunción sistólica y diastólica del ventrículo izquierdo son las responsables de la morbilidad y mortalidad en estos pacientes (1-2). Los factores de riesgo que contribuyen al desarrollo de las alteraciones cardiovasculares son: hipertensión arterial sistémica, anemia, retención de líquidos, hiperparatiroidismo, síndrome metabólico (3-4).

Las alteraciones cardiacas que se desarrollan frecuentemente en los niños con insuficiencia renal crónica afectan la estructura y/o función contráctil del ventrículo izquierdo. Recientemente se ha demostrado que los pacientes pediátricos con insuficiencia renal crónica leve a moderada en tratamiento con diálisis crónica incrementan la masa muscular del ventrículo izquierdo. Al contrario que en los adultos la función sistólica del VI está conservada en reposo (5-6).

## MARCO TEORICO

Los pacientes pediátricos con IRC tienen una alta prevalencia de hipertrofia ventricular izquierda (7-9).

La hipertrofia del ventrículo izquierdo (HVI) ha sido identificada como un factor de riesgo “mayor” en la mortalidad de causa cardiovascular en adultos (10-11), especialmente en población con hipertensión arterial sistémica (12-13), o falla renal en estadio terminal (14).

Las alteraciones morfológicas y funcionales del corazón son una característica común de enfermedad renal terminal en los pacientes adultos y

contribuyen a un mayor riesgo cardiovascular que está asociado a esta condición (15).

Las complicaciones cardiovasculares por falla renal no son raras en pacientes pediátricos en estadio final (16-17).

Aún en el grupo pediátrico más del 25% de muertes en pacientes con enfermedad renal terminal es atribuible a enfermedad cardiovascular (18).

La Asociación Europea de Diálisis y Trasplante (EDTA) reportó que 41% de muertes en niños menores de 15 años de edad con enfermedad renal en estadio terminal fueron atribuibles a causas cardiovasculares (19).

En la mayoría de los casos las muertes fueron súbitas e inesperadas y la hipercalemia se implicó en el 17% de las muertes. La enfermedad cardiovascular ha adquirido un papel más relevante en niños con falla renal porque el tratamiento con terapia de reemplazo renal ha aumentado la expectativa de vida de esos pacientes de forma importante, se ha visto que muchas de las alteraciones en los niveles de lípidos séricos que predisponen a enfermedad cardiovascular prematura en adultos también están presentes en niños con IRC. (20,21).

La sobrevida en niños con insuficiencia renal crónica en Estados Unidos de América es baja: en niños con diálisis la sobrevida es 40-60 años menos y en pacientes trasplantados cerca de 20-25 años menos que en la población de raza y edad similar (22,23).

El incremento en la mortalidad de causa cardiovascular es debido al desarrollo acelerado de enfermedad isquémica cardíaca y miocardiopatía dilatada. Esta evidencia se obtuvo en el estudio realizado en el Instituto Nacional de Diabetes y enfermedades digestivas y renales en Bethesda, en pacientes adultos jóvenes que desarrollaron falla renal durante la niñez (24).

La muerte por enfermedad cardiovascular ocurre no solo en etapas tardías de la vida, también en la niñez si hay insuficiencia renal crónica. En la población pediátrica general la incidencia anual de muerte por enfermedad cardíaca es

menor del 3%, sin embargo en la última década la enfermedad cardiovascular se ha convertido en la segunda causa de muerte en niños con IRC en diálisis crónica o trasplantados, con un 20-25% de mortalidad según el reporte anual del sistema de datos renales estadounidense (25).

La disfunción diastólica ha sido descrita en niños con diálisis crónica (26,27).

En los pacientes adultos con hipertensión y falla renal crónica se cree que la hipertrofia ventricular izquierda es un mecanismo compensatorio inicial al incremento de la postcarga (presión sanguínea) y precarga (volumen) para mejorar la función contráctil y disminuir el estrés de la pared ventricular (28,29).

La prevalencia y gravedad de la hipertrofia ventricular izquierda (HVI) se incrementan paralelamente a la severidad de la enfermedad renal crónica (30). Inicialmente la HVI es una respuesta fisiológica a la presión y sobrecarga de volumen; sin embargo la sobrecarga sostenida en combinación con enfermedad renal asociados a factores como anemia e hiperparatiroidismo pueden dar lugar a una hipertrofia ventricular izquierda (HVI) inadecuada, caracterizada por cambios estructurales en el miocardio como son la acumulación de colágeno, fibrosis y calcificación, con disfunción sistólica y/o diastólica del VI secundarias (31,32).

En los pacientes en diálisis la enfermedad cardiovascular es la causa predominante de mortalidad (33). El riesgo de morbilidad y mortalidad cardiovascular también está incrementado en etapas tempranas de la enfermedad renal crónica, son múltiples los factores de riesgo que pueden contribuir al desarrollo de enfermedad cardiovascular como son: retención de sodio y líquidos, hipertensión, anemia, inflamación e hiperparatiroidismo.

En pacientes con enfermedad renal crónica la HVI es un hallazgo común y está asociado al incremento en la mortalidad relacionada a enfermedad cardiovascular (34).

Los cambios en la geometría del ventrículo izquierdo en el paciente adulto con IRC están también relacionados con otros factores que se añaden en esta población con frecuencia, como son la existencia de cardiopatía isquémica y/o la alteración en la micro circulación de la miocardiopatía diabética. La ausencia de esos factores en la población pediátrica con IRC la hace adecuada para el análisis exclusivo entre falla renal y geometría del ventrículo izquierdo (35).

Los datos son escasos en la prevalencia y severidad de la hipertrofia ventricular en niños con enfermedad renal, sin embargo un estudio reciente de la EDTA reporta hipertrofia ventricular izquierda (HVI) en el 30% de niños con diálisis peritoneal crónica y 22% de niños trasplantados, evaluados mediante ecocardiografía (36).

Debido a la baja incidencia de Insuficiencia renal crónica en niños, la información publicada de prevalencia y severidad de las alteraciones de la geometría del ventrículo izquierdo en niños está restringida a grupos pequeños y seleccionados (35).

En estudios más recientes en niños que reciben tratamiento con diálisis peritoneal se aprecia un aumento del rendimiento sistólico del ventrículo izquierdo en reposo, atribuido posiblemente a la hipertrofia ventricular izquierda, con una disminución sin embargo de la reserva funcional del ventrículo izquierdo durante el ejercicio , lo que sugiere una HVI inadecuada (9).

Estudios ecocardiográficos previos indican que pacientes jóvenes con insuficiencia renal crónica terminal tienen geometría ventricular izquierda anormal y alta prevalencia de hipertrofia ventricular izquierda (HVI) (9-27). De acuerdo a la interpretación en el adulto con IRC que la hipertrofia ventricular izquierda (HVI) es una respuesta compensatoria al incremento de la precarga y postcarga para conseguir una función normal o aún supranormal del ventrículo izquierdo (VI) que también se observe en niños con insuficiencia renal crónica (IRC), sugiere que el incremento de la masa ventricular izquierda puede representar una respuesta

compensatoria al aumento de volumen hemodinámico incluso en pacientes jóvenes (9,36).

Estudios ecocardiográficos muestran que los pacientes jóvenes con insuficiencia renal crónica y estadio terminal de la enfermedad tienen anomalías tanto en la función como en la estructura del ventrículo izquierdo (VI) (27,37).

La función miocárdica en pacientes con insuficiencia renal crónica ha sido estudiada de manera extensa mediante la ecocardiografía en estudios convencionales que medían diámetros y volúmenes del ventrículo izquierdo en sístole y diástole. Este método de estudio de función ventricular evalúa una respuesta hidrodinámica y por lo tanto es dependiente de la carga (volumen), lo cual es una desventaja en pacientes con insuficiencia renal crónica, en quienes el volumen sanguíneo puede variar considerablemente. Por otro lado no se podía diferenciar entre hipertrofia del ventrículo izquierdo (HVI) adecuada e inadecuada y demostrar la existencia de disfunción diastólica en pacientes con HVI (42), a pesar de tener una fracción de eyección normal (39).

El índice de rendimiento miocárdico es un índice útil que evalúa la función sistólica y diastólica al mismo tiempo, es un indicador sensible para falla cardíaca y provee información pronóstica en muchas patologías por ejemplo: miocardiopatía dilatada, infarto del miocardio, cardiotoxicidad por antracíclicos y amiloidosis cardíaca (40-41).

La técnica empleada para medir el índice de rendimiento miocárdico es el Doppler pulsado y más recientemente el Doppler Tisular (TDI) (42,43).

En comparación con la imagen de ecocardiografía bidimensional, la imagen de velocidad del tejido (TVI) es una técnica más objetiva para evaluar la función miocárdica. Las imágenes TVI están basadas en imagen digital lo que permite obtener información de la velocidad del tejido. Esta técnica está basada en los cambios de baja frecuencia longitudinal que se detectan al Doppler, lo que refleja a su vez la dirección y velocidad del movimiento miocárdico. El registro obtenido

en TVI de las velocidades en diferentes regiones miocárdicas permite evaluar simultáneamente la función sistólica (fase isovolumétrica y fase de eyección) y la función diastólica, mediante los intervalos de tiempo y presiones de llenado del ventrículo izquierdo (VI). Se ha encontrado que las velocidades sistólicas son buenos marcadores de función ventricular izquierda, se correlaciona con la fracción de eyección global y medidas invasivas de contracción del ventrículo izquierdo (VI) (fase de eyección) y contractilidad (contracción isovolumétrica) (44). Las velocidades diastólicas se correlacionan con el tiempo de relajación constante del ventrículo izquierdo (VI) obtenidos por micrometría por punta de catéter invasivo (45).

El TVI ha demostrado también ser un método más sensible para evaluar las alteraciones en la relajación del ventrículo izquierdo que el Doppler pulsado convencional, detectables en ocasiones a pesar de tener un patrón de flujo mitral normal. Así mismo el TVI ha mejorado la evaluación de pacientes con hipertrofia ventricular izquierda (HVI), al detectar precozmente la alteración de la función diastólica por una relajación anormal del ventrículo izquierdo en comparación con la evaluación del patrón de flujo mitral obtenido mediante Doppler pulsado (46,47).

Además los parámetros de TVI de función sistólica y diastólica han demostrado ser menos dependientes del volumen que las mediciones con ecocardiografía convencional, lo que tiene relevancia en los pacientes con hemodiálisis como mencionan algunos autores (48), para la detección precoz de disfunción miocárdica mediante TVI, no así por las técnicas ecocardiográficas utilizadas previamente.

Se desconoce aún la información adicional que el TVI puede aportar en el estudio de la función del ventrículo izquierdo en pacientes con insuficiencia renal crónica (IRC) en etapas tempranas de su enfermedad (48).

La ecocardiografía permite evaluar la función sistólica y diastólica con metodología cada vez más precisa. La función sistólica calculada por modo M y Bd con la FA y FE se utiliza desde hace décadas y es bien conocida su relevancia

en el estudio de la insuficiencia cardiaca. Posteriormente se ha conocido la importancia de la función diastólica en el desarrollo de la insuficiencia cardiaca, la que se puede evaluar mediante Doppler pulsado y aún mejor con el Doppler tisular. Con éste último se mide el índice de rendimiento miocárdico que evalúa función sistólica y diastólica, que ya se ha empleado en estudios previos para valorar pacientes con nefropatía en diálisis.

### **Planteamiento del problema**

La disfunción sistólica y/o diastólica del VI aumenta la morbi-mortalidad en pacientes con IRCT y posteriormente con trasplante renal. La prevalencia de síndrome metabólico en pacientes pre trasplante es del 39.2% y postrasplante es del 25% en nuestra institución. El reconocimiento precoz de la disfunción ventricular izquierda por un método incruento como la ecocardiografía permite plantear cambios en el manejo terapéutico para controlar la presión arterial, reducir la hipertrofia ventricular izquierda y mejorar la función ventricular.

### **Justificación**

Existen pocos estudios sobre la función ventricular izquierda en pacientes con insuficiencia renal crónica terminal mediante las técnicas ecocardiográficas actuales como con Doppler tisular y strain 2D previamente a ser trasplantados. Este estudio permitirá conocer el grado de afectación en la función ventricular izquierda global en niños urémicos en espera de trasplante renal.

en el estudio de la insuficiencia cardiaca. Posteriormente se ha conocido la importancia de la función diastólica en el desarrollo de la insuficiencia cardiaca, la que se puede evaluar mediante Doppler pulsado y aún mejor con el Doppler tisular. Con éste último se mide el índice de rendimiento miocárdico que evalúa función sistólica y diastólica, que ya se ha empleado en estudios previos para valorar pacientes con nefropatía en diálisis.

### **Planteamiento del problema**

La disfunción sistólica y/o diastólica del VI aumenta la morbi-mortalidad en pacientes con IRCT y posteriormente con trasplante renal. La prevalencia de síndrome metabólico en pacientes pre trasplante es del 39.2% y postrasplante es del 25% en nuestra institución. El reconocimiento precoz de la disfunción ventricular izquierda por un método incruento como la ecocardiografía permite plantear cambios en el manejo terapéutico para controlar la presión arterial, reducir la hipertrofia ventricular izquierda y mejorar la función ventricular.

### **Justificación**

Existen pocos estudios sobre la función ventricular izquierda en pacientes con insuficiencia renal crónica terminal mediante las técnicas ecocardiográficas actuales como con Doppler tisular y strain 2D previamente a ser trasplantados. Este estudio permitirá conocer el grado de afectación en la función ventricular izquierda global en niños urémicos en espera de trasplante renal.

## **Objetivos**

1. Realizar valoración ecocardiográfica de la función cardiaca aplicando mediciones por Doppler tisular y 2d-strain, así como mediciones habituales para valorar la función sistólica y diastólica del VI en todos los pacientes pediátricos en espera de trasplante renal.
2. Conocer la relación entre los hallazgos ecocardiográficos y las variantes en cada paciente que incluyen: HAS, fármacos antihipertensivos, síndrome metabólico, tipo de diálisis.

## **Hipótesis**

La prevalencia de disfunción ventricular izquierda en pacientes pediátricos con insuficiencia renal en espera de trasplante renal es de 48%segun la literatura. La ecocardiografía establece el diagnóstico de disfunción ventricular sistólica y/o diastólica con diferentes técnicas, de manera más precoz con el TVI y strain 2D.

## **Variables**

Se analizaron las siguientes variables: edad, género, índice de masa corporal, presión arterial, depuración de creatinina, hemoglobina, hematocrito, uso de eritropoyetina, albumina, triglicéridos, colesterol total, hormona paratiriodea, tratamiento médico antihipertensivo, tipo de diálisis.

## Parámetros ecocardiográficos a evaluar

- En modo M y Bd: DDVI, DSVI, grosores parietales, índice de masa ventricular, geometría del VI, el grosor relativo parietal del ventrículo izquierdo (GRP), la hipertrofia ventricular izquierda (HVI) concéntrica (HVlc), excéntrica ( HVle) y la remodelación concéntrica del ventrículo izquierdo ( RCVI), el AP y la FE .
- En el Doppler pulsado: en el flujo de la válvula mitral la onda E y onda A, patrón EA mitral, desaceleración de la onda E mitral, los tiempos de relajación isovolumetrica del VI (TRIV), de contracción isovolumetrica del ventrículo izquierdo (TCIV), de eyección aórtico en el Doppler del flujo de salida del VI (TE), y el índice de rendimiento miocárdico (IRM) que proporciona la relación de estos tiempos.
- En el Doppler tisular las ondas Ew, Aw, Sw y la relación entre las ondas E (del Doppler pulsado) y Ew del TVI.
- En el strain 2D se evaluará el porcentaje obtenido del análisis de los cortes apicales mediante el Q análisis.
- Otras mediciones: diámetro del atrio izquierdo al final de la diástole cardiaca.

## **Objetivos**

1. Realizar valoración ecocardiográfica de la función cardiaca aplicando mediciones por Doppler tisular y 2d-strain, así como mediciones habituales para valorar la función sistólica y diastólica del VI en todos los pacientes pediátricos en espera de trasplante renal.
2. Conocer la relación entre los hallazgos ecocardiográficos y las variantes en cada paciente que incluyen: HAS, fármacos antihipertensivos, síndrome metabólico, tipo de diálisis.

## **Hipótesis**

La prevalencia de disfunción ventricular izquierda en pacientes pediátricos con insuficiencia renal en espera de trasplante renal es de 48%segun la literatura. La ecocardiografía establece el diagnóstico de disfunción ventricular sistólica y/o diastólica con diferentes técnicas, de manera más precoz con el TVI y strain 2D.

## **Variables**

Se analizaron las siguientes variables: edad, género, índice de masa corporal, presión arterial, depuración de creatinina, hemoglobina, hematocrito, uso de eritropoyetina, albumina, triglicéridos, colesterol total, hormona paratiriodea, tratamiento médico antihipertensivo, tipo de diálisis.

## Parámetros ecocardiográficos a evaluar

- En modo M y Bd: DDVI, DSVI, grosores parietales, índice de masa ventricular, geometría del VI, el grosor relativo parietal del ventrículo izquierdo (GRP), la hipertrofia ventricular izquierda (HVI) concéntrica (HVlc), excéntrica ( HVle) y la remodelación concéntrica del ventrículo izquierdo ( RCVI), el AP y la FE .
- En el Doppler pulsado: en el flujo de la válvula mitral la onda E y onda A, patrón EA mitral, desaceleración de la onda E mitral, los tiempos de relajación isovolumetrica del VI (TRIV), de contracción isovolumetrica del ventrículo izquierdo (TCIV), de eyección aórtico en el Doppler del flujo de salida del VI (TE), y el índice de rendimiento miocárdico (IRM) que proporciona la relación de estos tiempos.
- En el Doppler tisular las ondas Ew, Aw, Sw y la relación entre las ondas E (del Doppler pulsado) y Ew del TVI.
- En el strain 2D se evaluará el porcentaje obtenido del análisis de los cortes apicales mediante el Q análisis.
- Otras mediciones: diámetro del atrio izquierdo al final de la diástole cardiaca.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó valoración de la función ventricular izquierda por ecocardiografía convencional, TDI y strain 2 D a 35 pacientes con Insuficiencia renal crónica en espera de trasplante renal de manera prospectiva del 01 de diciembre del 2008 a 30 de junio del 2009 en el Hospital Infantil de México Federico Gómez.

La valoración ecocardiográfica es parte del protocolo para trasplante renal en nuestra institución, y el estudio de dislipidemias pre-trasplante fue aprobado por el comité de ética institucional. La medición de la presión arterial y el estudio ecocardiografico se realizaron con la cavidad peritoneal sin líquido de diálisis, los estudios de laboratorio se realizaron en el laboratorio central de nuestra institución.

### ***Ecocardiografía***

Se realizó estudio ecocardiográfico con modo M, bidimensional, Doppler pulsado, Doppler tisular y Strain 2D utilizando en todos los casos un equipo General Electric Vivid 7 con transductor matricial 4s y fueron realizados por el cardiólogo responsable del estudio.

Las mediciones de ecocardiografía en modo M y Bd se hicieron de acuerdo a las Guías de la Sociedad Americana de Ecocardiografía. La fracción de acortamiento y fracción de eyección fueron calculadas basándonos en el modo M, así como la masa ventricular izquierda y los índices de masa ventricular izquierda en relación a la superficie corporal (masa VI/SC) y de grosor del VI (IGVI). Se determinó la existencia de hipertrofia ventricular izquierda cuando se encontraba una masa VI > 38g/m<sup>2</sup>SC lo que equivale a un valor por encima de la percentil 95% en la población pediátrica. El IGVI( índice de grosor ventricular izquierdo) evalúa el patrón geométrico del ventrículo izquierdo relacionando los grosores parietales con el diámetro de la cavidad ( IGVI= SIVd+ PPVId/ DDVI) donde se

miden en la porción basal y durante la diástole el septum interventricular (SIVd), la pared posterior del VI (PPVId) y el diámetro de la cavidad (DDVI) el valor normal es menor a 0.41 en el percentil del 95% (p95) de la población . Se determinó existía HVI “concéntrica” cuando el índice de masa VI/SC y el IGVI son ambos mayores a la p95; la HVI excéntrica se considero cuando el índice de masa VI/SC estaba elevado y el IGVI normal y la remodelación concéntrica ventricular izquierda (RCVI) cuando el índice de masa VI/SC fue normal y el IGVI estaba elevado. ( Figura 1).

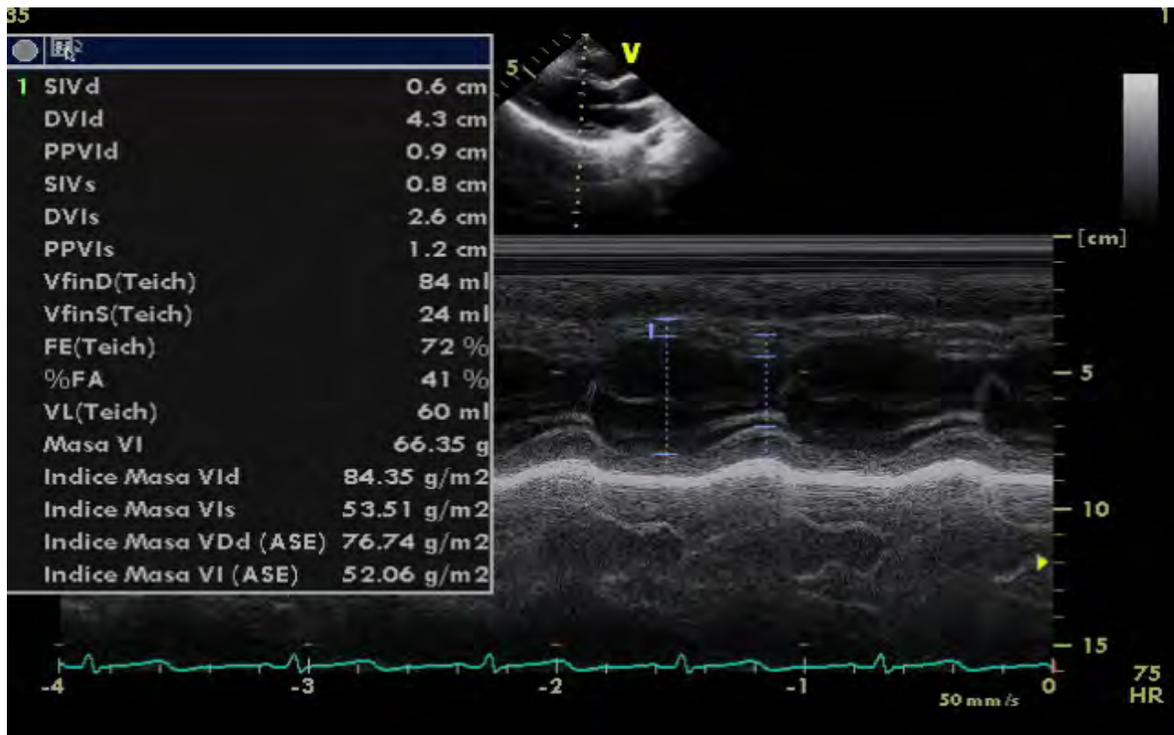


Figura 1 Ecocardiograma Modo M obtenido en eje largo paraesternal, donde se realizan las mediciones de paredes y cavidad del VI y el software del equipo aporta el acortamiento porcentual (FA) la Fe y los índices de masa VI.

Se utilizó el Doppler pulsado en corte cuatro cámaras para evaluar el patrón de llenado ventricular izquierdo a través de la válvula mitral, posicionando el volumen muestra en la zona de apertura distal de ambas valvas, midiendo en el registro obtenido la velocidad máxima de flujo diastólico durante el llenado rápido (onda E), y la velocidad máxima en un segundo pico dado por la contracción auricular (onda A), así como la relación entre ambos picos mediante el índice E/A mitral (Figura 2).

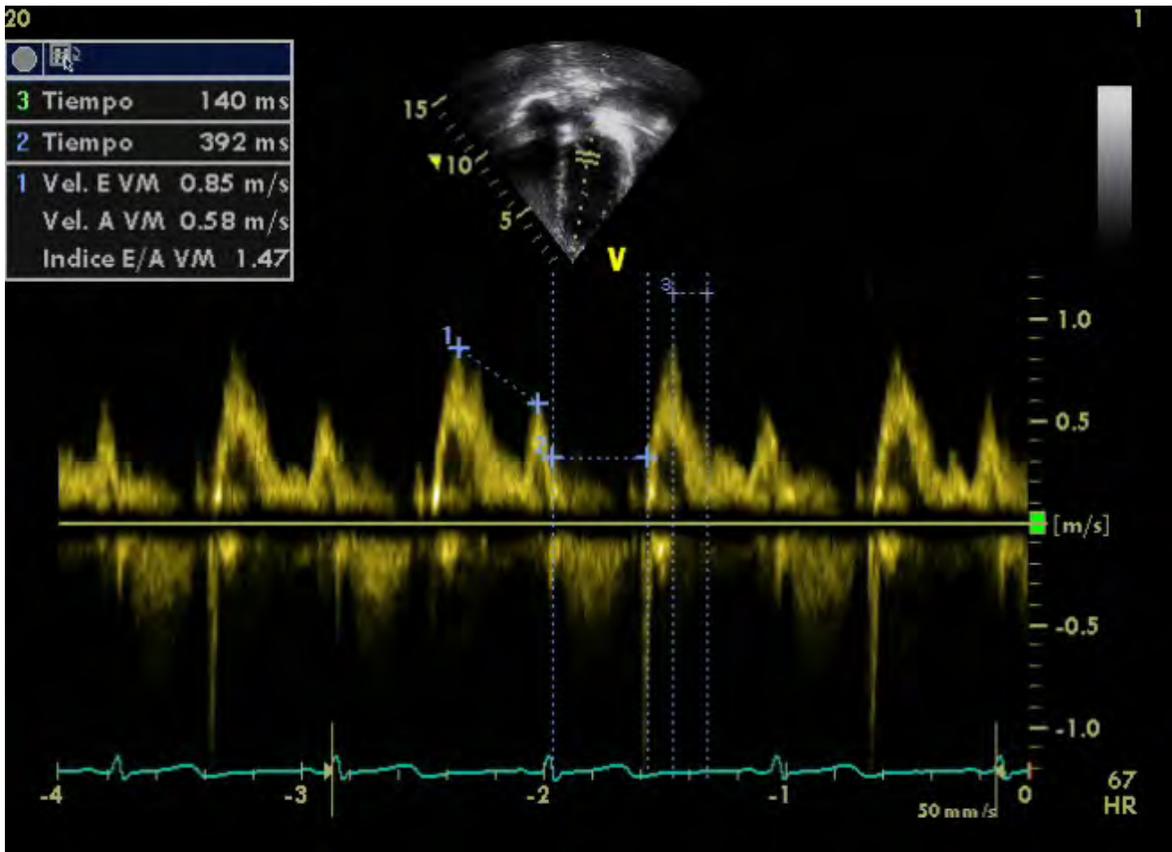


Figura 2. Doppler pulsado en válvula mitral, obtenido en corte de cuatro cámaras apical. En 1 se miden las ondas A y E. En 2 se mide el tiempo entre el cierre y la apertura de la válvula mitral, en 3 el tiempo de desaceleración de la onda E.

El registro del Doppler tisular se obtuvo posicionando el volumen muestra del Doppler pulsado en modo TDI en el margen septal del anillo mitral en un corte apical cuatro cámaras. Se midieron la onda Sw (velocidad sistólica), onda Ew (velocidad miocárdica en la diástole temprana) y la onda Aw (velocidad miocárdica en la diástole tardía durante la contracción atrial). Así mismo se midió el índice Ew/Aw. (Figura 3).

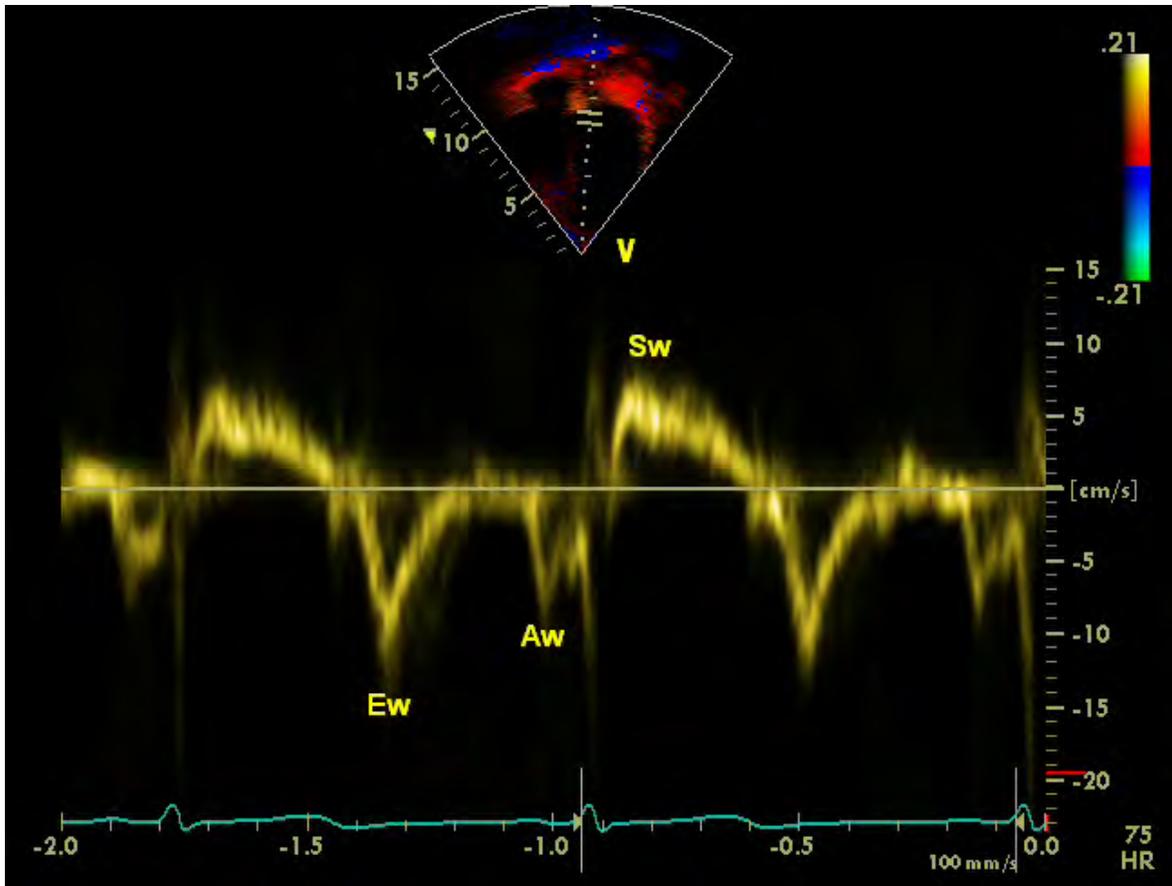


Figura 3. Doppler Tisular (TDI) obtenido en proyección 4 cámaras apical que muestra las ondas Ew, Aw, Sw.

El índice de respuesta ventricular izquierda evalúa la fase de llenado rápido ventricular utilizando el índice de la velocidad pico transmitral (onda E) y la velocidad diastólica temprana anular mitral (E/Ew).

El índice de rendimiento miocárdico (IRM) se obtuvo en el TDI relacionando la suma de los tiempos de contracción isovolumétrica (TCIV) y relajación isovolumétrica (TRIV) con el tiempo de eyección (TE). (Figura 4). El TCIV es el tiempo entre el fin de la onda Aw y el inicio de la Sw, el TRIV es el tiempo entre la onda Sw la Ew del inicio de la diástole, el tiempo de eyección corresponde a la duración de la onda sistólica Sw.

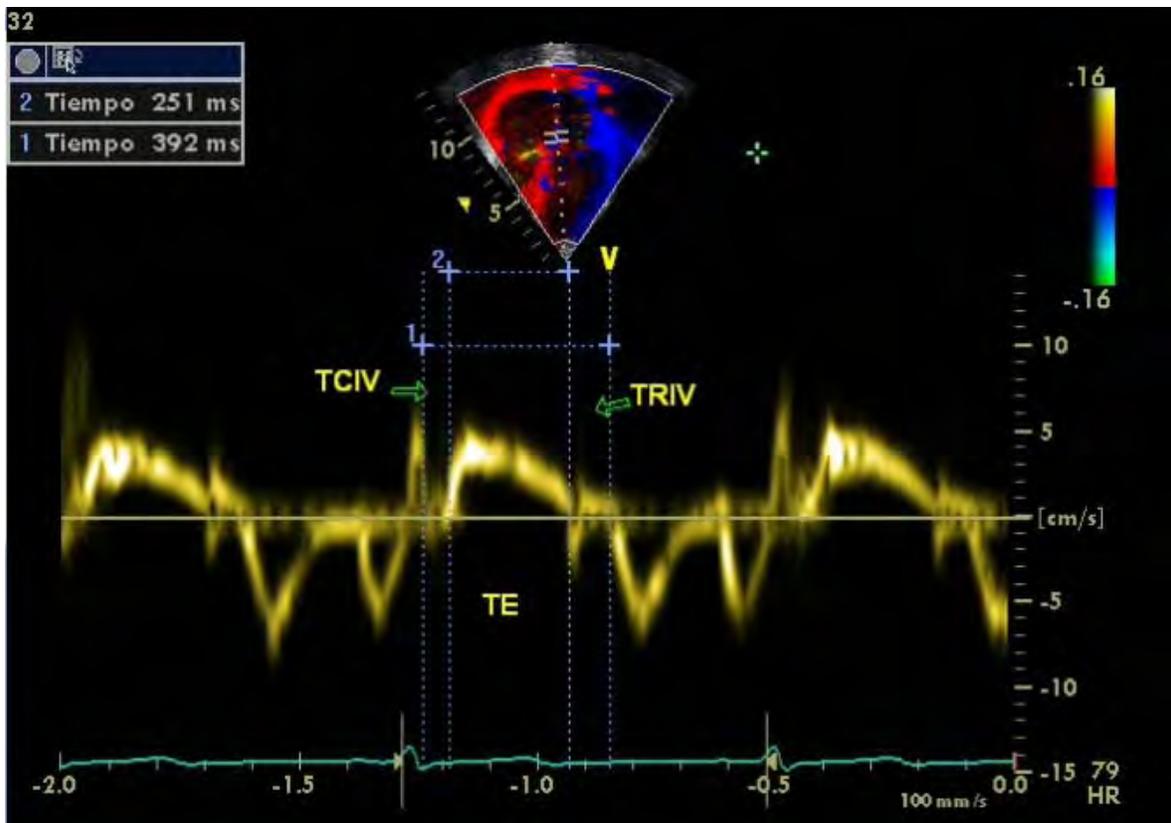


Figura 4. Imagen Doppler Tisular (TDI) proyección 4 cámaras apical.

Para evaluar el 2D strain se adquieren las imágenes apicales de 3 cámaras, 4 cámaras y 2 cámaras y se introducen en el análisis AFI (*automated functional imaging* por sus siglas en inglés), se coloca el lector de la huella miocárdica (*kernel*) en los puntos basales y ápex del VI y se pide la validación por el equipo. Una vez confirmada la correcta lectura a lo largo de todo el miocardio el equipo comienza a hacer el seguimiento del *kernel* durante la contracción cardíaca y nos proporciona el strain sistólico pico de cada segmento explorado, que se representa en una imagen paramétrica de cada corte apical explorado, y en forma global mediante un círculo (*bull eye*) con un mapa de los 17 segmentos miocárdicos explorados, se expresa en %.(Figuras 5 y 6).

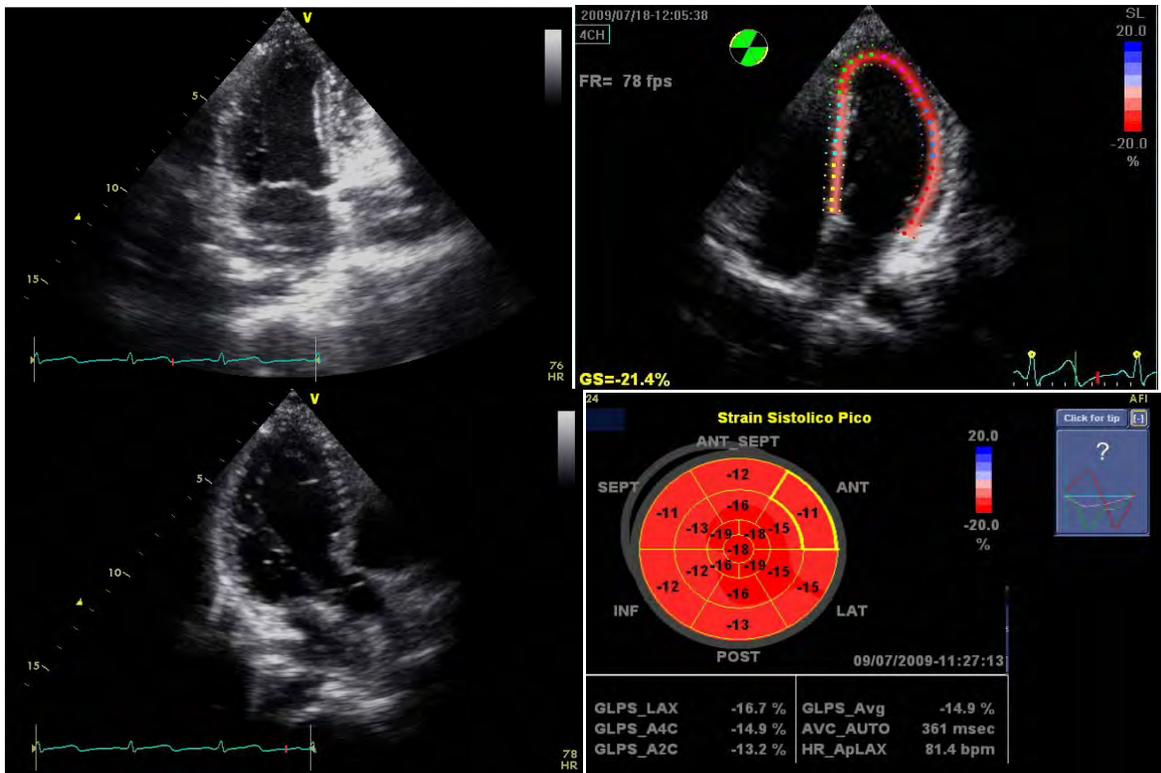


Figura 5.- Análisis de Strain 2D en proyecciones 2 cámaras, 4 cámaras y 3 cámaras apical, Resultado de Strain sistólico pico Global VI.

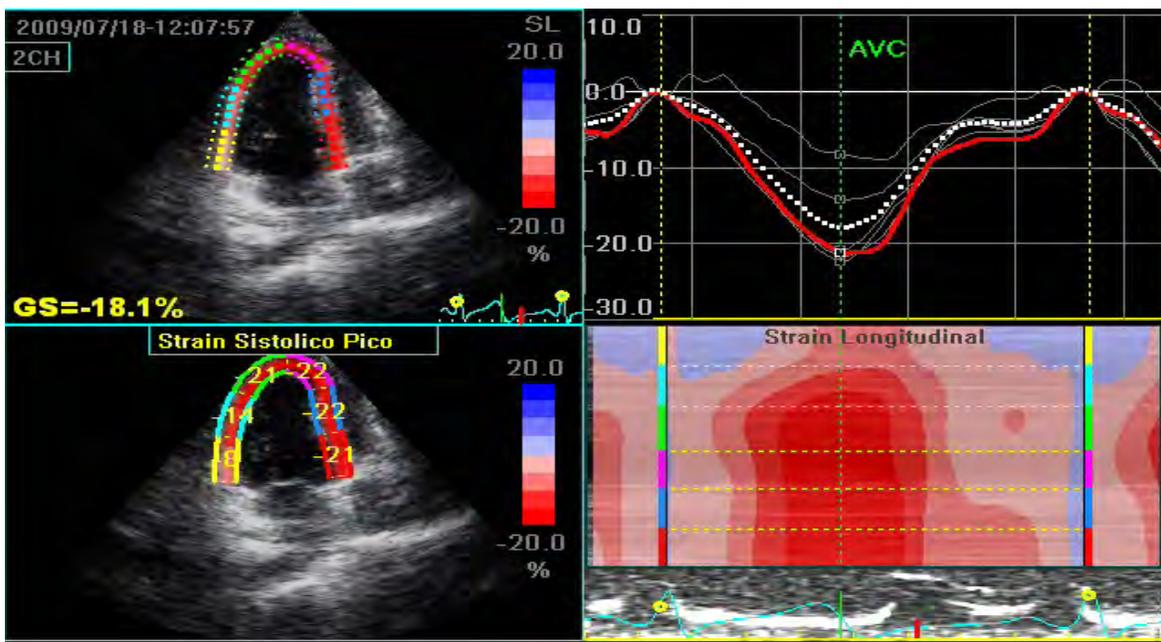


Figura 6. Análisis de Strain 2 D en Q-lab.

## MEDICION DE LA PRESIÓN ARTERIAL

La presión arterial sistémica fue medida antes de realizar estudio ecocardiográfico en posición sentado usando un baumanómetro de mercurio y brazalete adecuados para el paciente.

## ANALISIS ESTADÍSTICO

Los resultados se analizaron usando el programa Prism 5 para Mac OSX, la estadística descriptiva se presentan en porcentajes, medianas, medias y derivación estándar, el análisis para comparación de resultados con los valores de referencia se realizó utilizando t de Student y test de Mann-Whitney, el grado de asociación entre niveles séricos de hemoglobina e hipertrofia ventricular izquierda fue determinado usando la correlación de coeficiente de Pearson. Los valores de  $p < 0.05$  se consideró como estadísticamente significativo.

## RESULTADOS

Veintiún pacientes fueron varones (60%) y 14 mujeres (40%), con una mediana de edad de 14.9 años, (rango de 3.4-18 años). Veintitrés pacientes recibían tratamiento dialítico con modalidad peritoneal (65.7%), once pacientes (31.4%) estaban en programa de hemodiálisis y un paciente (2.8%) no recibía tratamiento dialítico, pero estaba en espera de trasplante anticipado (pre-diálisis) (ver Tabla 1).

Tabla 1. Demografía de pacientes urémicos con y sin hipertrofia de ventrículo izquierdo (HVI)

<b>Parámetros</b>	<b>TODOS</b>	<b>Con HVI</b>	<b>Sin HVI</b>
	<b>n = 35</b>	<b>n=30</b>	<b>n=5</b>
<b>Edad en años (mediana, percentil 25 y 75)</b>	14.9 (12.1,16)	14.8 (12.1,16)	15 (3.7,15.8)
<b>Género ( n, %)</b>			
Masculino	21 (60)	18 (60)	4 (80)
Femenino	14 (40)	12 (40)	1 (20)
<b>Modalidad de diálisis(n,%)</b>			
Diálisis peritoneal continua ambulatoria	23 (65.7)	18 (60)	5 (100)
Hemodiálisis	11 (31.4)	11 (36.6)	
Prediálisis	1 (2.8)	1 (3.3)	
Tiempo de diálisis(meses)	10.7 ± 9.6	10.6 ± 10	11.4 ± 7
Hipertensión Arterial (n,%)	18 (51.4)	20 (66.6)	1 (20)

Las características clínicas y los resultados de laboratorio se muestran en las tablas 1-2. Veintiún pacientes (60%) se encontraron con hipertensión arterial sistémica, todos ellos recibían tratamiento antihipertensivo, doce pacientes recibían un hipotensor, siete recibían dos hipotensores y dos pacientes recibían tres hipotensores. Según el tipo de medicamento utilizado para controlar la presión arterial siete recibían inhibidores de enzima convertasa, cuatro recibían IAT II, cuatro recibían  $\alpha$ -bloqueadores, dos recibían  $\beta$ -bloqueadores y once calcio antagonistas.

No hubo correlación de la HVI con los parámetros de laboratorio como son albumina, colesterol, triglicéridos, ácido úrico, y depuración de creatinina, solo encontramos relación con el nivel de hemoglobina sérica, siendo significativamente menor en pacientes con HVI (Tabla 2).

TABLA 2.- PARAMETROS BIOQUIMICOS EN PACIENTES UREMICOS CON Y SIN HIPERTROFIA DE VENTRICULO IZQUIERDO (HVI). Los valores se muestran como promedio y desviación estándar excepto la depuración de creatinina (mediana y percentil 25, 75).

<b>Parámetro</b>	<b>Todos n=35</b>	<b>Con HVI n=30</b>	<b>Sin HVI n=5</b>	<b>Valor p*</b>
Hemoglobina (g/dL)	10.42 ± 2.4	10.42 ± 2.45	12.38 ± 1.76	0.05
Hematocrito (%)	31.5 ± 7.2	30.7 ± 7.25	36.34 ± 5.08	0.06
Albúmina (g/dL)	3.28 ± 0.57	3.24 ± 0.60	3.5 ± 0.27	0.36
Triglicéridos (mg/dL)	169.4 ± 70.93	187.4 ± 118.6	166.4 ± 62.3	0.90
Colesterol (mg/dL)	194.4 ± 45.2	196 ± 46	182.4 ± 37	0.55
Acido úrico (mg/dL)	6.86 ± 2.5	7.09 ± 2.57	5.48 ± 1.32	0.15
Depuración de Creatinina (mL/min/1.73m <sup>2</sup> )	8.6 (6.75,12.5)	7.85 (6.74,12.8)	10.3 (8.9,11.65)	0.32

\* Se utilizó la prueba de Mann Whitney para comparar pacientes sin HVI y pacientes con HVI

Todos los parámetros ecocardiográficos de los pacientes urémicos con HVI y sin HVI se describen en la tabla 3.

Tabla 3.-Parámetros ecocardiográficos en 35 pacientes urémicos con y sin hipertrofia de ventrículo izquierdo (HVI)

<b>Parámetro</b>	<b>Todos</b>	<b>Con HVI</b>	<b>Sin HVI</b>	<b>Valor p</b>
	<b>n = 35</b>	<b>n=30</b>	<b>n=5</b>	
DDVI (mm)Mediana (percentil 25 <sup>th</sup> ,75 <sup>th</sup> )	45 (43,51)	46 (44,55)	36 (35.5,48.5)	0.053
DSVI (mm)Mediana (percentil 25 <sup>th</sup> ,75 <sup>th</sup> )	30 (26,35)	31 (26,35.25)	22 (20.5,32.5)	0.059
<b>Estructura VI</b>				
Masa VI/SC(g/m <sup>2</sup> ) (promedio, ± DS)	95.45 52.64	± 106.2 49.14	± 31.5 ± 4.43	0.0019
HVI Mediana (percentil 25 <sup>th</sup> ,75 <sup>th</sup> )	30 (85.7)			
GRVI (promedio, ± DS)	0.33 ± 0.09	0.34 ± 0.08	0.22 ± 0.09	0.006
<b>Geometría VI</b>				
<b>n(%)</b>				
Normal	5 (14.2)			
HVI c	14 (46.6)			
HVIe	16 (53.3)			
<b>RCVI</b>	1 (2.8)			
<b>Función</b>				

---

**Diastólica VI**

E (m/s) (promedio, ± DS)	0.99 ± 0.22	0.99 ± 0.21	1.0 ± 0.34	0.90
A(m/s) Mediana (percentil 25 <sup>th</sup> ,75 <sup>th</sup> )	0.59 (0.49,0.75)	0.59 (0.48,0.75)	0.59 (0.49,0.78)	0.92
E/A (promedio, ± DS)	1.67 ± 0.57	1.68 ± 0.60	1.62 ± 0.35	0.81
Ew(cm/s) (promedio, ± DS)	10.4 ± 3.46	10.17 ± 3.52	11.08 ± 3.03	0.33
Aw(cm/s) Mediana (percentil 25 <sup>th</sup> ,75 <sup>th</sup> )	6 (6,7)	6 (4.75,7)	7 (7,8)	0.043
Ew/Aw (promedio, ± DS)	1.72 ± 0.54	1.75 ± 0.57	1.57 ± 0.54	0.51
E/Ew Mediana (percentil 25 <sup>th</sup> ,75 <sup>th</sup> )	9.6 (6.6,13.2)	9.9 (6.9,13.48)	8.2 (5.45,13.3)	0.43
Función sistólica				
Sw(cm/s) (promedio, ± DS)	6.68 ± 1.95	6.6 ± 2.06	7.2 ± 1.09	0.34
FA (%)	34 (32,38)	34 (32,38)	38 (33,43.5)	0.18

---

DDVI diámetro diastólico ventrículo izquierdo al fin de la diástole, DSVI diámetro sistólico ventrículo izquierdo al final de la sístole, FA fracción de acortamiento. E velocidad de flujo pico diastólico temprano, A velocidad pico de flujo mitral, E/A índice de E/A, Ew velocidad miocárdica diastólica temprana, Aw velocidad miocárdica diastólica tardía, Ew/Aw índice de Ew/Aw, E/w índice de E/Ew, Sw velocidad sistólica, GRVI grosor relativo pared ventrículo izquierdo.

El valor promedio de masa VI/SC fue  $95.45 \pm 52.64$ , se encontró que 30 pacientes tenían HVI (85.7%), de los cuales 14 (46.6%) cursan con HVI concéntrica y 16 (44.4%) tienen HVI excéntrica, solamente un paciente tuvo remodelación concéntrica (3.3%). (Tabla 3).

Veinte pacientes (83.3%) con presión arterial elevada y que recibían tratamiento antihipertensivo tenían HVI y 10 (71.4%) de los pacientes sin hipertensión también tenían HVI (Tabla 1).

Se compararon los valores obtenidos en nuestro estudio con los valores ecocardiográficos normales en pacientes pediátricos sanos del artículo de referencia (Pediatric Nephrology (2008) 23: 779-785. (Tabla 4).

Tabla 4. Comparación de los valores obtenidos en 35 niños urémicos con controles sanos (2008) 23: 779-785

<b>Parámetro</b>	<b>Todos n = 35</b>	<b>Controles n=25</b>	<b>Valor de P</b>
DDVI (mm) (promedio, $\pm$ DS)	$46.71 \pm 7.51$	$44.04 \pm 4.10$	0.11
DSVI (mm) (mediana, Percentil (75, 25)	30 (26,35)	$27.81 \pm 3.6$	0.032
Estructura VI			
Masa VI/SC(g/m <sup>2</sup> ) (promedio, $\pm$ DS)	$95.45 \pm 52.64$	$28.43 \pm 4.79$	0.0001
HVI (n/%)	30 (85.7)	0	

---

GRVI (promedio, $\pm$ DS)	$0.33 \pm 0.09$	$0.32 \pm 0.04$	0.68
Geometría VI n(%)			
Normal	5 (14.2)		
HVI c	14 (46.6)	0	
HVIe	16 (53.3)	0	
RCVI	1 (2.8)	0	
Función Diastólica VI			
E (m/s) (promedio, $\pm$ DS)	$0.99 \pm 0.22$	$.9493 \pm .13$	0.41
A(m/s) (mediana, Percentil 75,25)	0.59 (0.49,0.75)	$.6258 \pm .10$	0.67
E/A(promedio, $\pm$ DS)	$1.67 \pm 0.57$	$1.54 \pm 0.1$	0.26
Ew(cm/s) (promedio, $\pm$ DS)	$10.4 \pm 3.46$	$17.44 \pm 2.49$	0.0001
Aw(cm/s) (mediana, Percentil (75, 25))	6 (6,7)	$6.62 \pm 1.23$	0.46
Ew/Aw (cm/s) (promedio, $\pm$ DS)	$1.72 \pm 0.54$	$2.71 \pm 0.58$	0.0001
E/Ew (cm/s) (mediana, Percentil (75, 25))	9.6 (6.6,13.2)	$5.52 \pm 0.92$	0.0001
Función sistólica			

---

FA (%) (mediana, Percentil (75, 25)	34(32,38)	36.95 ± 3.63	0.04
Sw(cm/s(promedio, DS)	± 6.68 ± 1.95	8.62 ± 1.63	0.0001

Los pacientes urémicos de nuestro estudio tuvieron una MasaVI/SC muy elevada comparada con los pacientes sanos de referencia (p=0.0001).

### DISFUNCIÓN DIASTÓLICA

En lo que respecta a la función diastólica evaluada por Doppler pulsado y Doppler tisular las alteraciones más significativas se encontraron en el Doppler tisular reducción de la onda Ew 31 pacientes (88.57%, el índice Ew/Aw se encontró disminuido en el 88% de los pacientes, de ahí que la relación entre Doppler pulsado y Doppler tisular en el índice E/Ew estaba elevada en 27 pacientes (77.1%) en comparación con los valores de referencia, con un alto valor estadístico (p<0.0001).

Los resultados obtenidos en el estudio de la función diastólica arriba mencionados no tuvo cambios significativos entre los grupos de pacientes con HVI y sin HVI.

En presencia de HVI el índice Ew/Aw fue menor a los parámetros normales en 23 casos (65.7%), y el índice E/Ew mayor que los valores normales de referencia en 25 pacientes (71.4%).

De 14 los pacientes con HVI concéntrica el 71.4% tuvo índice Ew/Aw por debajo del parámetro normal y 13 pacientes tuvieron el índice E/Ew se encontró por arriba del valor normal en 92.8%. En los pacientes con HVI excéntrica los

índices Ew/Aw y E/Ew estaban alterados en 13 pacientes (81.2%), sin diferencia significativa entre los dos tipos de hipertrofia (Figura 7).

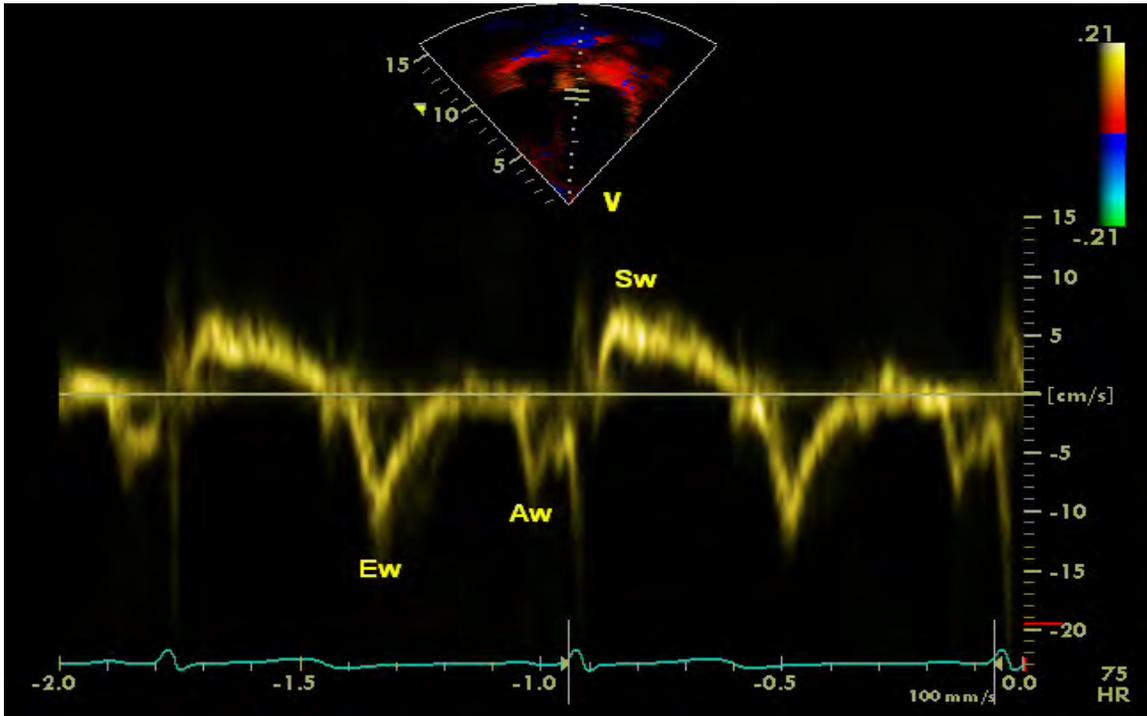


Figura 7. Imagen Doppler Tisular (TDI) mostrando ondas diastólicas Ew, Aw y la sistólica Sw.

## FUNCION SISTOLICA

La relación del Strain 2D con los resultados de la FA y la Fracción de Eyección del VI tuvo una excelente correlación ( $p=0.0001$ ) como se ha reportado en la literatura. (Figura 8). Se encontró disfunción sistólica en 12 pacientes (34.28%) por disminución de la FA. En 11 había disfunción diastólica concomitante, con reducción del índice Ew/Aw. En el 75% de los casos la onda Sw del Doppler tisular estaba reducida.

En el grupo de pacientes con disfunción sistólica había 9 pacientes (75%) con HVI excéntrica y 3 pacientes (25%) con HVI concéntrica.

El mayor porcentaje de pacientes con disfunción sistólica ocurrió en el grupo de HVI excéntrica (64.2%) del total de pacientes con este tipo de hipertrofia, en comparación con (18.7%) del grupo de pacientes con HVI concéntrica.

## INDICE DE RENDIMIENTO MIOCÁRDICO

El IRM obtenido por Doppler tisular en los pacientes con insuficiencia Renal crónica se encontró normal en 25 pacientes (71.42%) comparado con los valores normales de referencia, elevado en el 20% y reducido solo en 1 caso.

Los tiempos evaluados para obtener el IRM por TDI se muestran en la (Tabla 5). Solamente el TE se observó con ligera diferencia entre pacientes con y sin HVI, ligeramente más prolongado en los que no tienen HVI.

Tabla 5.- Intervalos de tiempo e Índice de Rendimiento Miocardico obtenidos por TDI (Doppler Tisular).

<b>Parámetros</b>	<b>Todos n=35</b>	<b>Con n=30</b>	<b>HVI Sin HVI n=5</b>	<b>Controle s n=25</b>	<b>Valor p</b>
TCIV(ms) ) (mediana, Percentil (75 <sup>th</sup> , 25 <sup>th</sup> )	55 (48,63)	53.5 (44,60)	63 (53,63)	54.6 ± 19.6	0.27
TRIV (ms) ) (mediana, Percentil (75 <sup>th</sup> , 25 <sup>th</sup> )	63 (55,74)	65 (54.25,74)	63 (59,91)	64.69 ± 18.68	0.68
TE(ms) (promedio, ± DS)	265.8 ± 39.44	± 268.3 ± 23.13	± 300 ± 44.43	± 276.48 ± 25.58	0.034
IRM (TDI) ) (mediana, Percentil (75 <sup>th</sup> , 25 <sup>th</sup> )	0.45 (0.38,0.53)	0.45 (0.39,0.53)	0.40 (0.39,0. 57)	0.43 ± 0.09	0.57

TCIV= tiempo de contracción isovolumetrica, TRIV=tiempo de relajación isovolumétrica, TE tiempo de eyección, IRM (TDI)= índice de rendimiento miocardico obtenido por Doppler tisular.

El 20% tenían elevación del IRM, de éstos 7 pacientes, en seis (85.7%) había disfunción sistólica (FA) y diastólica (Ew/Aw).

Del total de pacientes con disfunción sistólica el 50% tenían elevación del IRM.

Se comparo el valor del Strain 2D con la FE ya que no contamos con valores normales.

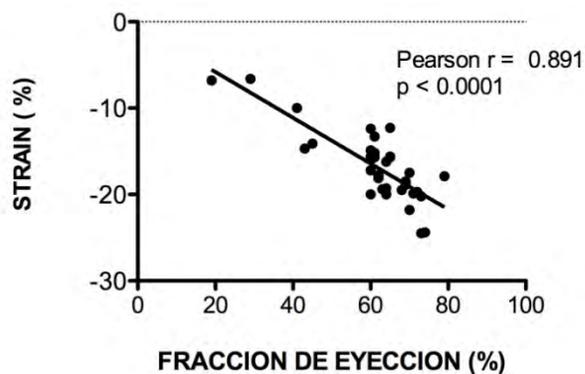


Figura 8. Relación de Strain 2D con fracción de eyección del ventrículo izquierdo.

Se encontró que hubo predominio de pacientes con hipertrofia ventricular izquierda y menor cantidad de hemoglobina sérica en relación con los pacientes sin hipertrofia ventricular izquierda que tuvieron mayor cantidad de hemoglobina sérica (p=0.05). (Figura 9),

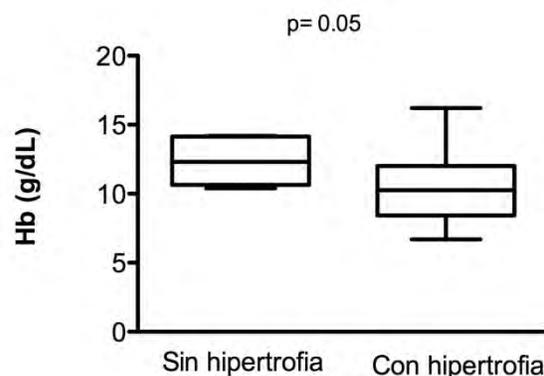


Figura 9. Relación de pacientes con HVI de acuerdo a niveles de hemoglobina sérica (Hb).

## DISCUSIÓN

Las alteraciones a nivel cardiaco en pacientes con IRC han sido evaluadas por ecocardiografía bidimensional, Doppler pulsado y tisular en la población adulta y ampliamente documentadas en la literatura, no así en la población pediátrica, lo que es motivo del presente estudio, incluyendo además la técnica del strain 2D. La hipertrofia ventricular izquierda evaluada por ecocardiografía tuvo una correlación significativa con la elevación del índice masa VI/SC ( $p=0.0001$ ).

La HVI concéntrica a menudo ocurre en presencia de aumento de la postcarga, por HAS, lo que da lugar a un ventrículo rígido, que dificulta el llenado en la diástole. La HVI excéntrica se debe probablemente a un incremento de volumen en estos pacientes. Algunos estudios encontraron que la HVI concéntrica aparece más frecuentemente en pacientes prediálisis y la HVI excéntrica es más frecuente en pacientes con IRC en diálisis (1,32). En nuestro estudio la HVI estuvo presente en todos los pacientes con HAS y en 58.8% de los pacientes sin HVI, lo que demuestra la etiología mixta de la HVI en estos pacientes, por sobrecarga de presión en presencia de HAS y/o por sobrecarga de volumen.

Matteucci y colaboradores (15) observaron HVI concéntrica en 50% de todos los niños con IRC leve a moderada. Mitsnefes y cols. (20) reportaron los resultados ecocardiográficos de 17 pacientes que llevaban al menos 2 años en diálisis y tuvieron 3 ecocardiogramas consecutivos: 1 al inicio de la diálisis, y al primer y segundo años de terapia con diálisis. No hubo cambios en la geometría ventricular, el grado de HVI concéntrica aumentó lo que sugiere mal control de la presión arterial sistémica en estos pacientes, y no hubo cambios en los pacientes con HVI excéntrica. En nuestra casuística tuvimos 14 pacientes con HVI concéntrica y 16 pacientes con HVI excéntrica similar a lo reportado por Matteucci y cols.

T. Ucar y colaboradores reportan HVI en el 76% que se correlacionaba con las cifras de presión sistólica y diastólica. La mayoría de sus pacientes tuvieron HVI concéntrica (56%) y remodelación concéntrica (16%). En nuestro estudio que tuvimos predominio de HVI excéntrica (53.3%) y 2.8% de pacientes con remodelación ventricular izquierda, lo que probablemente se debe a que los pacientes hipertensos de nuestro estudio se encuentran con la TA controlada adecuadamente.

La hipertrofia ventricular es un mecanismo compensatorio a la sobrecarga de presión y volumen que ocurre en los pacientes con insuficiencia renal crónica, para aumentar la fuerza contráctil del VI y mantener el gasto cardiaco. Sin embargo a medida que la enfermedad progresa, los cambios estructurales se desvían hacia la formación de fibrosis, lo que da lugar a una hipertrofia inadecuada pues la contractilidad deja de tener la efectividad necesaria para mantener el gasto cardiaco. Esto da lugar en un principio a disfunción diastólica y posteriormente a disfunción sistólica. La identificación temprana de estos cambios es importante para el tratamiento precoz de los factores de riesgo como es la hipertensión arterial y el manejo adecuado de líquidos.

La rigidez ventricular secundaria a la HVI da lugar a disfunción diastólica con reducción del llenado rápido y aumento del llenado activo por contracción auricular, lo que se refleja en la disminución de la onda E y/o aumento de la onda A con resultado de una disminución del índice E/A. T. Ucar y cols. Reportaron aumento de la onda A y alteración de el índice E/A lo cual se atribuye al incremento de la precarga por el estado hipervolemico de los pacientes con IRC. Estos resultados no coinciden con los nuestros, no hubo cambios significativos en la evaluación por Doppler pulsado de las ondas E, A y el índice E/A.

En nuestro estudio los cambios más significativos en el estudio de la función diastólica se observaron con el TDI y fueron el aumento de la onda Ew, disminución del índice Ew/Aw, y aumento del índice E/Ew en comparación con los valores normales de referencia. No hubo diferencia significativa en el hallazgo de disfunción diastólica entre los pacientes con y sin hipertrofia ventricular izquierda, si bien el grupo de pacientes sin HVI es demasiado pequeño para obtener resultados comparativos concluyentes. Tampoco hubo diferencias significativas entre los dos grupos con HVI concéntrica y excéntrica.

Algunos estudios han demostrado que muchos niños con IRC que desarrollan HVI tienen disfunción ventricular izquierda subclínica. Chinali y cols. (29) valoraron la función sistólica midiendo la fracción de acortamiento y demostraron la prevalencia de disfunción sistólica subclínica, 5 veces mayor en pacientes con IRC que en controles normales, también relacionados con la existencia de disfunción diastólica asociada a HVI concéntrica.

En nuestro estudio la función sistólica ventricular izquierda se encontró afectada con una disminución de la FA en 12 pacientes (34.2%) y solo en uno de éstos pacientes había datos clínicos de insuficiencia cardíaca. La disfunción diastólica evaluada por Doppler tisular estuvo presente en once de los doce pacientes con disfunción sistólica.

Se observó mayor incidencia de disfunción sistólica en el grupo de HVI del tipo excéntrica (64.2%) en comparación con el grupo de HVI concéntrica (18.7%) la alteración de la función sistólica en la mayoría de estos pacientes se debe probablemente a una sobrecarga de volumen más que a una sobrecarga de presión, ya que en nuestra casuística los pacientes tienen control adecuado de la presión arterial, y debe tenerse mucha precaución con el manejo de líquidos para evitar la sobrecarga de volumen.

De este grupo de pacientes con FA reducida el 66.6% tenían disminución de la onda Sw en el registro del TDI, que es otro parámetro de función sistólica, que estuvo reducido en el 48.5% del total de pacientes. Estudios evolutivos de larga duración podrán darnos más información de éste parámetro e indicarnos su valor pronóstico.

El índice de rendimiento miocárdico es un parámetro relativamente nuevo para valorar la función global, sistólica y diastólica del ventrículo izquierdo. De hecho con frecuencia ocurre que la disfunción sistólica se acompaña de disfunción diastólica. En nuestra casuística en el 91.6% de los casos con disfunción sistólica había disfunción diastólica concomitante.

Tei y Cols (6,23) mostraron que el IRM puede detectar los cambios de la función sistólica y diastólica ventricular izquierda, significativamente correlacionado con los resultados de cateterismo.

Tradicionalmente el IRM se calcula usando Doppler pulsado en el flujo mitral, sin embargo hay algunas limitaciones de este método, por ejemplo: las mediciones de IRM usando Doppler convencional usualmente requiere tomar de forma separada un registro del flujo mitral y otro del tracto de salida ventricular izquierdo, por lo que se necesita hacer un valor promedio de varios ciclos cardiacos para el cálculo del IRM (12,14). En estudios previos se documentan variaciones en la frecuencia cardiaca hasta del 10% durante la medición el IRM por Doppler pulsado, por lo que el resultado era probablemente menos confiable. (25). Las medida de los intervalos de tiempo en las curvas de velocidad registradas en el anillo mitral por Doppler se obtienen en un mismo ciclo cardiaco, lo que da mayor exactitud en el resultado para evaluar la existencia de disfunción diastólica (12,26).

En un estudio recientemente publicado por Ozdemir y cols (27) se analiza el efecto de la hemodiálisis en pacientes adultos con IRC, en el IRM del VI, teniendo en cuenta los cambios de volumen y de frecuencia cardíaca demuestran que los resultados del IRM medido por Doppler pulsado se veían afectados por cambios en la precarga y en la frecuencia cardíaca, no así el IRM medido por TDI.

Mitsnefes y cols. (30) demostraron que los niños con IRC tenían incrementada la masa ventricular izquierda y el IRM en reposo, pero disminuía su reserva contráctil durante el ejercicio lo que se reflejaba en una disminución del IRM.

En nuestro estudio, realizado en reposo, no se aprecian los mismos resultados, hay aumento de masa muscular pero solo se observó elevado el IRM en el 20% de los casos, fue normal en el 71% y reducido en 2.8%. En la mayoría (85.7%) de los casos que encontramos elevación del IRM tenían disfunción sistólica y diastólica, pero solamente se encontró elevado el IRM en el 50% del total de pacientes con disfunción sistólica. Consideramos que el aumento de IRM en reposo está relacionado más específicamente con la disfunción sistólica. Por otro lado en este grupo de pacientes con disfunción sistólica por disminución de la FA, la relación entre los pacientes con IRM elevado y disminución de la onda Sw al Doppler tisular se estableció en el 75% de los pacientes, lo que abre más expectativas de la utilidad del Doppler tisular en la evaluación de la función sistólica en futuros estudios.

## DISCUSIÓN

Las alteraciones a nivel cardiaco en pacientes con IRC han sido evaluadas por ecocardiografía bidimensional, Doppler pulsado y tisular en la población adulta y ampliamente documentadas en la literatura, no así en la población pediátrica, lo que es motivo del presente estudio, incluyendo además la técnica del strain 2D. La hipertrofia ventricular izquierda evaluada por ecocardiografía tuvo una correlación significativa con la elevación del índice masa VI/SC ( $p=0.0001$ ).

La HVI concéntrica a menudo ocurre en presencia de aumento de la postcarga, por HAS, lo que da lugar a un ventrículo rígido, que dificulta el llenado en la diástole. La HVI excéntrica se debe probablemente a un incremento de volumen en estos pacientes. Algunos estudios encontraron que la HVI concéntrica aparece más frecuentemente en pacientes prediálisis y la HVI excéntrica es más frecuente en pacientes con IRC en diálisis (1,32). En nuestro estudio la HVI estuvo presente en todos los pacientes con HAS y en 58.8% de los pacientes sin HVI, lo que demuestra la etiología mixta de la HVI en estos pacientes, por sobrecarga de presión en presencia de HAS y/o por sobrecarga de volumen.

Matteucci y colaboradores (15) observaron HVI concéntrica en 50% de todos los niños con IRC leve a moderada. Mitsnefes y cols. (20) reportaron los resultados ecocardiográficos de 17 pacientes que llevaban al menos 2 años en diálisis y tuvieron 3 ecocardiogramas consecutivos: 1 al inicio de la diálisis, y al primer y segundo años de terapia con diálisis. No hubo cambios en la geometría ventricular, el grado de HVI concéntrica aumentó lo que sugiere mal control de la presión arterial sistémica en estos pacientes, y no hubo cambios en los pacientes con HVI excéntrica. En nuestra casuística tuvimos 14 pacientes con HVI concéntrica y 16 pacientes con HVI excéntrica similar a lo reportado por Matteucci y cols.

T. Ucar y colaboradores reportan HVI en el 76% que se correlacionaba con las cifras de presión sistólica y diastólica. La mayoría de sus pacientes tuvieron HVI concéntrica (56%) y remodelación concéntrica (16%). En nuestro estudio que tuvimos predominio de HVI excéntrica (53.3%) y 2.8% de pacientes con remodelación ventricular izquierda, lo que probablemente se debe a que los pacientes hipertensos de nuestro estudio se encuentran con la TA controlada adecuadamente.

La hipertrofia ventricular es un mecanismo compensatorio a la sobrecarga de presión y volumen que ocurre en los pacientes con insuficiencia renal crónica, para aumentar la fuerza contráctil del VI y mantener el gasto cardiaco. Sin embargo a medida que la enfermedad progresa, los cambios estructurales se desvían hacia la formación de fibrosis, lo que da lugar a una hipertrofia inadecuada pues la contractilidad deja de tener la efectividad necesaria para mantener el gasto cardiaco. Esto da lugar en un principio a disfunción diastólica y posteriormente a disfunción sistólica. La identificación temprana de estos cambios es importante para el tratamiento precoz de los factores de riesgo como es la hipertensión arterial y el manejo adecuado de líquidos.

La rigidez ventricular secundaria a la HVI da lugar a disfunción diastólica con reducción del llenado rápido y aumento del llenado activo por contracción auricular, lo que se refleja en la disminución de la onda E y/o aumento de la onda A con resultado de una disminución del índice E/A. T. Ucar y cols. Reportaron aumento de la onda A y alteración de el índice E/A lo cual se atribuye al incremento de la precarga por el estado hipervolemico de los pacientes con IRC. Estos resultados no coinciden con los nuestros, no hubo cambios significativos en la evaluación por Doppler pulsado de las ondas E, A y el índice E/A.

En nuestro estudio los cambios más significativos en el estudio de la función diastólica se observaron con el TDI y fueron el aumento de la onda Ew, disminución del índice Ew/Aw, y aumento del índice E/Ew en comparación con los valores normales de referencia. No hubo diferencia significativa en el hallazgo de disfunción diastólica entre los pacientes con y sin hipertrofia ventricular izquierda, si bien el grupo de pacientes sin HVI es demasiado pequeño para obtener resultados comparativos concluyentes. Tampoco hubo diferencias significativas entre los dos grupos con HVI concéntrica y excéntrica.

Algunos estudios han demostrado que muchos niños con IRC que desarrollan HVI tienen disfunción ventricular izquierda subclínica. Chinali y cols. (29) valoraron la función sistólica midiendo la fracción de acortamiento y demostraron la prevalencia de disfunción sistólica subclínica, 5 veces mayor en pacientes con IRC que en controles normales, también relacionados con la existencia de disfunción diastólica asociada a HVI concéntrica.

En nuestro estudio la función sistólica ventricular izquierda se encontró afectada con una disminución de la FA en 12 pacientes (34.2%) y solo en uno de éstos pacientes había datos clínicos de insuficiencia cardíaca. La disfunción diastólica evaluada por Doppler tisular estuvo presente en once de los doce pacientes con disfunción sistólica.

Se observó mayor incidencia de disfunción sistólica en el grupo de HVI del tipo excéntrica (64.2%) en comparación con el grupo de HVI concéntrica (18.7%) la alteración de la función sistólica en la mayoría de estos pacientes se debe probablemente a una sobrecarga de volumen más que a una sobrecarga de presión, ya que en nuestra casuística los pacientes tienen control adecuado de la presión arterial, y debe tenerse mucha precaución con el manejo de líquidos para evitar la sobrecarga de volumen.

De este grupo de pacientes con FA reducida el 66.6% tenían disminución de la onda Sw en el registro del TDI, que es otro parámetro de función sistólica, que estuvo reducido en el 48.5% del total de pacientes. Estudios evolutivos de larga duración podrán darnos más información de éste parámetro e indicarnos su valor pronóstico.

El índice de rendimiento miocárdico es un parámetro relativamente nuevo para valorar la función global, sistólica y diastólica del ventrículo izquierdo. De hecho con frecuencia ocurre que la disfunción sistólica se acompaña de disfunción diastólica. En nuestra casuística en el 91.6% de los casos con disfunción sistólica había disfunción diastólica concomitante.

Tei y Cols (6,23) mostraron que el IRM puede detectar los cambios de la función sistólica y diastólica ventricular izquierda, significativamente correlacionado con los resultados de cateterismo.

Tradicionalmente el IRM se calcula usando Doppler pulsado en el flujo mitral, sin embargo hay algunas limitaciones de este método, por ejemplo: las mediciones de IRM usando Doppler convencional usualmente requiere tomar de forma separada un registro del flujo mitral y otro del tracto de salida ventricular izquierdo, por lo que se necesita hacer un valor promedio de varios ciclos cardiacos para el cálculo del IRM (12,14). En estudios previos se documentan variaciones en la frecuencia cardiaca hasta del 10% durante la medición el IRM por Doppler pulsado, por lo que el resultado era probablemente menos confiable. (25). Las medida de los intervalos de tiempo en las curvas de velocidad registradas en el anillo mitral por Doppler se obtienen en un mismo ciclo cardiaco, lo que da mayor exactitud en el resultado para evaluar la existencia de disfunción diastólica (12,26).

En un estudio recientemente publicado por Ozdemir y cols (27) se analiza el efecto de la hemodiálisis en pacientes adultos con IRC, en el IRM del VI, teniendo en cuenta los cambios de volumen y de frecuencia cardíaca demuestran que los resultados del IRM medido por Doppler pulsado se veían afectados por cambios en la precarga y en la frecuencia cardíaca, no así el IRM medido por TDI.

Mitsnefes y cols. (30) demostraron que los niños con IRC tenían incrementada la masa ventricular izquierda y el IRM en reposo, pero disminuía su reserva contráctil durante el ejercicio lo que se reflejaba en una disminución del IRM.

En nuestro estudio, realizado en reposo, no se aprecian los mismos resultados, hay aumento de masa muscular pero solo se observó elevado el IRM en el 20% de los casos, fue normal en el 71% y reducido en 2.8%. En la mayoría (85.7%) de los casos que encontramos elevación del IRM tenían disfunción sistólica y diastólica, pero solamente se encontró elevado el IRM en el 50% del total de pacientes con disfunción sistólica. Consideramos que el aumento de IRM en reposo está relacionado más específicamente con la disfunción sistólica. Por otro lado en este grupo de pacientes con disfunción sistólica por disminución de la FA, la relación entre los pacientes con IRM elevado y disminución de la onda Sw al Doppler tisular se estableció en el 75% de los pacientes, lo que abre más expectativas de la utilidad del Doppler tisular en la evaluación de la función sistólica en futuros estudios.

## CONCLUSIONES

1.- Se confirma en nuestro estudio la presencia de HVI en los pacientes con IRC, en relación con la existencia de HAS y la sobrecarga de volumen existente en estos pacientes.

2.- La HVI a medida que avanza la enfermedad produce disfunción diastólica en la mayoría de niños con IRC. La detección de disfunción diastólica se estableció primordialmente por los valores relacionados con las ondas Ew y Aw del Doppler tisular. Se requiere de una detección precoz y una evaluación periódica para minimizar el riesgo de morbilidad cardiovascular con tratamiento médico para control de la presión arterial y manejo adecuado de líquidos.

3.- La disfunción sistólica aparece en una minoría, sin manifestaciones clínicas generalmente, solo detectable al estudio ecocardiográfico mediante la FA, la FE y el strain 2D, que tuvieron una excelente correlación. La disfunción sistólica ocurre con mayor frecuencia en los pacientes con HVI excéntrica probablemente secundaria a sobrecarga de volumen habitual en los pacientes con IRC. La disminución de la onda Sw del Doppler tisular puede ser un índice precoz de alteración en la función sistólica aún sin alteración del AF o del Strain 2D, que amerita ser analizado en estudios evolutivos de larga duración en estos pacientes.

4.- El IRM no tuvo los resultados reportados en la literatura para evaluar una función cardiaca global, sin embargo si se observó cuando existía elevación del IRM en reposo una relación significativa con la presencia de disfunción sistólica.

## REFERENCIAS

- 1.-Gruppen MP, Groothoff JW, van der Wouw P, Offringa M, Bos WJ, Davin JC, Heymans HS (2003). Cardiac disease in young adults patients with end stage renal disease since childhood. A Dutch cohort study. *Kidney Int* 63:1058-1065.
- 2.- Atalay S, Ekim M, Tutar E, Kocak G, Bakkaloglu S, Turner N (2002) Systolic and diastolic function in children with chronic renal failure. *Pediatr Int* 44:18-23.
- 3.- Dyadyk OI, Bagryi AE, Yarovaga NF (1999) Disorders of left ventricular structure and function in chronic uremia. How often, why and what to do with it? *Eur J Heart Fail* 1:327-336.
- 4.- Civilibal M, Caliskan S, Oflaz H, Sever L, Candan C, Canpolat N, Kasapcopur O, Bugra Z, Arisoy N (2007) Traditional and “new” cardiovascular risk markers and factors in pediatric dialysis patients. *Pediatr Nephrol* 22:1021-1029.
- 5.- Mitsnefes MM, Kimball TR, Witt Sa y Cols; Left ventricular Mass and systolic performance in pediatric patients with chronic renal failure. *Circulation* 107; 864-868, 2003.
- 6.- . Palcoux JB, Palcoux MC, Jouan JP, Gourgand JM, Cassagnes J, Malpuech G: Echocardiographic pattern in infants and children with chronic renal failure. *Int J Pediatr Nephrol* 3: 311–314, 1982
- 7.- Parfrey PS, Foley RN, Harnett JD y Cols, Outcome and risk factors for left ventricular disorders in chronic uremia. *Nephrol. Dial, Transplant* 11:1328-1331, 1996.
- 8.-Johnstone LM, Jones CL, Grigg LE, et al. Left ventricular abnormalities in children, adolescents and young adults with renal disease. *Kidney Int.*1996;50:998–1006.

- 9.- O'Regan S, Matina D, Ducharme G, et al. Echocardiographic assessment of cardiac function in children with chronic renal failure. *Kidney Int.*1983;15(suppl):77–82.
- 10.-Mitsnefes MM, Daniels SR, Schwartz SM, et al. Severe left ventricular hypertrophy in pediatric dialysis: prevalence and predictors. *PediatrNephrol.* 2000;14:898–902.
- 11.-Levy D, Anderson KM, Savage DD, Kannel WB, Christiansen JC, Castelli WP: Echocardiographically detected left ventricular hypertrophy: Prevalence and risk factors. The Framingham HeartStudy. *Ann Intern Med* 108:7—13, 1988
12. Kannel WB, Gordon T, Castelli WP, Margolis J: Electrocardiographic left ventricular hypertrophy and risk of coronary heart disease: The Framingham study. *Ann Intern Med* 72:813—822, 1970
13. Levy D, Garrison RJ, Savage DD, Kannel WB, Castelli WB: Prognostic implications of echocardiographically determined left ventricular mass in the Framingham heart study. *NEnglJMed* 322:1561—1566, 1990
14. Casale PN, Devereux RB, Milner M, Zullo G, Harshfield GA, Pickering GA, Laragh JH: Value of echocardiographic measurement of left ventricular mass in predicting cardiovascular morbid events in hypertensive men. *Ann Intern Med* 105:173—178, 1986
15. Silberberg JS, Barre PE, Prichard SS, Sniderman AD: Left ventricular hypertrophy: An independent determinant of survival in end-stage renal failure. *Kidney mt* 36:286—290, 1989
- 16.-Parfrey PS, Foley RN: The clinical epidemiology of cardiac disease in chronic renal failure. *J Am Soc Nephrol* 10: 1606–1615, 1999

17.-O'regan S: Cardiovascular abnormalities in paediatric patients with ESRD, in End Stage Renal Disease in Children, edited by FINE RN, GRUSKIN AB, Philadelphia, Saunders, 1984, pp 359—374

18.-Scharer K, Ulmer HE: Cardiovascular complications of renal failure, in Pediatric Nephrology (2nd ed), edited by HOLLIDAY MA, BARRATIT TM, VERNIER RL, Baltimore, Williams and Wilkins, 1985, pp 887—896

19.-Parekh RS, Carroll CE, Wolfe RA, Port FK: Cardiovascular mortality in children and young adults with end-stage kidney disease. *J Pediatr* 141: 191–197, 2002

20.-Brunner FP, Broyer M, Brynner H, et al: Demography of dialysis and transplantation in children in Europe, 1985. Report from the European Dialysis and Transplant Association Registry. *Nephrol Dial Transplant* 3:235—243, 1988

21.-Pennisi AJ, Heuser ET, Mickey MR, Lipsey A, Malekzadeh MH, Fine RN: Hyperlipidemia in pediatric hemodialysis and renal transplant patients. *Am J Dis Child* 130:957—961, 1976

22.-Harma AK, Myers TA, Hunninghake DB, Matas AJ, Kashtan CE: Hyperlipidemia in long-term survivors of paediatric renal transplantation. *Ann Transplant* 8:252—257, 1994

23.-National Kidney Foundation Task Force on Cardiovascular Disease (1998) Controlling the epidemic of cardiovascular disease in chronic renal disease: What do we know? What do we need to know? Special report from the National Kidney Foundation Task Force on Cardiovascular Disease. *Am J Kidney Dis* 32 (suppl 3):1-121.

24.- U.S. Renal Data System: USRDS (2003) Annual Report. Bethesda, The National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases. [http:// www.usrds.org](http://www.usrds.org).

25.- Oh J, Wunsch R, Truzer M, Banher M, Raggi P, Querfeld U, Mehls O, Scheafer F (2002) Advanced coronary and carotid arteriopathy in young adults with childhood-onset chronic renal failure. *Circulation* 106:100-110.

- 26.- Parekh RS, Carrol CE, Wolfe RA, Port FK (2002) Cardiovascular mortality in children and young adults with end-stage kidney disease *J. Pediatric* 141:191-197.
27. Goren A, Glaser J, Drukker A: Diastolic function in children and adolescents on dialysis and after kidney transplantation: An echocardiographic assessment. *Pediatr Nephrol* 7:725-728,1993
28. Johnstone LM, Jones CL, Grigg LE, *et al*: Left ventricular abnormalities in children, adolescents and young adults with renal disease.*Kidney Int* 50:998-1006, 1996
- 29.-Grossman W, Jones D, McLaurin LP. Wall stress and patterns of hypertrophy in the human ventricle. *J Clin Invest.* 1975;56:56-64.
- 30.-Dahan M, Siohan P, Viron B, et al. Relationship between left ventricular hypertrophy, myocardial contractility, and load conditions in hemodialysis patients: an echocardiographic study. *Am J Kidney Dis.* 1997;30:780-785.
31. Levin A, Singer J, Thompson CR, Ross H, Lewis M. Prevalent left ventricular hypertrophy in the predialysis population: identifying opportunities for intervention. *Am J Kidney Dis* 1996; 27: 347-354
32. London GM. Cardiovascular disease in chronic renal failure: pathophysiologic aspects. *Semin Dial* 2003; 16: 85-94
33. London GM, Parfrey PS. Cardiac disease in chronic uremia: pathogenesis. *Adv Ren Replace Ther* 1997; 4: 194-211
34. Foley RN, Parfrey PS, Sarnak MJ. Epidemiology of cardiovascular disease in chronic renal disease. *J Am Soc Nephrol* 1998; 9[Suppl 12]: S16-S23

35. Foley RN, Parfrey PS, Harnett JD, Kent GM, Murray DC, Barre PE. The prognostic importance of left ventricular geometry in uremic cardiomyopathy. *J Am Soc Nephrol* 1995; 5: 2024–2031
- 36.-Wuhl E, Mehls O, Schaefer F; ESCAPE trial group: Antihypertensive and antiproteinuric efficacy of ramipril in children with chronic renal failure. *Kidney Int* 66: 768–776, 2004
37. Colan SD, Borow KM, Neuman A. Left ventricular end-systolic wall stress-velocity of fiber shortening relation: a load independent index of myocardial contractility. *J Am Coll Cardiol*. 1984;4:715–724.
38. Derumeaux G, Douillet R, Troniou A, Jarnal F, Litzler PY, Pontier G et al. Distinguishing between physiologic hypertrophy in athletes and primary hypertrophic cardiomyopathies. Importance of tissue color Doppler. *Arch Mal Coeur Vaiss* 1999; 92: 197–199
39. Ommen SR, Nishimura RA, Appleton CP, Miller FA, Oh JK, Redfield MM et al. Clinical utility of Doppler echocardiography and tissue Doppler imaging in the estimation of left ventricular filling pressures: A comparative simultaneous Doppler-catheterization study. *Circulation* 2000; 102: 1788–1794
- 40.-Tei C, Dujardin KS, Hodge DO, Kyle RA, Tajik AJ, Seward JB (1996) Doppler index combining systolic and diastolic myocardial performance: clinical value in cardiac amyloidosis. *J Am Coll Cardiol* 28: 658-664.
- 41.- Ocal B, Oguz D, Karademir S, Birgen D, Yuksek N, Ertem U, Cabuk F (2002) Myocardial performance index combining systolic and diastolic myocardial performance in doxorubicin treated patients and its correlation to conventional echo/Doppler indices. *Pediatr Cardiol* 23: 522-527.

- 42.- Harada K, Tamura M, Toyono M, Oyama K, Takada G, (2001) Assessment of global left ventricular function by tissue Doppler imaging. *Am J Cardiol* 88: 927-932.
- 43.- Harada K, Tamura M, Toyono M, Oyama K, Yasouka K, (2002) Comparison of the right ventricular Tei index by tissue Doppler imaging to that obtained by pulsed Doppler in children without heart disease. *Am J Cardiol* 90: 566-569.
- 44.- Edvardsen T, Urheim S, Skulstad H, Steine K, Ihlen H, Smiseth OA. Quantification of left ventricular systolic function by tissue Doppler echocardiography: added value of measuring pre- and postejction velocities in ischemic myocardium. *Circulation* 2002; 105: 2071–2077.
45. Oki T, Tabata T, Yamada H, Wakatsuki T, Shinohara H, Nishikado A et al. Clinical application of pulsed Doppler tissue imaging for assessing abnormal left ventricular relaxation. *Am J Cardiol* 1997; 79: 921–928
46. Derumeaux G, Mulder P, Richard V, Chagraoui A, Nafeh C, Bauer F et al. Tissue Doppler imaging differentiates physiological from pathological pressure-overload left ventricular hypertrophy in rats. *Circulation* 2002; 105: 1602–1608
47. Rodriguez L, Garcia M, Ares M, Griffin BP, Nakatani S, Thomas JD. Assessment of mitral annular dynamics during diastole by Doppler tissue imaging: comparison with mitral Doppler inflow in subjects without heart disease and in patients with left ventricular hypertrophy. *Am Heart J* 1996; 131: 982–987.
48. Hayashi SY, Brodin LA, Alvestrand A, Lind B, Stenvinkel P, Mazza do Nascimento M et al. Improvement of cardiac function after haemodialysis. Quantitative evaluation by colour tissue velocity imaging. *Nephrol Dial Transplant* 2004; 19: 1497–1506