



CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO

CENTRO DE CIENCIAS DE LA SALUD

**CORRELACIÓN DEL ULTRASONIDO DOPPLER A LAS 24
Y 48 HORAS POSTRASPLANTE RENAL Y LA
CREATININA SÉRICA EN LAS PRIMERAS 48 HORAS EN
EL CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO EN EL
PERIODO 2015-2016**

TESIS

PRESENTADA POR

Pedro Flores Acero

**PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALISTA EN
IMAGENÓLOGIA DIAGNÓSTICA Y TERAPÉUTICA**

ASESOR (ES)

Dra. Sara Elí Arboleyda Nava

Dr. Héctor David Calzada Gallegos

Dr. Rodolfo Delgadillo Castañeda

Aguascalientes, Ags. 30 de enero del 2017



UNIVERSIDAD AUTONOMA
DE AGUASCALIENTES

PEDRO FLORES ACERO
ESPECIALIDAD EN IMAGENOLÓGÍA DIAGNÓSTICA Y TERAPÉUTICA
P R E S E N T E

Por medio de la presente se le informa que en cumplimiento de lo establecido en el Reglamento General de Docencia en el Capítulo XVI y una vez que su trabajo de tesis titulado:

“CORRELACIÓN DEL ULTRASONIDO DOPPLER A LAS 24 Y 48 HRS POSTRASPLANTE RENAL Y LA CREATININA SÉRICA EN LAS PRIMERA 48 HORAS EN EL CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO EN EL PERIODO 2015-2016”

Ha sido revisado y aprobado por su tutor y consejo académico, se autoriza continuar con los trámites de titulación para obtener el grado de:
Especialista en Imagenología Diagnóstica y Terapéutica

Sin otro particular por el momento me despido enviando a usted un cordial saludo.

A T E N T A M E N T E
“SE LUMEN PROFERRE”

Aguascalientes, Ags., 20 de Enero de 2017.

DR. JORGE PRIETO MACÍAS
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS DE LA SALUD

c.c.p. M. en C. E. A. Imelda Jiménez García / Jefa del Departamento de Control Escolar
c.c.p. Archivo



CARTA DE ASESORES



DRA. SARA ELÍ ARBOLEYDA NAVA
PROFESOR TITULAR DEL CURSO
JEFE DE SERVICIO DE IMAGENOLÓGIA DIAGNÓSTICA Y TERAPÉUTICA



DR. HÉCTOR DAVID CALZADA GALLEGOS
MÉDICO ADSCRITO AL SERVICIO DE IMAGENOLÓGIA DIAGNÓSTICA Y
TERAPÉUTICA



DR. RODOLFO DELGADILLO CASTAÑEDA
MÉDICO ADSCRITO AL SERVICIO DE NEFROLOGÍA E INTEGRANTE DEL GRUPO DE
TRASPLANTE DEL CHMH.

DRA. MARIA EUGENIA PANIAGUA MEDINA
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA

AGUASCALIENTES, AGS. A ENERO DE 2017

ccp. Jefatura de Enseñanza e investigación CHMH
ccc. Archivo



CARTA DE ACEPTACIÓN Y REVISIÓN DE TESIS

CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO
DEPARTAMENTO DE AUXILIARES DE DIAGNÓSTICO



DRA. SARA ELÍ ARBOLEYDA NAVA
JEFA DEL DEPARTAMENTO DE AUXILIARES DE DIAGNÓSTICO DEL CHMH
PROFESOR TITULAR DEL CURSO DE POSGRADO DE
IMAGENOLÓGIA DIAGNÓSTICA Y TERAPÉUTICA



DR. HÉCTOR DAVID CALZADA GALLEGOS
ASESOR DE TESIS



DR. RODOLFO DELGADILLO CASTAÑEDA
ASESOR DE TESIS



DRA. MARIA EUGENIA PANIAGUA MEDINA
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA

AGUASCALIENTES, AGS. A ENERO DE 2017

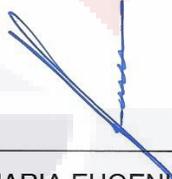


AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN DE TESIS

CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO
DEPARTAMENTO DE AUXILIARES DE DIAGNÓSTICO



DRA. SARA ELÍ ARBOLEYDA NAVA
JEFA DEL DEPARTAMENTO DE AUXILIARES DE DIAGNÓSTICO DEL CHMH
PROFESOR TITULAR DEL CURSO DE POSGRADO DE
IMAGENOLOGÍA DIAGNÓSTICA Y TERAPÉUTICA



DRA. MARIA EUGENIA PANIAGUA MEDINA
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA

AGUASCALIENTES, AGS. A ENERO DE 2017

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer primeramente a Dios por permitirme llegar hasta donde estoy y darme más de lo que probablemente merezco.

A mi familia por su apoyo incondicional y aunque mi padre ya no se encuentra físicamente conmigo, siempre esta a mi lado y se que esta orgulloso de mí.

A mi esposa Martha Susana Franco Calderón y a mi hijo Sebastian Emiliano Flores Franco por su paciencia, apoyo y comprensión y por estar siempre luchando a mi lado.

A la Dra. Sara Elí Arboleyda Nava y a todos mis maestros por adoptarme por tres años y compartir su conocimiento conmigo y ser guías durante esta etapa de enseñanza.

A mis amigos y compañeros de residencia y generación por compartir su aprendizaje conmigo y el gusto por esta área de la medicina y por compartir, deseándoles lo mejor en sus próximos proyectos.

A mis asesores por su apoyo, paciencia y tiempo para ayudarme y corregirme en éste trabajo.

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres, mi esposa e hijo que siempre creyeron en mi y me alentaron a seguir adelante, a pesar de que a veces el camino se veía difícil, siempre estuvieron ahí, "soy lo que soy porque somos" (Ubuntu).



INDICE GENERAL

INDICE GENERAL	1
INDICE DE TABLAS.....	2
INDICE DE FIGURAS	3
ACRÓNIMOS	4
RESUMEN.....	5
ABSTRACT	6
INTRODUCCIÓN.....	7
DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	8
JUSTIFICACIÓN	9
1. MARCO TEORICO	10
1.1 Antecedentes históricos.	10
1.2 Epidemiología.	12
1.2.1 El trasplante renal en México.	12
1.3 Anatomía y fisiología renal	13
1.4 Inervación.	15
1.5 Anatomía de la vasculatura renal.	16
1.6 Trasplante renal.....	20
1.7 Técnica quirúrgica.	21
1.8 Ultrasonido doppler. Física	22
1.9 Ultrasonido doppler en el trasplante renal.....	24
1.10 Técnica de ultrasonido doppler	27
1.11 Ultrasonido Doppler espectral	28
1.12 complicaciones del trasplante renal	31
1.13 Colecciones perirrenales	34
1.14 Hematomas.	35
1.15 Linfocele	35
1.16 Fuga de orina y urinoma.....	36
1.17 Absceso	38
1.18 Anormalidades del parenquima renal.....	39
1.19 Necrosis tubular aguda.....	41
1.20 Anormalidad del sistema colector.....	42

1.21 Anormalidades vasculares	43
1.22 Estenosis de la arteria renal.	43
1.23 Trombosis de la arteria renal.....	44
1.24 Estenosis de la vena renal.	45
1.25 Trombosis de la vena renal	46
1.26 Infarto renal segmentario.....	47
2. OBJETIVO GENERAL.....	48
2.1 objetivo secundario.....	48
2.2 Hipótesis	49
3. TIPO DE ESTUDIO Y DISEÑO	49
3.1 Definición del universo	49
3.1 Método de selección de la muestra	50
3.2 Definición de variables	50
3.3 Material y métodos	51
3.4 Carta de consentimiento informado.....	51
3.5 Recursos y logística	51
RESULTADOS	52
DISCUSIÓN.....	67
CONCLUSIÓN.....	67
GLOSARIO.....	68
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Clasificación de las complicaciones postrasplante renal basadas en imagen por US (14).</i>	33
Tabla 2. Correlación de los IR, IP y VPS con la creatinina a las 24 y 48 horas.	53
Tabla 3. Correlación de los IR, IP y VPS con la creatinina a las 24 y 48 horas.	54
Tabla 4. Descenso de la CrS >40%.	55
Tabla 5. Descenso de la CrS >40%.	56
Tabla 6. Correlación de la isquemia fría y la isquemia caliente con el IR, IP y la VPS.	57
Tabla 7. Correlación de la isquemia fría y la isquemia caliente con el IR, IP y la VPS.	58

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. *Relaciones anatómicas de los riñones*..... 14

Figura 2. *Planos faciales del Abdomen*..... 15

Figura 3. *Nacimiento arterias renales*..... 16

Figura 4. *Diagrama arterial renal*..... 17

Figura 5. *Doppler de arterias renales*..... 17

Figura 6. *Estructura vascular y funcional del riñón*..... 18

Figura 7. *transversal normal*..... 19

Figura 8. *Ultrasonido renal sagital*..... 19

Figura 9. *División arterial*..... 19

Figura 10. *Esquema de trasplante renal*.....22

Figura 11. *Esquema de trasplante renal heterotópico con anastomosis*..... 22

Figura 12. *Esquema renal del injerto*..... 22

Figura 13. *Cálculo del IR de la onda espectral*..... 23

Figura 14. *US Doppler color*..... 28

Figura 15. *Doppler espectral*..... 30

Figura 16. *A, B, C y D. Doppler espectral de arterias intrarrenales*..... 30

Figura 17. *Cambios en el injerto renal*..... 31

Figura 18. *Stent vésico-ureteral*..... 32

Figura 19. *Hematoma*..... 35

Figura 20. *Linfocele*..... 36

Figura 21. *Urinoma*..... 37

Figura 22 *A y B. Absceso perirrenal*..... 38

Figura 23 *A y B. Rechazo agudo*..... 40

Figura 24 *Necrosis tubular aguda*..... 41

Figura 25 *A y B. Hidronefrosis secundaria a estenosis ureteral*..... 42

Figura 26 *Estenosis de la arteria renal*..... 44

Figura 27. *Trombosis de la arteria renal*..... 45

Figura 28. *Estenosis de la vena renal*..... 46

Figura 29 *A y B. Trombosis de la vena renal*..... 47

Figura 30 *Infarto del injerto renal*..... 48

Figura 31A *y B. Cambios normales del injerto*..... 59

Figura 32 *Flujo homogéneo*..... 60
 Figura 33. *Flujo arteria renal*. 60
 Figura 34 *Doppler de arteria segmentaria*..... 61
 Figura 35 *Doppler arteria interlobar*..... 61
 Figura 36 *Doppler de arteria arcuata*..... 62
 Figura 37. *Doppler vena renal*. 62
 Figura 38. *Cambios normales*. 63
 Figura 39 *Hipoperfusión focal*..... 63
 Figura 40. *Hipoperfusión generalizada*..... 64
 Figura 41. *Colección perirrenal*. 64
 Figura 42. *Líquido libre*..... 65
 Figura 43. *Líquido perirrenal*. 65
 Figura 44. *Líquido organizado*..... 66
 Figura 45. *Hematoma organizado*..... 66

ACRÓNIMOS

IP: Índice de pulsatilidad.

IR: índice de resistencia.

VPS: Velocidad Pico Sistólica.

US: ultrasonido

RVR: resistencia vascular renal.

CHMH: Centenario Hospital Miguel Hidalgo

TFG: tasa de filtrado glomerular

CICr: aclaramiento de la creatinina

A: arteria

CRR2: $CRR2(\%) = \frac{[Cr1 - Cr2] \times 100}{Cr1}$

RESUMEN

INTRODUCCIÓN: La evaluación rutinaria de la función renal en injertos renales se realiza mediante métodos no invasivos como es el uso del ultrasonido (US) bidimensional y Doppler a las 24 y 48 horas asociado a la medición de los niveles de creatinina sérica (CrS), en la evaluación de la función renal en las primeras horas postrasplante; por lo que haremos una correlación entre los valores de los índices de resistencia (IR), pulsatilidad (IP) y velocidad pico sistólica (VPS) del US Doppler con los niveles de CrS en la predicción de la función renal en las primeras horas postrasplante.

OBJETIVO: Correlación entre el IR, IP y VPS y la CrS a las 24 y 48 horas postrasplante renal en el CHMH.

MATERIAL Y METODOS: Se incluyeron 25 pacientes sometidos a trasplante renal a quienes se les midió IR, IP y VPS con 3 equipos de US del servicio de imagenología: Acuson Antares PE (Siemens [MR]), ABVS 2000 HELX evolution (Siemens [MR]) y HDI 4500 (Phillips [MR]). Los pacientes fueron revisados con transductor convexo multifrecuencia de 6 Mhz. Los resultados obtenidos se integraron en el programa de datos Excel y se hizo comparación bivariada con el método de coeficiente de correlación de Spearman y distribución t de Student, siendo significativos los valores con una $p < 0.05$.

RESULTADOS: Se estudiaron 25 pacientes de trasplantes con un rango de edad 5 a 67 años, con un porcentaje de 56 % del género masculino.

Se observa correlación directamente proporcional (correlación bivariada de Spearman) de la CrS a las 24hrs y 48 hrs con la VPS, IR e IP mediante el US Doppler ($r^2=0.470$ $p=0.016$) y el IR interlobar 48 hrs ($r^2 = 0.490$ $p=0.014$).

El promedio del IR 24 hrs A interlobar fue de 0.57 (+-.07) en los pacientes que disminuye la CrS > 40% las primeras 24 hrs vs 0.64 (+-.07) ($p 0.033$) en los que disminuye <40%.

Se observa correlación inversamente proporcional (correlación bivariada de Spearman) de la Isquemia fría y la Isquemia caliente con la VPS, IR e IP mediante el US Doppler, significativa con isquemia fría ($r^2=-0.473$ $p=0.02$); con la isquemia caliente ($r^2=-0.639$ $p=0.001$), ($r^2=-0.463$ $p=0.023$).

CONCLUSIÓN: El Doppler de las arterias renal e interlobares resulta de utilidad en estudios secuenciales. El incremento en el IR en estudios sucesivos, asociado a la falta de disminución de los niveles de CrS en >40% (CRR2), se relaciona con la probabilidad de retardo de la función del injerto en los primeros días del trasplante y una CrS mayor de

2 mg/dl. Además, el IR de las arterias renal e interlobares correlaciona inversamente con el tiempo de isquemia fría y caliente en las primeras horas postrasplente.

ABSTRACT

INTRODUCTION: Routine evaluation of renal function in renal grafts is performed using non-invasive methods such as the use of bidimensional (US) and Doppler at 24 and 48 hours associated with the measurement of serum creatinine (SCr) levels, In the evaluation of renal function in the first hours after transplantation; so we will correlate the values of resistance index (RI), pulsatility (PI) and systolic peak velocity (SPV) of the US Doppler with the levels of SCr in the prediction of renal function in the first hours after transplantation.

OBJECTIVE: Correlation between RI, PI and SPV and SCr at 24 and 48 hours after renal transplantation in CHMH.

MATERIALS AND METHODS: Twenty-five patients who underwent renal transplantation were evaluated for RI, PI and SPV with 3 US imaging teams: Acuson Antares PE (Siemens [MR]), ABVS 2000 HELX evolution (Siemens [MR]) and HDI 4500 (Phillips [MR]). Patients were reviewed with a 6 Mhz multifrequency convex transducer. The results were integrated into the Excel data program and a bivariate comparison was made with the Spearman correlation coefficient and Student t distribution, with values being significant with $p < 0.05$.

RESULTS: We studied 25 transplant patients with a range of age 5 to 67 years, with a percentage of 56% of the male gender.

Direct correlation (Spearman's bivariate correlation) of the SCr at 24 hours and 48 hours was observed with the SPV, RI and PI using the US Doppler ($r_2 = 0.470$ $p = 0.016$) and the RI artery interlobar 48 hours ($r_2 = 0.490$ $p = 0.014$).

The mean of the 24-hours artery interlobar RI was 0.57 (+ - .07) in patients who decreased CRS > 40% in the first 24 hrs vs. 0.64 (+ - .07) ($p 0.033$) in which it decreases <40%.

There was an inversely proportional correlation (Spearman's bivariate correlation) of cold ischemia and hot ischemia with SPV, RI and PI by US Doppler, with cold ischemia ($r_2 = -$

0.473 p = 0.02); With warm ischemia ($r^2 = -0.639$ p = 0.001), ($r^2 = -0.463$ p = 0.023) in renal and interlobar arteries.

CONCLUSION: Doppler of renal and interlobar arteries is useful in sequential studies. The increase in IR in successive studies, associated with the lack of decrease in CRS levels of > 40% (CRR2), is related to the probability of delayed graft function in the first days of transplantation and a higher CRS Of 2 mg / dl. In addition, the IR of the renal and interlobar arteries correlates inversely with the time of cold and warm ischemia in the first hours post-transplant.

INTRODUCCIÓN

A nivel nacional e internacional, existe un gran número de centros médicos dedicados al trasplante renal. La evaluación rutinaria de la función en injertos se realiza mediante métodos no invasivos, como la estimación indirecta de la tasa de filtrado glomerular (TFG) a través del aclaramiento de creatinina (Cl Cr) y la ecografía en modo B o Doppler de los vasos intra y extrarrenales. Sin embargo, en la actualidad el mejor método de referencia para establecer el daño renal es el análisis anatomopatológico de la biopsia renal, procedimiento cruento y con mayor morbimortalidad.

La ecografía puede evidenciar cambios morfológicos (tamaño, ecogenicidad parenquimatosa y diferenciación corticomedular) que, aunque tienen baja exactitud diagnóstica, pueden sugerir alteraciones vinculadas a una disfunción del filtrado renal y por ende del injerto. Además, si al método se añade el estudio Doppler con los índices de resistencia (IR), pulsatilidad (IP) y la velocidad pico sistólica (VPS), se puede incrementar la sensibilidad y especificidad asociada a la medición de los niveles de CrS al momento de predecir la disfunción del injerto. La trombosis de la arteria renal (que aparece generalmente durante el posoperatorio inmediato) y la obstrucción ureteral son las principales potenciales causas de disfunción temprana del injerto.

La rentabilidad del eco-Doppler en el diagnóstico tanto de la trombosis como la obstrucción ureteral se aproxima al 100%. Tiene un patrón de inversión del flujo diastólico con perfusión arterial mantenida y aceleraciones elevadas, como expresión de la alta

resistencia al flujo, en el lecho vascular distal (1). Una vez excluidas la trombosis vascular y la obstrucción ureteral, las tres causas de disfunción inicial del injerto son el rechazo agudo, la necrosis tubular y la toxicidad por anticalcineurínicos (ciclosporina o tacrolimus), diagnósticos que son evidenciados mediante la biopsia del injerto.

Un IR alto superior a 0,8 se observa en pacientes que presentan una reducción en el flujo sanguíneo renal, lo que les confiere un riesgo elevado de disfunción renal del trasplante.

El interés de ésta tesis se basa en la carencia de información y la necesidad de obtener datos sobre la población local y de los pacientes trasplantados en éste hospital, para poder predecir la función renal en las primeras 24 horas del trasplante a través de la medición de los IR, IP y VPS en relación con los niveles de CrS y predecir la función renal acorto plazo, mediante un métodos no invasivo. Como resultado se obtuvo que el Doppler de las arterias interlobares resulta de utilidad en estudios secuenciales. El incremento en el IR en estudios sucesivos, asociado a la falta de disminución de los niveles de CrS en >40% (CRR2), se relaciona con la probabilidad de retardo de la función del injerto en los primeros días del trasplante y una CrS mayor de 2 mg/dl al mes de evolución.

Nuestro objetivo fue establecer si los niveles de CrS y los valores de IR, IP y VPS de la ecografía Doppler en los riñones trasplantados, permiten obtener, al ser analizados de forma asociada, un mejor desempeño en la determinación de la función renal dentro de las primeras 24 horas y predecir la disfunción renal en el corto plazo.

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En la actualidad la insuficiencia renal crónica es un problema de salud a gran escala; generando altos costos en la atención y tratamiento de estos pacientes y, sin duda alguna, necesitando de un importante aporte del gasto en salud dedicado por los estados únicamente para cubrir las complicaciones derivadas de esta enfermedad; eso sin dejar de lado todo lo que implica para el paciente: cambios en el estilo de vida que afecta la calidad de vida del paciente y de la familia, así como su vida laboral.

El trasplante renal ha crecido en los últimos años como opción de tratamiento para estos pacientes, con miras a mejorar la morbimortalidad de estos pacientes, incidiendo además en su calidad de vida y buscando la reincorporación del paciente a la vida laboral. Sin embargo, aunque es la mejor opción de tratamiento para muchos pacientes, también es cierto que estos pacientes requieren muchos cuidados para conservar funcional el injerto renal.

En los pacientes postrasplantados renales es importante tener una línea de base en cuanto a las características morfológicas y vasculares del injerto renal, de forma temprana; en primer lugar para detectar de manera temprana el rechazo agudo del injerto renal así como de complicaciones agudas que puedan degenerar en la pérdida del injerto y/o comprometer la función renal a corto y largo plazo.

En nuestra institución no contamos con estadísticas de los hallazgos del ultrasonido bidimensional y Doppler en los pacientes postrasplantados renales, por lo que se plantea este estudio de investigación para conocer la evolución de los injertos renales en el CHMH determinando los índices de resistencia y pulsatilidad mediante el ultrasonido Doppler, así como las características morfológicas que nos ayuden a detectar los casos de rechazo agudo en evolución temprana y complicaciones inmediatas, dado que estas pueden incidir en el resultado final a corto y largo plazo de la funcionalidad injerto renal.

JUSTIFICACIÓN

El US bidimensional y Doppler son una de las piedras angulares en el seguimiento de los riñones trasplantados. Las enfermedades o complicaciones en la anastomosis vascular se pueden diagnosticar con gran precisión mediante éste método de diagnóstico, además de que tiene un papel útil en la evaluación de la función retardada del injerto y/o disfunción del mismo.

El principal centro de trasplante renal a nivel estatal es esta institución donde no contamos con las estadísticas sobre la incidencia de la disfunción renal en las primeras horas postrasplante, de ahí la importancia de correlacionar los hallazgos del US bidimensional y Doppler (midiendo IR, IP y VPS), con la función del injerto mediante la

valoración de la CrS a las 24 y 48 horas postrasplante en la valoración de la función del injerto renal en las primeras horas postrasplante y en la predicción de la función renal a corto plazo.

1. MARCO TEORICO

1.1 Antecedentes históricos.

Es innegable que la tecnología actualmente ha avanzado bastante en todos los ámbitos y el campo de la medicina no es la excepción; y, hablando específicamente en el campo de la imagenología, ha avanzado a pasos agigantados de tal manera que ya se puede estar hablando de imagenología molecular. Además, el campo de la nefrología se ha expandido rápidamente en los últimos 50 años como resultado del entendimiento de la fisiopatología de la enfermedad renal y la disponibilidad de terapias de reemplazo renal exitosas para la insuficiencia renal aguda y crónica.

El camino de lo que hoy se conoce como un procedimiento de rutina exitoso de trasplante renal, no ha sido fácil y se remonta a los días en que tuvo lugar el experimento de Carrel, en un intento de trasplante a principios del siglo XX, lo que resultó en el Premio Nóbel en 1912. Entre los ensayos de trasplante no inmunosuprimidos en la década de 1950 y, luego, con resultados más exitosos y esperanzadores, en el trasplante gemelo a gemelo al final de esa misma década, hubo tantas fallas y contratiempos que muchos investigadores se preguntaron si el trabajo en esta área se justificaba. ⁽²⁾

Históricamente, el primer trasplante renal se llevó a cabo en 1954 (3) y con un mejor entendimiento del rechazo tisular, la introducción de los esteroides y la azatioprina en 1963, y luego el uso de ciclosporina-A por *Calne et all.* en la década de 1970, abrieron las puertas del progreso (2); y desde entonces el riñón encabeza la lista de los órganos trasplantados. Sin embargo, a pesar de todos los avances en el trasplante de riñón, los médicos aún trataban con dilemas relativamente frecuentes de disfunción del injerto y por lo general recurren a la ecografía como herramienta de investigación de primera línea para detectar esta patología (3), debido a la información que se puede obtener por este método, además de presentar la ventaja de ser un método diagnóstico no invasivo.

Hace aproximadamente 40 años, la ultrasonografía comenzó a emplearse en las ciencias médicas y desde ese momento ha experimentado importantes cambios (4) tanto en la mejora de los equipos y con en la aplicación de nuevas técnicas de exploración que lo llevaron a ser uno de los métodos diagnósticos más utilizados principalmente en la patología abdominal, continuando en la actualidad como uno de los principales métodos de imagen diagnóstica, además de ser accesible económicamente hablando. Gracias a estas características, fue y es la técnica utilizada para la evaluación del riñón trasplantado.

Antes del surgimiento del ultrasonido diagnóstico, el estudio imagenológico de las vías urinarias se basaba fundamentalmente en la urografía excretora que precisaba de radiaciones ionizantes para la obtención de la imagen y de la administración de contraste endovenoso, el cual podía producir reacciones secundarias tales como: náuseas, vómito, sabor metálico y algunos otros efectos adversos como arritmias, insuficiencia renal aguda, pérdida de conciencia e incluso la muerte; además de requerir de cierto grado de función renal para su realización y visualización y evitar los efectos adversos.

Como lo he mencionado, con el desarrollo de la informática, los equipos de ecografía también han evolucionado hasta lograr la introducción del ultrasonido tridimensional y la exploración de la vascularización, basados en el efecto Doppler (cambio de la alta frecuencia de una onda sonora con el movimiento de la fuente con respecto al receptor; y los datos que proporciona este modo de ultrasonido, aparecen como un espectro frente a la imagen bidimensional); el análisis de este espectro (Doppler) va a permitir la detección de alteraciones flujo de alta velocidad y turbulentos por lo cual se registran los valores numéricos del pico sistólico, diastólico, índice de resistencia y de pulsatilidad, permitiendo diagnosticar patologías en base al flujo sanguíneo.

Actualmente ante la sospecha de enfermedad renal de cualquier causa, la ecografía bidimensional y ecografía Doppler, continua siendo el método diagnóstico empleado para el estudio inicial. ⁽⁵⁾

Los adelantos en la técnica quirúrgica, la introducción de nuevas y más efectivas terapias antirrechazo que con los años han sido menos tóxicas, el uso rutinario del ultrasonido a partir de 1970 y el eco-Doppler una década después, han hecho que esta técnica sea mas exitosa, tal como la conocemos hoy en día (2). Sin el trabajo y dedicación de estos pioneros, no podríamos contar con el estatus en trasplante renal con el que contamos hasta el día de hoy.

1.2 Epidemiología.

1.2.1 El trasplante renal en México.

La prevalencia de la enfermedad renal se ha incrementado considerablemente en las últimas décadas. Probablemente se deba a la combinación del incremento de la prevalencia de enfermedades asociadas que afectan a los riñones, el reconocimiento de la presencia de enfermedades renales y mejora en las técnicas diagnósticas de la enfermedad renal.

Sin duda alguna el trasplante de órganos, en la actualidad, es el mejor método de tratamiento en la patología crónica y sus complicaciones, con la finalidad de mejorar la calidad de vida para los pacientes. El riñón no ha sido la excepción, el actual aumento en la diabetes mellitus, las glomerulopatías y las alteraciones del desarrollo (hipoplasia renal, por ejemplo), aunado a otros factores de riesgo, pueden llevar a la pérdida de la función del riñón nativo. Esto ha originado un aumento importante de la prevalencia de la insuficiencia renal, con el consiguiente aumento en la necesidad de trasplante renal, haciendo del riñón uno de los órganos mas trasplantados en nuestro país.

En un inicio los injertos renales en su mayoría provenían de donador cadavérico; posteriormente, el porcentaje de donador vivo (relacionado y no relacionado) se incrementó de manera progresiva. Sin embargo en algunos países de latinoamérica, según datos del registro nacional de trasplantes (hasta el 2008 en Uruguay) indican que el 88% de los trasplantes renales son de donantes cadavéricos y solo el 12% provenían de donantes vivos (relacionados y no relacionados) .⁽⁴⁾

En México, debido a la falta de cultura y concientización, desafortunadamente, la donación de riñón por parte de donador cadavérico es muy baja; según las estadísticas, siempre ha prevalecido la donación de riñón de donador vivo (relacionado) sobre el donante cadavérico. Según el Centro Nacional de Trasplantes (CENATRA) en el 2015 se trasplantaron en México 823 (28.9%) riñones provenientes de donador cadavérico y 2022 (71.1%) riñones provenientes de donador vivo (relacionado y no relacionado) (6). En el año 2015 en el estado de Aguascalientes se realizaron 84 trasplantes renales, de los cuales 72 (85%) fueron de donador vivo y 12 (14%) de donador cadavérico. ⁽⁷⁾

En nuestra institución (CHMH), el único órgano que se trasplanta es el riñón y, según los datos reportados por el departamento de archivo clínico y estadística, la cantidad de trasplantes realizados en nuestra institución en el año 2015 fue de 62, de los cuales 52 (83%) fueron de donador vivo (45 de donador vivo relacionado y 7 de donador vivo no relacionado) y solamente 10 (17%) de donador cadavérico. Atendiendo al sexo de los receptores, 42 fueron hombres y 20 mujeres; 55 de ellos se realizaron en pacientes adultos y 7 en pacientes pediátricos. ⁽⁸⁾

1.3 Anatomía y fisiología renal

En el diagnóstico de la patología renal nativa y del injerto, es esencial conocer la anatomía normal de los riñones (nativos), esto nos ayudara a correlacionar los cambios que se pueden observar en el injerto renal y poder diferenciar la patología.

A diferencia de los otros órganos abdominales sólidos, los riñones tienen una arquitectura interna muy compleja (9) debido a la función primordial que realizan: excretar los productos metabólicos de deshecho; para ello transforman más de 1.700 litros de sangre diarios en un litro de orina muy concentrada, principal líquido de deshecho del organismo; siendo la nefrona la unidad funcional encargada de este trabajo. Así mismo, el riñón es un órgano endócrino, por lo tanto secreta muchas hormonas como eritropoyetina, renina y prostaglandinas. Además, contribuye al mantenimiento de la homeostasis regulando el equilibrio hidrosalino y acidobásico. ⁽¹⁰⁾

Los riñones se encuentran ubicados en la grasa retroperitoneal, a cada lado de la

columna vertebral, aproximadamente entre la 12^a vértebra torácica y la 3^a vértebra lumbar; el riñón izquierdo, por lo general, se extiende en un nivel ligeramente más alto que el derecho. Tienen una morfología un poco aplanada en sección transversal y ovalados en plano longitudinal resultando en una forma elipsoidal. Se colocan con sus ejes largos divergentes inferiormente de modo que los polos inferiores son más laterales y anteriores que los polos superiores. El eje más largo del plano transversal también tiene un ángulo de unos 45°, de modo que el hilo de cada riñón se encuentra más anterior que el borde lateral.

En el lado derecho, el lóbulo derecho del hígado cubre la cara lateral y parte de la superficie anterior del riñón; la flexura hepática del colon y el duodeno también se relacionan con la superficie anterior. Medialmente el hilio del riñón derecho se encuentra adyacente a la vena cava inferior (VCI) con la glándula adrenal sobre el polo superior. En el lado izquierdo, el bazo se encuentra adyacente a la superficie lateral del polo superior y la glándula adrenal se localiza superior y anteromedialmente. Inferiormente la flexura esplénica del colon se localiza anteriormente y la cola del páncreas se extiende desde la porción medial a la superficie anterior. Medialmente, el hilio del riñón izquierdo se relaciona con la aorta abdominal (Figura 1).

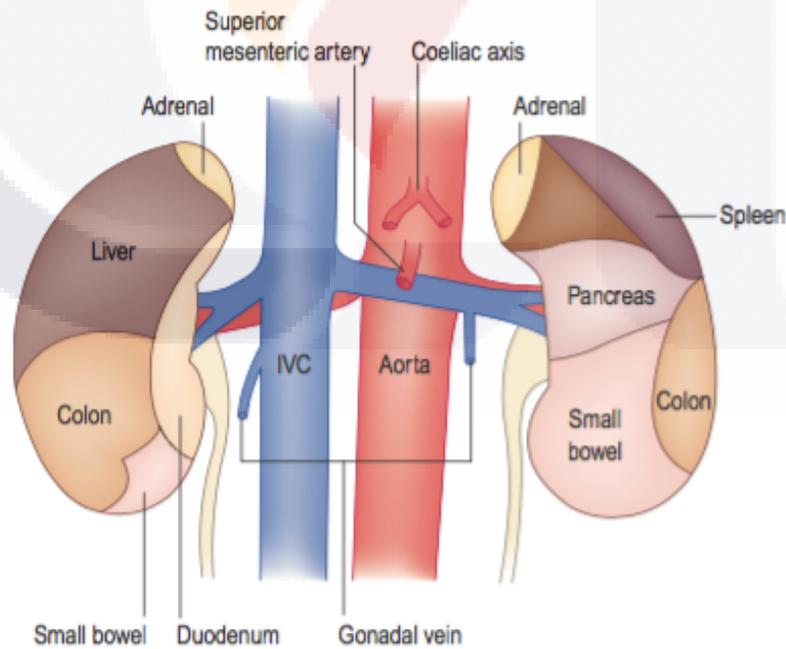


Figura 1. Relaciones anatómicas de los riñones.

Diagrama que indica las estructuras anatómicas mayores que están en relación con los riñones(15).

Los riñones se encuentran rodeados por la grasa perirrenal, la cual esta confinada por la fascia renal anterior y posterior (fascia de Gerota), estas fascias separan el espacio perirrenal de los espacios pararenal anterior y posterior. Estos planos fasciales normalmente no se ven en el US, pero su presencia puede influenciar el desarrollo o aparentar colecciones retroperitoneales de líquido y cambios inflamatorios (figura 2).⁽¹¹⁾

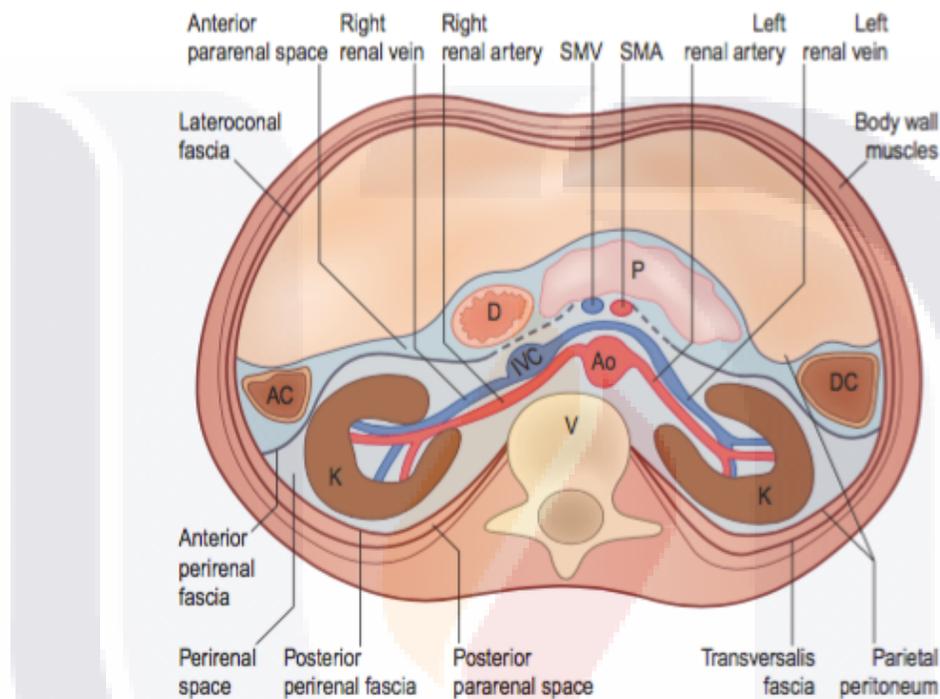


Figura 2. Planos fasciales del Abdomen.

Fascias transversal, lateroconal y perirrenal que determinan la localización de las colecciones e infecciones en las áreas renales. AC, colon ascendente; Ao, aorta; DC, colon descendente; SMA, arteria mesentérica superior; SMV, vena mesentérica superior; P, páncreas; V, cuerpo vertebral (15).

1.4 Inervación.

La inervación de ambos riñones corre a cargo de los nervios renales que se originan en el ganglio celíaco, estructura nerviosa del sistema nervioso autónomo simpático situada sobre la arteria aorta abdominal, a ambos lados del tronco arterial celíaco, justo por debajo del diafragma. Los nervios renales forman el plexo renal que penetra en los riñones acompañando a las arterias renales, la mayoría son vasomotores (inervan vasos sanguíneos), de manera que regulan el flujo sanguíneo renal (estos son los nervios que se pierden por la denervación durante la cirugía del injerto).

1.5 Anatomía de la vasculatura renal.

La irrigación de los riñones es muy abundante en relación a su peso y esto se debe a la función de depuración sanguínea que ellos realizan; ambas arterias renales aseguran un aporte de sangre de unos 1200 ml por minuto, en reposo, volumen que representa entre un 20 y 25 % del gasto cardíaco en reposo. Alrededor del 90% del flujo sanguíneo renal suministra la corteza renal, sólo el 10% a la médula.

Las arterias renales derecha e izquierda son ramas de la arteria aorta abdominal, de la cual se originan a nivel de la primera vértebra lumbar, a 1.5 cm por debajo de la arteria mesentérica superior, la arteria renal derecha pasa por detrás de la vena cava inferior, y continua posterior a la vena renal en el hilio. La arteria renal izquierda se extiende más directamente detrás de la vena renal hasta el hilio (figura 3), al penetrar por el hilio renal forman parte del pedículo renal. ⁽¹¹⁾

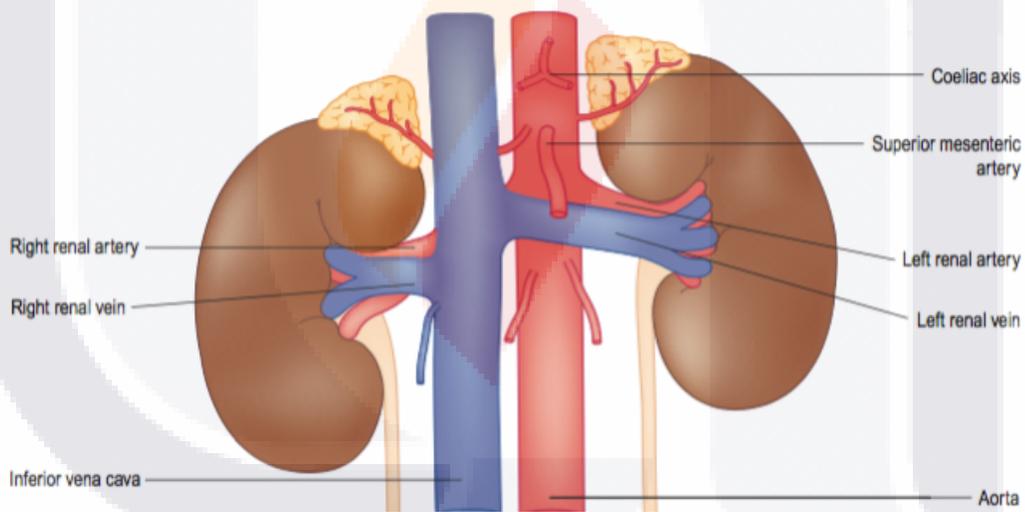


Figura 3. Nacimiento arterias renales.

Esquema que muestra el nacimiento a cada lado de la arteria aorta y por debajo de la arteria mesentérica superior así como el trayecto de las arterias renales, la derecha por detrás de la vena cava y y vena renal y la izquierda por detrás de la vena renal (15).

Las arterias renales se dividen en un número variable de ramas, por lo general, en o justo antes del hilio renal. Las ramas forman dos grupos que suministran a las partes anterior y posterior del riñón, respectivamente y se denominan arterias segmentarias. Las arterias segmentarias se dividen en las arterias interlobulares que discurren entre las pirámides en la corteza, donde se ramifican en arterias arqueadas que forman arcadas alrededor de la

unión córtico-medular. Las arterias arqueadas luego emiten muchas arterias corticales que corren radialmente en la corteza (figura 4 y 5). ⁽¹²⁾

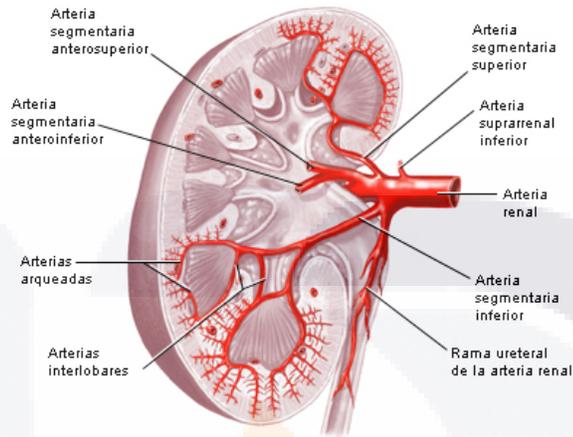


Figura 4. Diagrama arterial renal

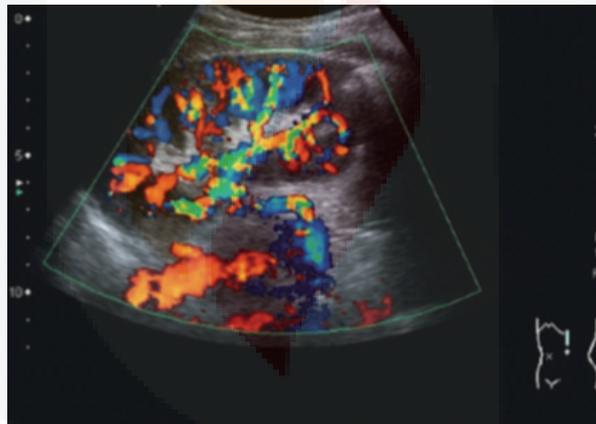


Figura 5. Doppler de arterias renales.

4) Anatomía de la vasculatura renal principal y sus ramas: arteria renal, arterias segmentarias interlobares y arcuatas. 5) Ultrasonido Renal Doppler en el que se muestra la vasculatura arterial renal. ⁽¹⁵⁾

El retorno venoso de los riñones se produce a través de las venas renales homologas de retorno venoso hasta llegar a la vena principal derecha e izquierda que drenan a la vena cava inferior. La vena renal derecha se extiende anterior a la arteria para entrar en la vena cava. La vena renal izquierda también se extiende anterior a la arteria. (figura 6). ⁽¹¹⁾

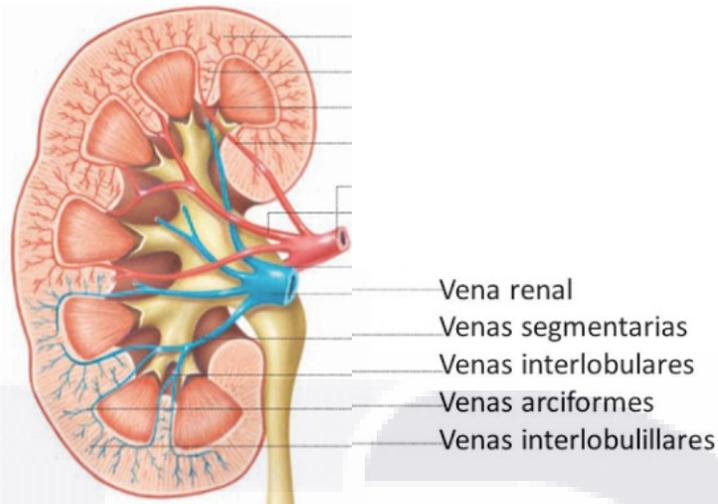


Figura 6. Estructura vascular y funcional del riñón.

Esquema que muestra la llegada de la sangre arterial, su paso por la nefrona y el retorno a través del sistema venoso. ⁽¹⁵⁾

Morfología externa por ultrasonido.

Los riñones tienen forma de habichuela (frijol); la medida normal del riñón adulto usualmente esta entre 10-12 cm, sin embargo hay un rango que va de 9-13 cm en pacientes con función renal normal (relacionado con el sexo, edad y constitución de cada individuo) (figura 7 y 8). El tamaño puede variar en un mismo individuo dependiendo del estado de hidratación en el momento del examen; pesan entre 130 y 150 gr cada uno (en el paciente adulto). En cada riñón se distingue un polo superior y uno inferior; dos caras, la anterior y la posterior; dos bordes, el externo o lateral convexo y el medial o interno cóncavo que presenta en su porción central el hilio renal, por donde entran y salen nervios, vasos linfáticos, vasos arteriovenosos y la pelvis renal; estos últimos constituyen el pedículo renal que se dispone de la siguiente forma, de delante a atrás: vena, arteria y pelvis renal (figura 9 y 10).

Envolviendo íntimamente al parénquima renal se encuentra primero la cápsula fibrosa, por fuera de ésta se encuentra la cápsula adiposa y aún más externamente se sitúa la aponeurosis renal. ⁽¹¹⁾

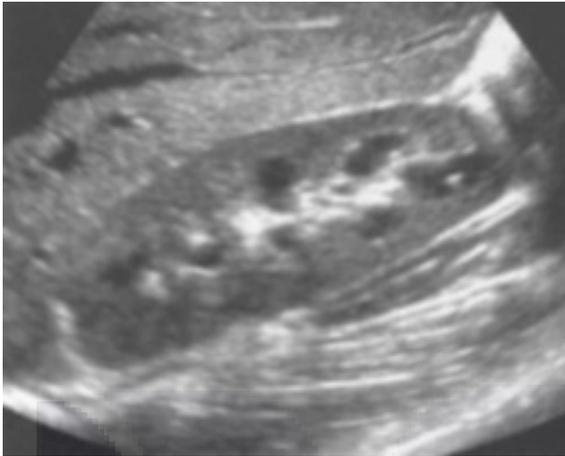


Figura 8. Ultrasonido renal sagital

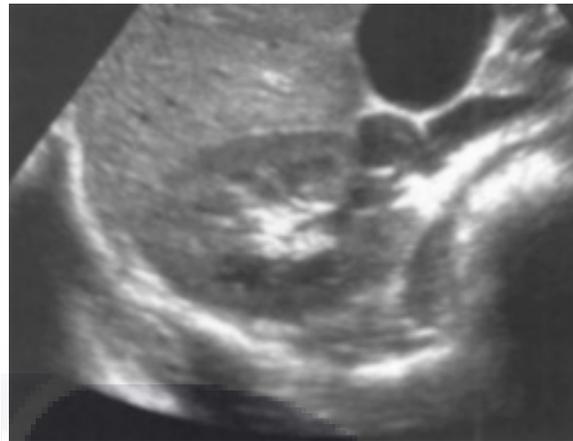


Figura 7. transversal normal.

Imágenes de ultrasonido en cortes sagital y transversal de características normales, en las cuales se observa morfología habitual (frijol) (CHMH).

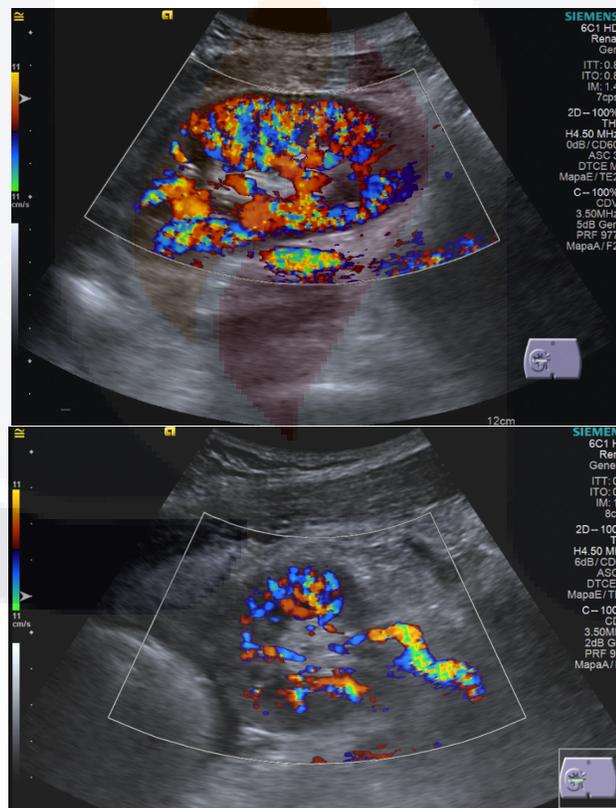


Figura 9 y 10. División arterial.

9) Imagen de ultrasonido Doppler renal que muestra el pedículo renal vascular (arteria y vena) así como sus ramificaciones dentro del riñón. 10) Esquema que muestra el pedículo renal (vena, arteria y pelvis). (CHMH).

1.6 Trasplante renal

A diferencia de hace algunos pocos años, el trasplante renal es ahora considerado como un procedimiento exitoso. El trasplante renal constituye en la actualidad el tratamiento de elección en los pacientes con insuficiencia renal crónica terminal (12,13,14,15,16) en etapa predialítica/dialítica. Los beneficios del trasplante renal están dados por la mejoría de la supervivencia y la calidad de vida (17,14,18), al permitir la independencia de la diálisis así como prevenir la progresión de las complicaciones.

A pesar de las mejoras en la diálisis peritoneal y hemodiálisis, estos pacientes sobreviven mucho más tiempo después de recibir un trasplante de riñón. En la actualidad las tasas de supervivencia del injerto renal han mejorado debido al refinamiento de las técnicas quirúrgicas, inmunosupresión más eficaz con medicamentos como la ciclosporina y OKT3, la mejora de la disponibilidad de la tipificación del antígeno leucocitario humano para la coincidencia entre donante y receptor (15). Con la finalidad de mantener una vigilancia vascular del injerto renal mediante ultrasonido Doppler, se introdujo éste con el objetivo de lograr una información objetiva peri y postoperatoria temprana acerca de la perfusión del injerto. ⁽¹⁹⁾

Hay muchos factores de riesgo conocidos que influyen en la supervivencia del injerto, tales como la edad del receptor, la raza, la presencia de diabetes, la función retardada del injerto, desajuste HLA, la infección por citomegalovirus (CMV), trauma de la extirpación quirúrgica y la reimplantación, los períodos de isquemia fría e isquemia caliente, agentes nefrotóxicos y episodios de rechazo agudo (12,14); sin embargo, ninguno de ellos, solo o en combinación, ha demostrado que tiene un valor predictivo para diferenciar entre pacientes con buen o pobre pronóstico de la supervivencia del injerto a largo plazo (14). La función renal durante el primer año después del trasplante también ha sido reportado a ser un factor importante que influye en la supervivencia del injerto. ⁽¹²⁾

La tasa de supervivencia del injerto a 1 y 5 años para un trasplante renal es ahora 93 y 83%, respectivamente, para los órganos de donadores cadavéricos y el 96 y 89%, respectivamente, para los órganos de donadores vivos relacionados. Sin embargo, el riñón trasplantado sigue siendo propenso a la pérdida de la función en el tiempo, con un

34-41% de todos los órganos de donantes fallecidos en su defecto dentro de los 10 años después de trasplante. Esto se debe a muchos factores, entre ellos los relacionados con el receptor, el órgano trasplantado y la terapia con inmunosupresor.⁽¹⁷⁾

1.7 Técnica quirúrgica.

Existen muchas técnicas para la anastomosis del riñón trasplantado, sin embargo, en la técnica más común se coloca generalmente extraperitonealmente en la fosa ilíaca derecha del paciente, con anastomosis término-lateral a la vasculatura ilíaca externa. Esta colocación permite la disección más fácil de localizar estos vasos más colocadas superficialmente. El tipo de anastomosis arterial creada, está dictada en gran medida por el tipo de injerto disponible. Los riñones de donador cadavérico se extraen típicamente con una arteria renal principal intacta y una porción de la unión a la aorta. La pieza de aorta se recorta a una configuración ovalada y luego anastomosa en el extremo a lado a la arteria ilíaca externa. Con riñones de donantes vivos, no se puede extraer una porción de la aorta; en estos casos, se lleva a cabo ya sea una anastomosis a lado de la arteria renal del donante a la arteria ilíaca externa del receptor o una anastomosis de extremo a extremo a la arteria ilíaca interna del receptor. La vena renal del donante se sutura siempre al lado de la vena iliaca externa del receptor.

El método preferido actualmente previo para la restauración de drenaje urinario es ureteroneocistostomía, un procedimiento por el cual el uréter se implanta directamente en la cúpula de la vejiga. Sin embargo, ureteroureterostomía o pieloureterostomía también se pueden realizar.

Aunque los procedimientos de trasplante renal anteriores son los más comunes, puede haber variaciones en la técnica. El riñón trasplantado se puede colocar ya sea extraperitonealmente o por vía intraperitoneal en la fosa ilíaca izquierda o hacia la derecha con anastomosis de la vasculatura en la arteria ilíaca externa o interna. El uréter también puede ser implantado en un segmento del intestino.⁽¹⁵⁾

La técnica quirúrgica mas utilizada, por ser la mas sencilla, es la colocación del riñón a trasplantar en la fosa ilíaca derecha por vía extraperitoneal (figura 11 y 12).⁽²⁰⁾

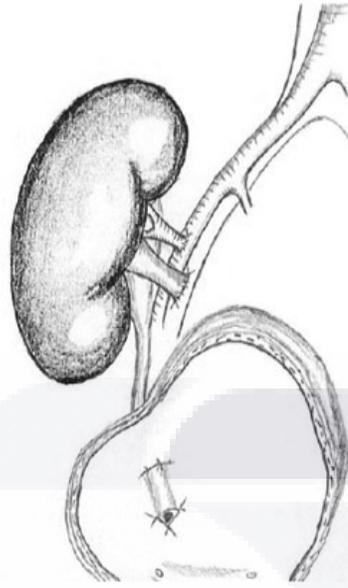


Figura 10. Esquema de trasplante renal heterotópico con anastomosis vascular a los vasos ilíacos externos y reimplantación ureteral. ⁽¹⁵⁾

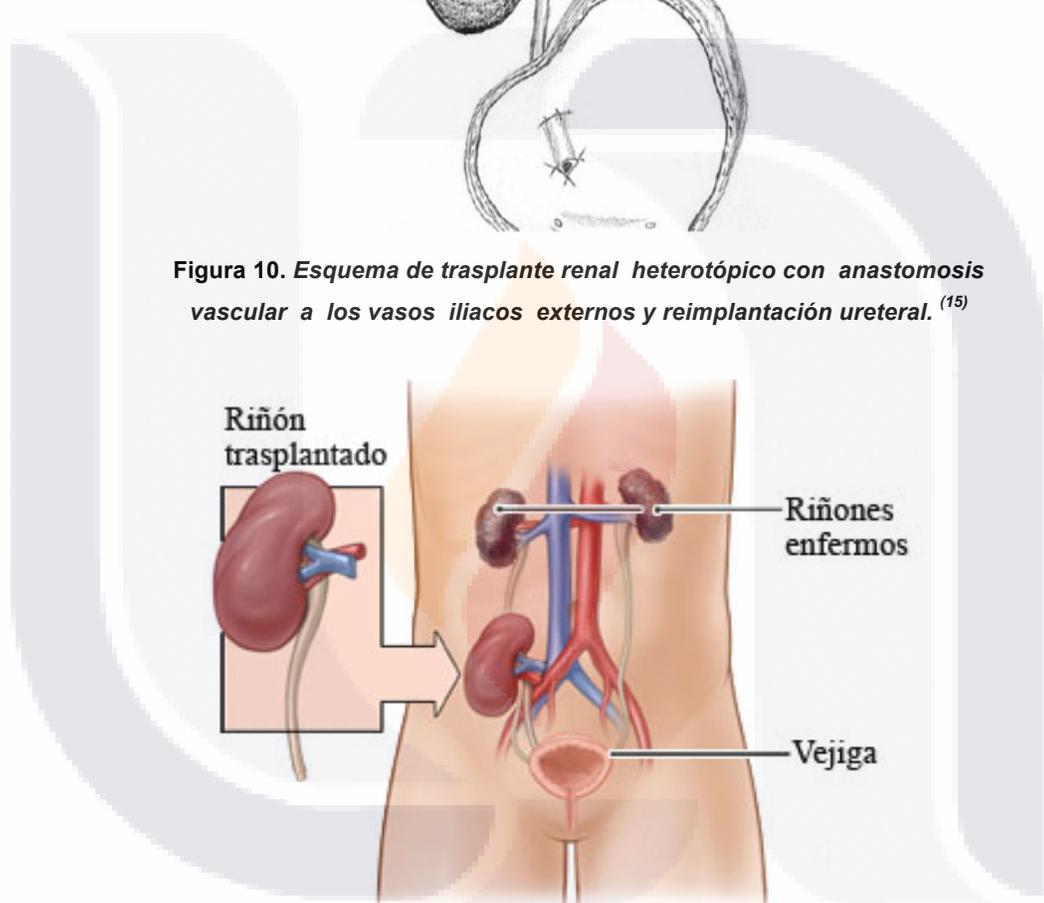


Figura 11. Esquema renal del injerto.

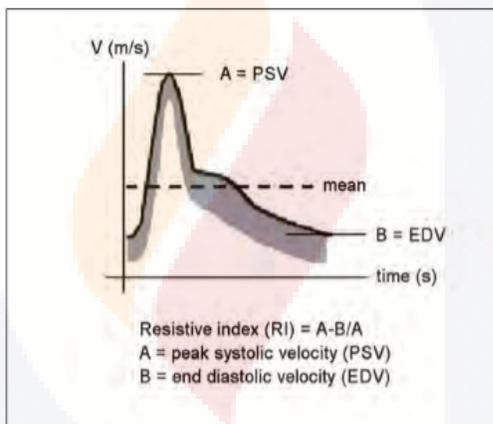
Esquema que muestra la localización habitual del injerto renal en la fosa iliaca derecha (predominantemente) pudiendo localizarse en fosa iliaca izquierda. ⁽²⁰⁾

1.8 Ultrasonido doppler. Física

Para poder entender la medición y detección de flujos sanguíneos dentro de un vaso, es importante tener una idea de lo que es el ultrasonido y más específicamente el ultrasonido

Doppler y como se hace la representación de las imágenes para poder realizar un diagnóstico.

La capacidad de la ecografía Doppler para detectar diferentes patologías, y en este caso patologías renales, se basa en la aseveración de que los cambios en las formas de onda arteriales intrarrenales reflejan con precisión los cambios sutiles en la resistencia vascular renal (RVR) que ocurren con la enfermedad renal. Estos cambios generalmente se cuantifican utilizando los llamados índice de resistencia (IR) e índice de pulsatilidad (IP) del ultrasonido Doppler, donde el **IR es igual a la diferencia entre la velocidad sistólica máxima y velocidad diastólica final, dividida entre la velocidad sistólica máxima** (figura 13) (3) y el **IP es igual a la diferencia entre la velocidad sistólica máxima y la velocidad diastólica final, dividida entre la velocidad media** (21).



$$IR = \frac{\text{Velocidad sistólica máxima} - \text{Velocidad diastólica final}}{\text{Velocidad sistólica máxima}}$$

Figura 12. Cálculo del IR de la onda espectral.

Cálculo de IR mediante la medición de la velocidad sistólica y diastólica de la onda espectral, donde A: pico de velocidad sistólico, B: velocidad al final de la diástole (3).

El ultrasonido Doppler mide la velocidad de la sangre de acuerdo al desplazamiento de los ecos recibidos de los glóbulos rojos registrando de frecuencia Doppler. El desplazamiento de frecuencia Doppler dentro de una región de interés se controla continuamente para producir un espectro Doppler, lo que demuestra la velocidad de la sangre como una función de tiempo.

El efecto Doppler para el sonido se produce cuando dos objetos se mueven en sentido contrario uno del otro y en el cual uno de los objetos es la emisión de una onda de sonido y la otro es el que lo recibe. El receptor de la señal percibe un tono o frecuencia de la onda, que difiere desde el tono de transmisión debido a este movimiento. **El cambio en la frecuencia percibida o la diferencia en la frecuencia percibida y la frecuencia de transmisión se denomina efecto Doppler** y es la base sobre la cual se realizan las imágenes del ultrasonido Doppler. ⁽²²⁾

La capacidad de detectar y cuantificar el flujo de sangre por medio de ultrasonografía Doppler ha hecho de esta técnica un complemento indispensable para formación de imágenes. Aunque la ecografía Doppler se ha utilizado clínicamente durante más de 20 años, el interés generalizado en el uso de técnicas Doppler es un fenómeno reciente. En el pasado, el uso de la ecografía Doppler fue restringida a la evaluación de unos pocas y bien definidas indicaciones de la enfermedad cardíaca, en la evaluación de la arteria carótida y la enfermedad arterial y venosa periférica. En la actualidad, la importancia de la información de flujo se extiende mucho más allá de la identificación de la estenosis, trombosis y oclusión de las arterias principales y venas. El Doppler está jugando un papel cada vez mayor en el diagnóstico de desordenes abdominales, pélvicos, fetales y renales **(23)**, este último además de las complicaciones del riñón nativo, ahora también en el diagnóstico temprano de las complicaciones del trasplante renal.

1.9 Ultrasonido Doppler en el trasplante renal

En los pacientes que han sido trasplantados de riñón, el volumen y la calidad de la perfusión de trasplante renal es importante para que la función del trasplante sea suficiente (24); esta es la premisa más importante para la adecuada función del injerto renal a corto, mediano y largo plazo.

Sin duda alguna, la ultrasonografía Doppler de las arterias intrarrenales es una de las piedras angulares en la evaluación de la perfusión del injerto renal y en el diagnóstico precoz de rechazo agudo (25) y en seguimiento de los riñones trasplantados así como en el manejo clínico. Las enfermedades o complicaciones en la anastomosis vascular se pueden diagnosticar con gran precisión mediante el ultrasonido Doppler **(12)**, además de

otras no vasculares, propias del trasplante renal.

En el período postoperatorio temprano, el US es útil en la exclusión de la obstrucción ureteral, de diferente origen, como causa de la disfunción del trasplante y el ultrasonido Doppler espectral tiene un papel útil en la evaluación de la función retardada del injerto renal. El retraso en la función del injerto se puede definir como la necesidad de diálisis en la primera semana después del trasplante y puede llegar a afectar entre el 2 y el 50% de los pacientes postrasplantados. ⁽¹⁷⁾

La medición del índice de resistencia (IR) y pulsatilidad (IP) puede ser de gran ayuda, sobre todo durante las primeras horas, semanas y meses después del trasplante para que puedan confirmar la patología en el parénquima renal **(12)** que este condicionando disfunción del injerto. Además de los índices de resistencia y pulsatilidad, otros estudios han evaluado la velocidad pico sistólica y la velocidad diastólica como predictores o indicadores hemodinámicos para el seguimiento del progreso de los trasplantes renales (26), sin embargo, el IR continua siendo el parámetro de mayor utilidad en la detección del rechazo agudo del injerto renal.

El análisis de la forma de onda arterial intrarrenal permite la medición cuantitativa del índice pulsatilidad (IP), el índice de resistencia (IR) o ambos. Los valores normales para el IP e IR son 1.36 a 1.56 y 0.6-0.8, respectivamente, siendo claramente anormal un IP > 1.8 y un IR > 0.9. La sensibilidad y especificidad de estos índices en la detección de rechazo agudo varía dependiendo de los niveles de corte utilizados y va desde 43% a 82% y de 33% a 100%, respectivamente (17, 27). En un estudio de cohorte, un IR de 0.8 o superior en un riñón trasplantado, fue el predictor más fuerte de pérdida del injerto de diversos factores de riesgo establecidos, tales como proteinuria, la edad del donante o el número de antígeno leucocitario humano (desajustes HLA) (13). En otro estudio realizado, los pacientes sin datos de rechazo presentaban IR entre 0.40 y 0.80 y los que presentaban rechazo agudo presentaban un IR > 0.80, siendo la causa una estenosis o espasmo de la arteria renal (19), situación que fue corregida, con la consiguiente normalización en los índices de resistencia, según el estudio realizado.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Durante el rechazo, los cambios que conducen a un aumento de la resistencia vascular renal (RVR) e IR probablemente se producen como resultado directo de la impedancia del flujo sanguíneo causado por la presión externa ejercida sobre los vasos sanguíneos mediante la expansión de intersticio, la infiltración de células inflamatorias, edema o el proceso de fibrosis. Los cambios que se producen en la propia pared vascular como respuesta a la lesión, por ejemplo, engrosamiento de la íntima o lumen estrechamiento por un trombo también podrían conducir a un cambio directo en el RVR. En el rechazo celular agudo hay una marcada infiltración intersticial con células mononucleares y ocasionalmente eosinófilos y la alteración de las membranas basales tubulares (tubulitis) por las células inmunes. Esta infiltración junto con el edema asociado al en la RVR, conducen al elevado IR. Mientras que, y debido a su efecto directo sobre la vasculatura renal, el rechazo vascular podría tener un efecto directo sobre RVR y IR. **(3)**.

El índice de resistencia (IR) se ha utilizado como un indicador para la evaluación hemodinámica de los riñones nativos y trasplantados (26); y es generalmente aceptado que el IR es el parámetro más fiable en el ultrasonido Doppler en la detección de rechazo de aloinjerto renal **(3)**. Se ha demostrado que el índice de resistencia, es un índice hemodinámico, que está particularmente afectado por la distensibilidad vascular del receptor y que un aumento del IR se observa en la presencia de rechazo agudo y necrosis tubular aguda entre otros. ⁽¹⁴⁾

En este sentido, los valores de IP e IR, sobre todo éste último, han demostrado que se correlacionan con la función a corto plazo del trasplante renal correlacionado con la determinación de la creatinina sérica o la depuración de creatinina (17). ***La medición de los índices de resistencia y pulsatilidad, sobre todo en las primeras semanas y meses después del trasplante, ha demostrado ser un buen predictor de la función del injerto renal a corto plazo (13).***

El ultrasonido temprano después del trasplante (dentro de las primeras 12 a 48 horas), no sólo sirve como una excelente herramienta para evaluar las anomalías anatómicas y el estado vascular, sino que también establece una línea de base para el futuro seguimiento del injerto renal. ⁽¹⁸⁾

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Las conclusiones extraídas de la US Doppler combinado con resultados clínicos y laboratoriales (creatinina sérica), son frecuentemente de gran importancia para el manejo del paciente postrasplantado renal **(12)**, sobretodo en el caso de rechazo agudo y/o de alguna otra complicación propia del injerto renal.

1.10 Técnica de ultrasonido doppler

El diagnóstico por ultrasonido Doppler es una herramienta importante en la investigación de los trastornos vasculares del riñón y más aún del riñón trasplantado; esto gracias a que es un método no invasivo, no implica ninguna radiación y no requiere un agente de contraste. Además de que el la localización del injerto renal permite una fácil visualización de éste.

Normalmente, el trasplante renal se puede visualizar fácilmente en la fosa ilíaca derecha, ya que se encuentra a unos pocos centímetros debajo de la superficie de la piel y por lo tanto es fácilmente accesible mediante el ultrasonido y la orientación del riñón puede ser variable dependiendo de la técnica quirúrgica empleada.

En general, un transductor de 4 MHz nos dará una muy buena valoración global del riñón, estructuras perirrenales y colecciones potenciales peritrasplante; también permite la valoración no sólo de la vasculatura intrarrenal del trasplante, sino también de los vasos situado más profundamente como los vasos ilíacos y la anastomosis de los vasos principales de trasplante. ⁽¹⁸⁾

Es importante tener en cuenta que no hay ninguna diferencia morfológica entre el trasplante renal y el riñón nativo, en los cuales el parénquima renal periféricamente está bien definida con un patrón ecogénico brillante que representa el centro de la grasa del seno renal. La resolución mejorada del trasplante renal (por la cercanía a la pared abdominal, hace que la identificación de las pirámides renales mucho más fácil; estos son hipoeoicos con relación a la corteza renal adyacente. En ocasiones en el periodo postoperatorio temprano se puede observar una leve hidronefrosis, resultado del edema postoperatorio producido por la compresión baja ureteral y entorno a la anastomosis vésico-ureteral.

Mapa de flujo Doppler color

El mapa de flujo Doppler color revela la anatomía arterial y venosa de las principales arterias y venas renales y de las arterias y venas intrarrenales. Ofrece, además, una apreciación instantánea y por lo tanto da una impresión de la perfusión global del trasplante. Además, se puede identificar fácilmente la arteria y la vena del injerto renal y el seguimiento de éstas a sus anastomosis con los vasos ilíacos. A pesar de que ésta información es puramente visual y cualitativa, muchas veces es útil (si hay buena perfusión, probablemente habrá normalidad en los valores del Doppler espectral) (figura 14).

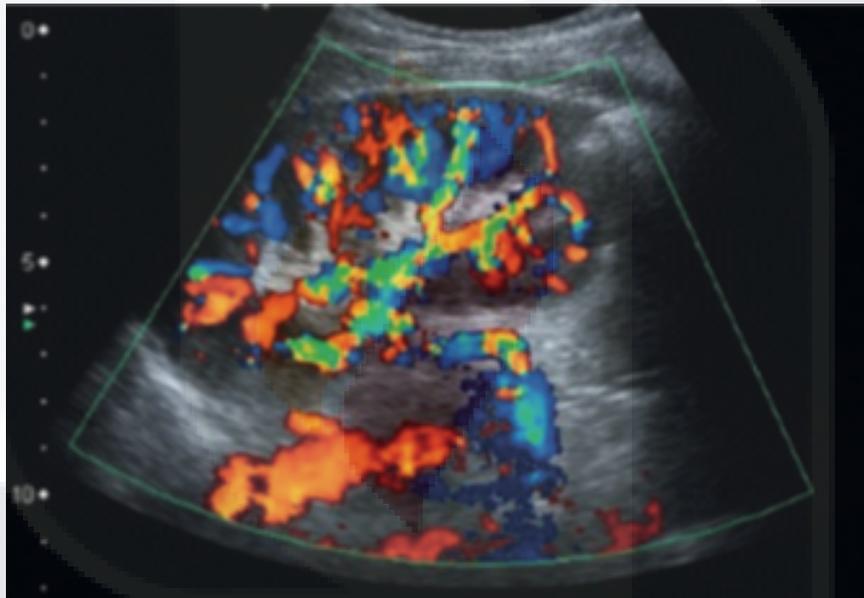


Figura 13. US Doppler color.

Imagen de ultrasonido Doppler color que muestra el flujo homogéneo dentro del riñón trasplantado. ⁽¹¹⁾

1.11 Ultrasonido Doppler espectral

Las formas de onda arteriales en cualquier parte del cuerpo se pueden dividir en dos tipos amplios: de alta resistencia (trifásicos) y baja resistencia (bifásicos). A medida que los riñones son normalmente activos, tienen baja resistencia arteriolar. Por tanto, la forma de onda de la arteria renal normal tiene una resistencia baja o forma de onda bifásica.

La técnica del ultrasonido Doppler espectral en el riñón trasplantado, tiene mucho en común con las técnicas utilizadas en otras partes del árbol vascular. Se localiza el vaso, se coloca la ventana espectral sobre la luz del vaso y se obtiene un Doppler espectral.

La morfología de la onda de la arteria renal principal muestra un patrón con baja resistencia, como ya lo había mencionado, con flujo continuo anterógrado diastólico que refleja la baja resistencia al flujo sanguíneo en riñón nativo. La velocidad pico sistólica es generalmente menor de 100 cm/s y el IR debe ser menor a 0.7. ⁽²⁸⁾

Con respecto al riñón trasplantado, la forma de onda Doppler espectral es característicamente de baja resistencia con un flujo diastólico de al menos un tercio del valor de pico sistólica. La velocidad sistólica máxima en la arteria principal del trasplante es de 2.5m/s, cualquier valor por debajo de este nivel es considerado normal; sin embargo valores por arriba pueden significar estenosis de la arteria principal, estando indicado la medición de las arterias segmentarias, interlobares y/o arcuatas superior, media e inferior. Precisa además de la corrección del ángulo de Doppler para asegurar una lectura precisa de la velocidad. No existen valores Doppler específicos para la velocidad normal de la vena renal, la principal consideración es simplemente identificar si el flujo está presente o ausente. También es importante identificar la arteria y la vena ilíacas, para distinguirlos de los vasos renales y, en segundo lugar, para excluir una lesión más proximal en el vaso ilíaco como una estenosis en la arteria ilíaca que puede contribuir o ser la única causa del deterioro de la función renal. ⁽¹¹⁾

Cabe mencionar y tener en cuenta que la forma de la onda de los vasos intrarrenales del injerto es similar a la de los vasos en un riñón nativo (20) (figura 15 y 16).

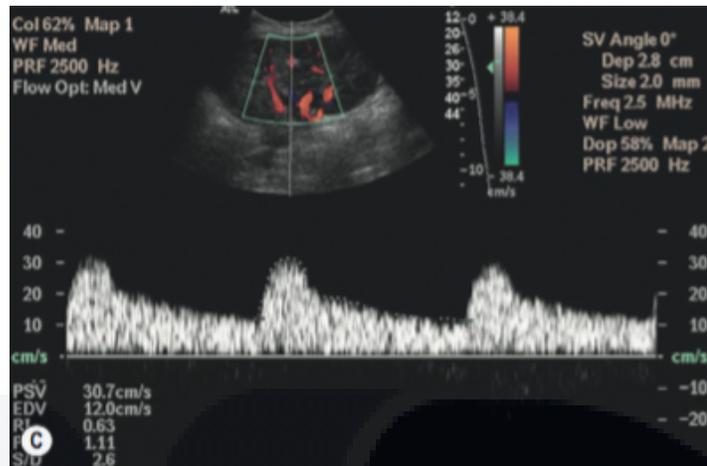


Figura 14. Doppler espectral.

Forma normal de la ondate Doppler espectral de la arteria interlobar. Después de selecciononar y elaborar el contorno de una onda, la máquinacalcula de manera automática el IR e IP (0,63 y 1,11 respectivamente) (11).

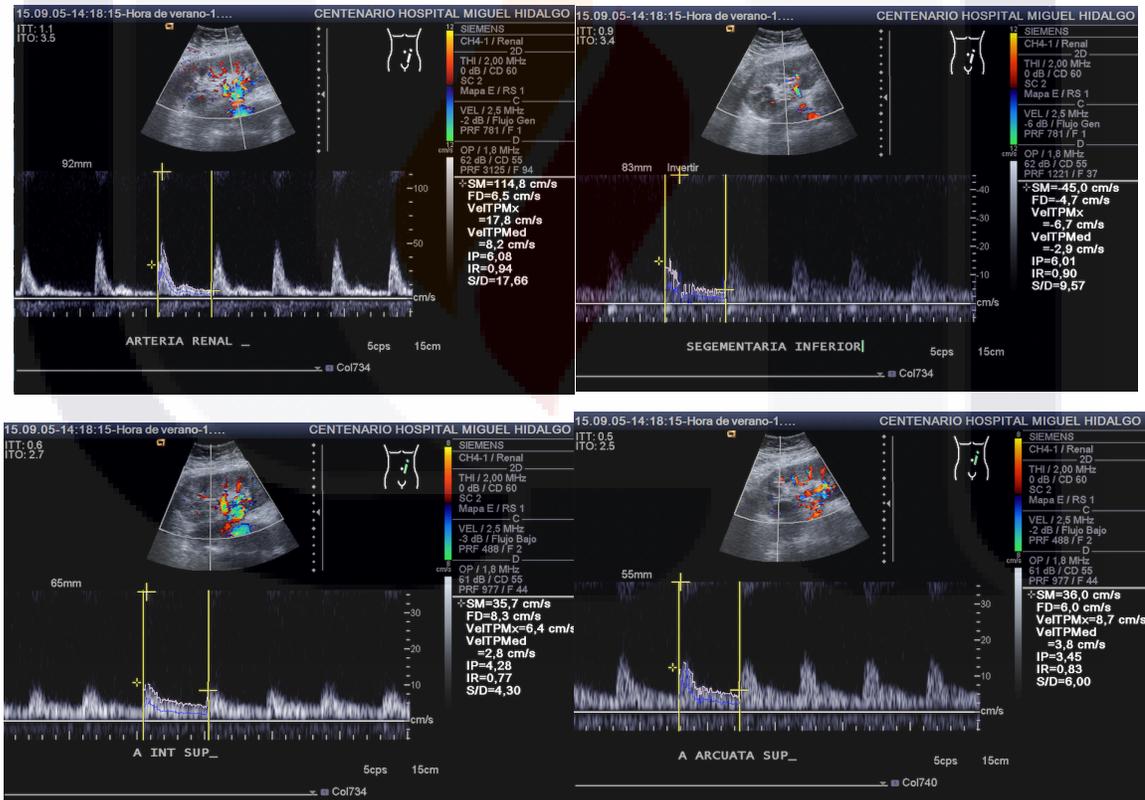


Figura 15. A, B, C y D. Doppler espectral de arterias intrarrenales.

Imágenes de ultrasonido Doppler espectral de injerto renal en un paciente postrasplante, a las 24 hrs. postrasplante, observando la medición de los IR e IP así como la velocidad en las diferentes arterias intrarrenales (A. renal, segmentaria inferior, interlobar superior y arcuata superior) (CHMH).

1.12 complicaciones del trasplante renal

Hay que tener en consideración, antes de mencionar las posibles complicaciones del injerto renal, los cambios normales que puede sufrir el injerto renal en las primeras horas postrasplante y que pudieran ocasionar fallo en el diagnóstico (falso positivo) de complicación del injerto renal (rechazo agudo). Aunque el aspecto morfológico de un trasplante es el mismo que el riñón nativo, se puede observar un grado leve de dilatación pielocalicial asociado a prominencia de pirámides renales de forma transitoria en el período postoperatorio inmediato y se espera debido a edema en el sitio de anastomosis ureteral (29); característicamente la prominencia de pirámides renales conservan su morfología triangular (30), razón por la cual algunos consideran no es un cambio sino que la localización anterior del injerto permite la adecuada visualización de la morfología renal incluyendo las pirámides renales. Otro hallazgo normal que se puede observar en el injerto renal es prominencia del límite cortico-medular (edema del injerto renal). Es importante diferenciar estas características en el postoperatorio temprano para evitar el diagnóstico erróneo de una complicación renal (figura 17).

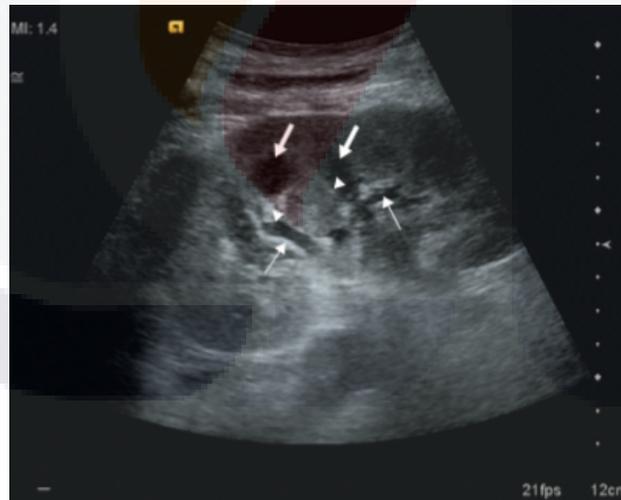


Figura 16. *Cambios en el injerto renal.*

Pirámides renales prominentes (flechas gruesas), se observan espaciados regulares e hipoecoicos. No se comunican lo que ayuda a diferenciarlo de la dilatación de los cálices. Se puede observar una columna de Bertin (puntas de flecha). Los vasos segmentarios (flechas finas) también se pueden ver dentro del seno renal (11).

Otro hallazgo observado en la mayoría de los pacientes, es la presencia de stent vésico-ureteral (catéter doble “J”), el cual se coloca ante la posibilidad de que ocurra una isquemia del extremo inferior del uréter por desvascularización y que afectaría la funcionalidad de éste (11); sin embargo, puede llegar a ocasionar dudas diagnósticas por lo que es importante referir su presencia (figura 18).



Figura 17. Stent vésico-ureteral.

Imagen de ultrasonido en un paciente con injerto renal, en el que se observa la presencia de catéter doble “J” localizado en la pelvis renal (flecha.)⁽¹¹⁾

Como ya se ha mencionado, el trasplante renal se ha establecido como el tratamiento de elección para pacientes con insuficiencia renal crónica; con una mejor calidad de vida y mayor supervivencia en comparación con aquellos con diálisis ó hemodiálisis a largo plazo. Estos pacientes, asimismo, se benefician de altas tasas de supervivencia debido a los avances en los fármacos inmunosupresores. Sin embargo, estos pacientes también son propensos a complicaciones de la cirugía y la inmunosupresión.⁽²⁹⁾

Las complicaciones inmediatas postrasplante renal pueden ser urológicas y vasculares y van a tener un impacto sustancial en la morbilidad y la mortalidad de estos pacientes. Las complicaciones urológicas se producen en 4-8% de los pacientes (15), sin embargo, éstas raramente conducen a la pérdida del injerto; y las complicaciones vasculares ocurren en aproximadamente el 5-15%, aunque son raras, son causa importante de disfunción o pérdida del trasplante (31). Sin embargo, las complicaciones del trasplante renal pueden ser tan variadas y numerosas que las dividiremos sonográficamente en cuatro categorías (tabla 1):

- 1.- Colecciones perirrenales.
- 2.- Anormales del parénquima renal.
- 3.- Anormalidades de los sistemas colectores.
- 4.- Anormalidades vasculares.

Tabla 1. Clasificación de las complicaciones postrasplante renal basadas en imagen por US (14).

1.- Colecciones perirrenales.	Hematoma Seroma Linfocele Urinoma Absceso
2.- Anormalidad del parénquima renal	Difusa: Necrosis Tubular Aguda Rechazo Agudo y crónico Nefrotoxicidad por drogas (crónico) Otra nefropatía (crónico) Focal: Tumores incluyendo desordenes linfoproliferativos postrasplante. Abscesos renales. Nefrocalcinosis (crónico). Infarto Focal. Quistes.
3.- Anormalidad del sistema colector	Hidronefrosis obstructiva Denervación patológica del sistema colector Piedras renales Micosis en el sistema colector. Tumores
4.- Anormalidades vasculares	Trombosis o estenosis de la arteria renal Trombosis o estenosis de la vena renal Infarto segmentario Diseción de arteria renal o iliaca Pseudoaneurisma postbiopsia o fístula AV

Los avances en las técnicas diagnósticas e intervencionistas percutáneas han sido constantes y en la actualidad la intervención quirúrgica para tratar muchas de las complicaciones postrasplante, puede ser obviada en muchos casos; sin embargo, en muchos otros van a requerir la intervención quirúrgica para evitar el rechazo y salvar el injerto renal.

Lo ideal sería identificar a los pacientes en riesgo de disfunción del injerto lo antes posible para que podamos poner en práctica una intervención dirigida para reducir el riesgo de pérdida del órgano trasplantado, basándonos en la imagen y en este sentido el radiólogo debe ser protagonista y diagnosticar de forma temprana las complicaciones del trasplante.

El creciente número de receptores de trasplante renal que regresan a sus comunidades con el funcionamiento de los aloinjertos sugiere que gran parte del cuidado a largo plazo de estos pacientes se proporcionará lejos de los centros de trasplante (11), por lo que es importante el control temprano postrasplante para corroborar la ausencia de complicaciones tempranas.

Para la finalidad de esta tesis solo se describirán las complicaciones tempranas del injerto renal.

1.13 Colecciones perirrenales

En el periodo postrasplante temprano lo más común es observar colecciones alrededor del riñón, esto se puede llegar a ver hasta en el 50% de los casos (14). Las colecciones perirrenales comunes postrasplante incluyen el hematoma, el seroma, el linfocelo, el urinoma y el absceso.

La importancia clínica de estas colecciones es determinada en gran medida por su tamaño, la ubicación y el posible crecimiento. El ultrasonido es muy útil para evaluar la presencia y el tamaño de las acumulaciones de líquido perirrenal; sin embargo, no es muy específica en la diferenciación entre los diferentes tipos de colecciones postoperatorias. El intervalo de tiempo después del trasplante, sin embargo, puede sugerir la naturaleza de las colecciones; acumulaciones de líquido visto en el postoperatorio inmediato, son por lo general hematomas o seromas (14,15,29), pequeñas acumulaciones de líquido pueden ser considerados como resultados esperados después del trasplante y su tamaño debe ser documentado en el examen de referencia, ya que cualquier aumento en el tamaño puede justificar la intervención; además, una colección creciente pueden ser indicativa de fuga de orina, absceso o lesión vascular. ⁽¹⁵⁾

1.14 Hematomas.

Los hematomas son comunes en el postoperatorio inmediato, pero también se pueden desarrollar de forma espontánea o como consecuencia de un traumatismo o una biopsia. Por lo general son pequeños y se resuelven espontáneamente. Los hematomas grandes pueden desplazar el riñón trasplantado y producir hidronefrosis. ⁽¹⁵⁾

En el ultrasonido, los hematomas pueden tener una apariencia muy compleja con múltiples tabiques; los hematomas agudos son hiperecogénicos y con el tiempo disminuye su ecogenicidad. Los hematomas de más edad parecen incluso, el líquido más anecóico y en esta etapa es cuando se pueden desarrollar los tabiques. (Figura 19). La incidencia global de los hematomas postoperatorios significativos desde el trasplante renal varía de 4 a 8%. ⁽¹⁴⁾

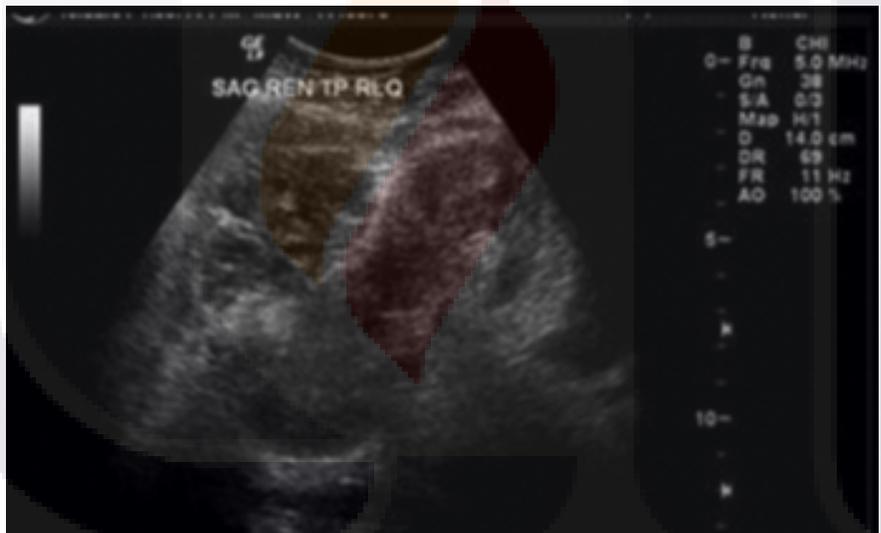


Figura 18. Hematoma.

Imagen de ultrasonido en paciente postrasplantado renal que muestra una colección compleja, septada, en torno al riñón, apariencia común del hematoma. ⁽¹⁴⁾

1.15 Linfocele

Los linfoceles resultan de la interrupción quirúrgica de los vasos linfáticos y generalmente se presentan 4 a 8 semanas después del trasplante, pero pueden aparecer

hasta años después del trasplante (14). Los factores de riesgo incluyen la ligadura inadecuado de los canales linfáticos a través de los vasos ilíacos, la administración de heparina, y, posiblemente, el aumento del flujo linfático secundario a edema de las extremidades inferiores (15). Son las acumulaciones de líquido peritrasplante más frecuentes, con una prevalencia del 0,5 - 20%. Generalmente se presentan medial al trasplante, entre el injerto y la vejiga. Por ultrasonido, éstas se ven como acumulaciones de líquido en su mayoría anecoicas o mínimamente complejas de todo el riñón (figura 20). Con mayor frecuencia son pequeños, por lo que son asintomáticos y se resuelven espontáneamente (29); sin embargo, pueden ser grandes causando obstrucción urinaria con hidronefrosis secundaria o edema de extremidades inferiores y puede requerir drenaje. ⁽¹⁴⁾



Figura 19. Linfocelo.

Imagen de ultrasonido que muestra un linfocelo: gran colección líquida anecoica adyacente al riñón trasplantado. ⁽¹⁴⁾

1.16 Fuga de orina y urinoma

Las fugas de orina y el urinoma son una complicación relativamente poco frecuente del trasplante y por lo general constituyen un problema postoperatorio temprano. Por lo general ocurren en las primeras 2 semanas y se observan en el 5% de los pacientes

(15,29). El urinoma es una acumulación localizada de la orina debido a una fuga (29). La extravasación de orina puede ocurrir a partir de la pelvis renal, uréter o sitio ureteroneocistostomía debido a la necrosis ureteral causada por insuficiencia vascular o aumento de las presiones causadas por la obstrucción urinaria. Los sitios comunes de urinoma son el uréter distal, donde puede causar obstrucción, y alrededor de la vejiga en el sitio de cistostomía anterior. Cuando hay una disminución en la producción de orina, puede sugerir que un escape de orina y los signos clínicos pueden incluir sensibilidad alrededor del injerto, inflamación de la pierna ipsilateral o escrotal o edema de los labios. La detección y reparación temprana son fundamentales en la reducción de la mortalidad del paciente. Por ultrasonido no presentan características específicas por lo que puede confundirse con otras colecciones; sin embargo, se puede observar como colección de líquido bien definido, sin eco, sin tabiques y que aumenta de tamaño rápidamente, típicamente en la cara medial del riñón, alrededor del uréter distal o la cara anterior de la vejiga (figura 21) (15). Pueden infectarse y eventualmente formar absceso.

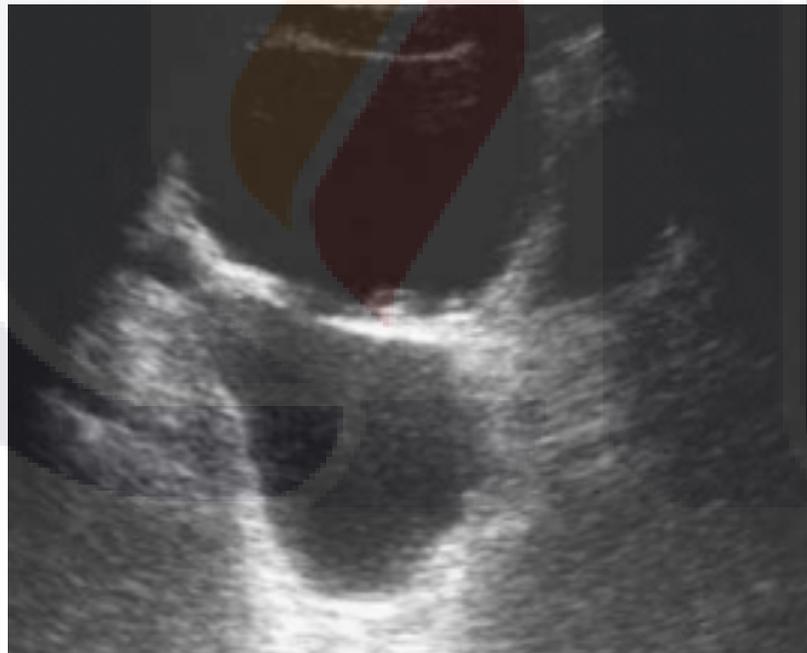


Figura 20. Urinoma.

Imagen de ultrasonido que muestra una colección anecóica, bien definida, sin septos, entre la vejiga y el trasplante (29).

1.17 Absceso

Los abscesos son vistos en el periodo postquirúrgico temprano. Son una complicación poco frecuente y por lo general se desarrollan dentro de las primeras semanas después del trasplante. Estos abscesos pueden ser causados por la pielonefritis o siembra bacteriana de un linfocele, hematoma o urinoma y pueden ocasionar nefritis aguda bacteriana, absceso renal o absceso perirrenal (15). Los pacientes pueden tener algunos signos o síntomas de infección a causa de su estado inmunodeprimido. Se pueden presentar con fiebre de origen desconocido, dolor o síntomas relacionados con la compresión del absceso en el sistema trasplantado. En un receptor de trasplante síndrome febril asociado a cualquier acumulación de líquido peritrasplante, se debe presumir de ser infectados.

La apariencia ecográfica de los abscesos son muy variables, presentan una pared mal definida con ecos internos (figura 22).⁽²⁹⁾

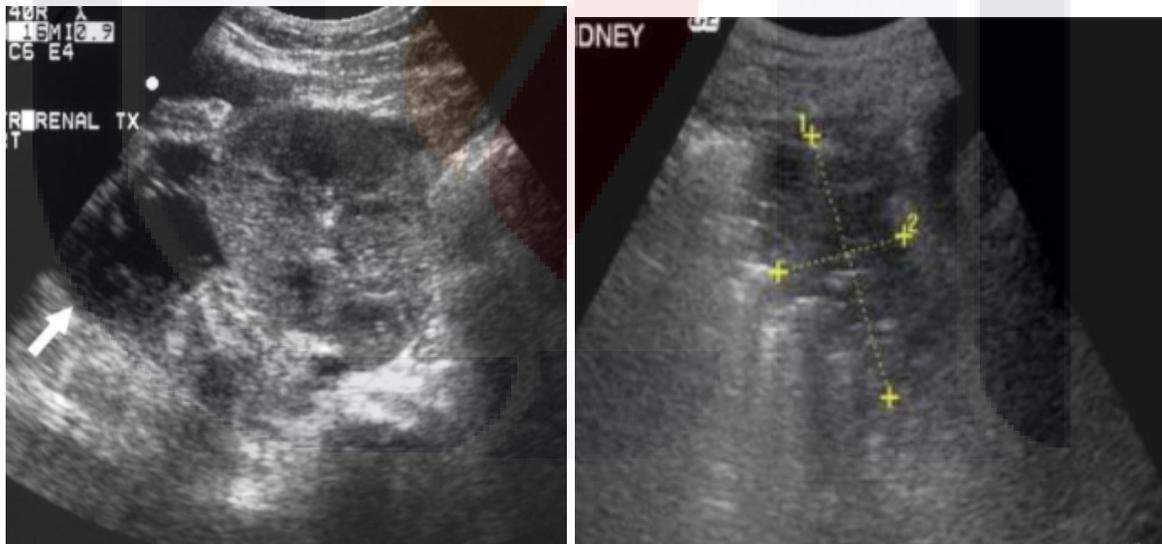


Figura 21 A y B. Absceso perirrenal.

A y B Imágenes de US que demuestran una acumulación de líquido perirrenal, loculado, con características ecográficas complejas. El paciente se presentó con fiebre, inflamación y dolor en la fosa ilíaca derecha (29).

1.18 Anormalidades del parénquima renal

DIFUSAS TEMPRANAS

Rechazo

Rechazo hiperagudo.

Es una rara condición que ocurre durante la cirugía debido a la presencia de anticuerpos circulantes los cuales activan el sistema de complemento resultando en un daño vascular y formación de trombos (14, 29). En este caso la imagen casi no juega ningún papel, salvo para demostrar la ausencia de perfusión mediante el ultrasonido Doppler.

Rechazo agudo acelerado.

Ocurre dentro de la primera semana; la causa se desconoce pero se cree que es una reacción mediada por células similares a rechazo agudo, que se produce antes de lo normal, otros creen que es una reacción humoral similar al rechazo hiperagudo, presentando más tarde de lo normal. Las características de imagen son los mismos que de rechazo agudo. Es manejado con inmunosupresores. ⁽²⁹⁾

Rechazo Agudo

El rechazo agudo puede afectar hasta el 40% de los pacientes entre las semanas 1 a 3 después del trasplante (11) y al menos un episodio de rechazo agudo se va a ver en el 50% de los pacientes en el primer año postrasplante; suponiendo que la condición se reconoció tempranamente y se trató con altas dosis de esteroides o terapia con anticuerpos. Es una reacción mediada por células y se pueden ver cambios predominantemente intersticiales o vasculares en la histología. En general, los pacientes son asintomáticos, aunque el rechazo grave puede acompañarse de elevación de la creatinina y oliguria y síntomas como fiebre, edema y sensibilidad del injerto (29). El rechazo agudo siempre debe ser considerado en pacientes con deterioro de la función renal y, al igual que con la necrosis tubular aguda, a frecuentemente es difícil de diagnosticar, especialmente en aquellos pacientes con injertos que no funcionan. La

presencia de rechazo agudo, aun tratado con éxito, es indicativo de mal pronóstico a largo plazo. El diagnóstico de rechazo agudo es por biopsia (11). Debido a los avances en la inmunoterapia después del trasplante, la incidencia de rechazo agudo ha disminuido significativamente en los últimos años. ⁽¹⁴⁾

Las características ecográficas incluyen el aumento de tamaño renal, heterogeneidad de la corteza renal, pérdida de la diferenciación córtico-medular, hipoecogenicidad de pirámides renales, corteza y seno renal, engrosamiento de la corteza renal y engrosamiento de las paredes de sistema colector (figura 23); sin embargo, éstas no son específicas y pueden ser vistos en otras complicaciones nefrológicas; en ocasiones, incluso, el riñón se puede ver normal. El ultrasonido Doppler muestra una disminución del flujo diastólico causando un índice de resistencia alto ($> 0,8$) y el índice de pulsatilidad bajo. Esto también es un hallazgo no específico. Un índice de resistencia alto (>0.9) es relativamente específico para el rechazo agudo. En algunos centros también utilizan el índice de pulsatilidad, un IP de más de 1.5 se utiliza para el diagnóstico de rechazo (29). Se han informado una sensibilidad del 40% y una especificidad del 100% del ultrasonido Doppler en el diagnóstico de rechazo agudo.

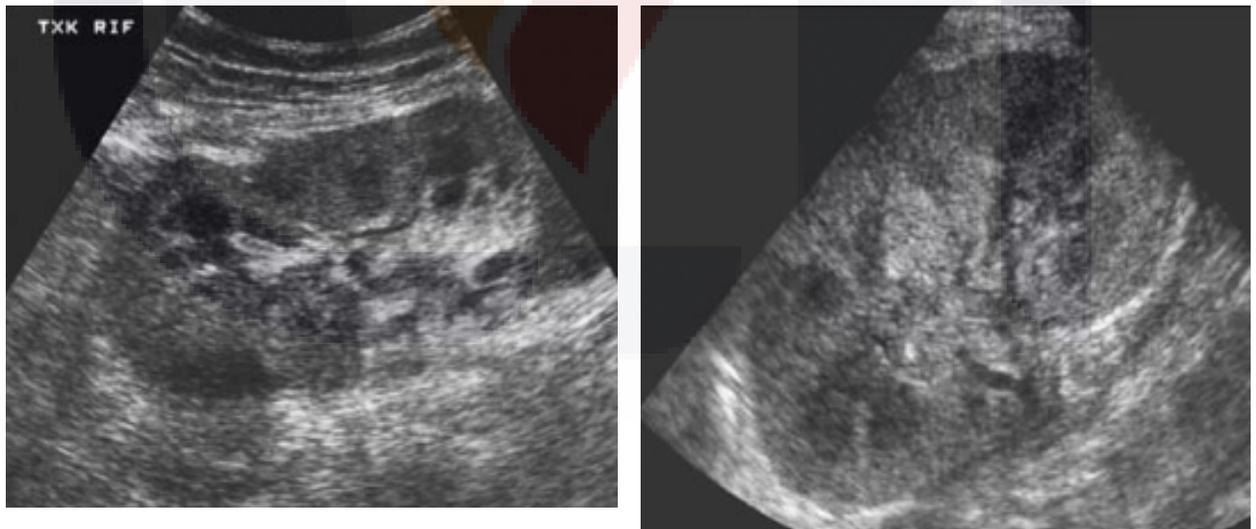


Figura 22 A y B. Rechazo agudo.

Imágenes de ultrasonido en un paciente con rechazo agudo. el riñón se observa aumentado de tamaño, con aumento de la ecogenicidad en la corteza y pérdida de la diferenciación córtico-medular. ⁽²⁹⁾

1.19 Necrosis tubular aguda.

La necrosis tubular aguda es la causa más común de insuficiencia renal en el período del postrasplante temprano, con hasta 30% de los pacientes que requieren diálisis en este período (11). En los pacientes con necrosis tubular aguda que requieren diálisis, la recuperación se produce generalmente en un plazo de 1-2 semanas del trasplante, aunque puede retrasarse hasta 3 meses. La función retardada del injerto es raro en el caso del donador vivo relacionado, por lo que esta situación se presenta mas frecuentemente en los trasplantes de donador cadavérico (14). La necrosis tubular aguda se relaciona tanto con el donante como el riñón donante y, en particular, el tiempo de isquemia caliente (11), y va a representar necrosis de las células tubulares que comúnmente se desprenden en el lumen tubular. Los pacientes con necrosis tubular aguda no presentan sensibilidad o fiebre, a diferencia de los pacientes con rechazo agudo. Los hallazgos de imagen en la necrosis tubular aguda no son específicos y no pueden ser diferenciados de rechazo agudo o de la toxicidad ciclosporina con certeza (figura 24).

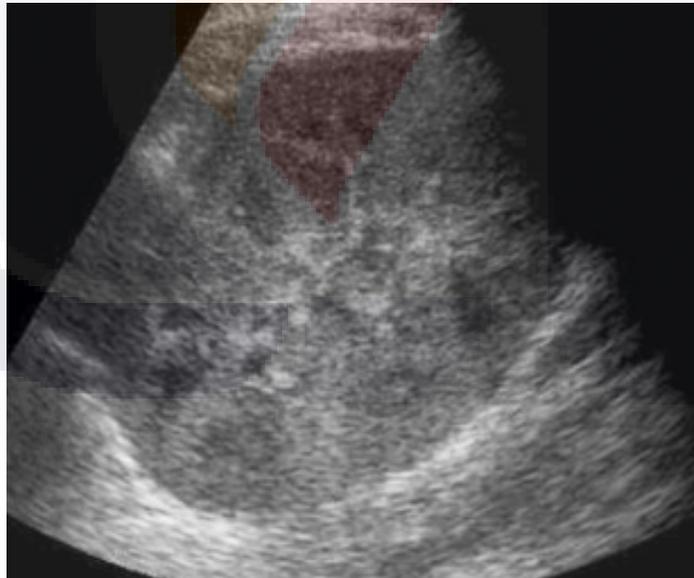


Figura 23 Necrosis tubular aguda.

Ultrasonido en un paciente con necrosis tubular aguda en el que existe aumento de la ecogenicidad cortical y pérdida de la diferenciación cortico-medular; hallazgos que son inespecíficos. ⁽²⁹⁾

1.20 Anormalidad del sistema colector

Obstrucción

La obstrucción ureteral se produce en aproximadamente el 2% (14,15) de los pacientes y puede ocurrir en cualquier parte. Las causas más comunes son la estenosis en el tercio distal del uréter, edema en el lugar de la anastomosis, coágulo de sangre dentro del uréter o la vejiga y las acumulaciones de líquido perirrenal (por ejemplo linfocèle) (29). La estenosis del tercio distal del uréter es habitualmente secundario a isquemia. La obstrucción aguda se presenta con dolor, hinchazón, anuria u oliguria y por laboratorio se manifiesta por un aumento del nivel de creatinina sérica o puede mantenerse elevada si la obstrucción es en el periodo postquirúrgico temprano. La ecografía muestra un sistema colector dilatado. En el periodo postoperatorio inmediato se puede observar dilatación pielocalicial aunque en menor grado, incluso sin la obstrucción. La dilatación también puede ser debida a reflujo. Ultrasonido Doppler muestra un alto índice de resistencia (IR) > 0,75 en la obstrucción. Un IR normal es un indicador fuerte contra la obstrucción ureteral a menos que también este presente una fuga (figura 25). Por esta razón se debe realizar un ultrasonido temprano postcirugía para tenerlo con línea de base. La obstrucción secundaria a las colecciones se alivia mediante drenaje de la colección guiado por ultrasonido. (2, 29)

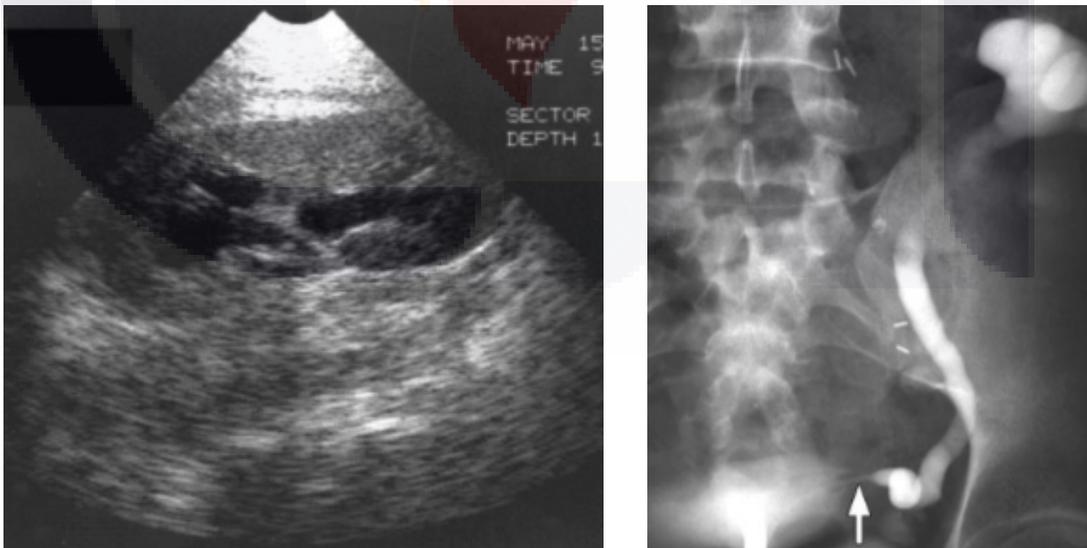


Figura 24 A y B. Hidronefrosis secundaria a estenosis ureteral.

A) Imagen de US modo B que muestra hidronefrosis leve secundaria a estenosis ureteral. B) Pielografía retrograda que muestra el sitio de estenosis en el sitios de anastomosis del uréter a la vejiga (flecha)(15).

1.21 Anormalidades vasculares

Las complicaciones vasculares se observan en menos del 10% de los casos y pueden resultar en la pérdida del injerto. Sin embargo aunque son poco frecuentes, es importante detectarlos de manera temprana en vías a poder rescatar el injerto. El ultrasonido Doppler en el período postoperatorio temprano no sólo ayuda a evaluar las complicaciones vasculares sino también establece un detalle anatómico como línea de base de cualquier variante de la anatomía para el futuro seguimiento. ⁽¹⁴⁾

1.22 Estenosis de la arteria renal.

La estenosis de la arteria renal es la complicación vascular más común en pacientes con trasplante renal. Esta es la complicación vascular más común en un trasplante, con una incidencia de 10% y ocurre dentro de los primeros 3 meses del trasplante (29), siendo mas común en los trasplantes de donador cadavérico. Al igual que con los riñones nativos, el tratamiento a menudo implica la angioplastia con colocación de stent. La estenosis puede estar situada antes de la anastomosis (a causa de la enfermedad aterosclerótica en el paciente donante), en la anastomosis (secundaria a lesión por perfusión de los vasos, técnica de sutura defectuosa o reacción con el material de sutura) o después de la anastomosis (debido a rechazo, flujo turbulento por mal posición del riñón o torsión arterial, dobleces o compresión arterial). ⁽¹⁵⁾

Las características Doppler son la velocidad sistólica elevada ($> 2,5 \text{ m / s}$), en pacientes sintomáticos o $> 3,0 \text{ m/s}$ en pacientes con bajo riesgo o en la población en vigilancia, ensanchamiento espectral, aliasing (indicativo de estenosis severa de más del 80%) y lenta aceleración ($> 0,1 \text{ s}$). La forma de la onda es retardada "*parvus tardus*" puede estar presente en las arterias intrarrenales en comparación con el ascenso rápido sistólico normal (figura 26).

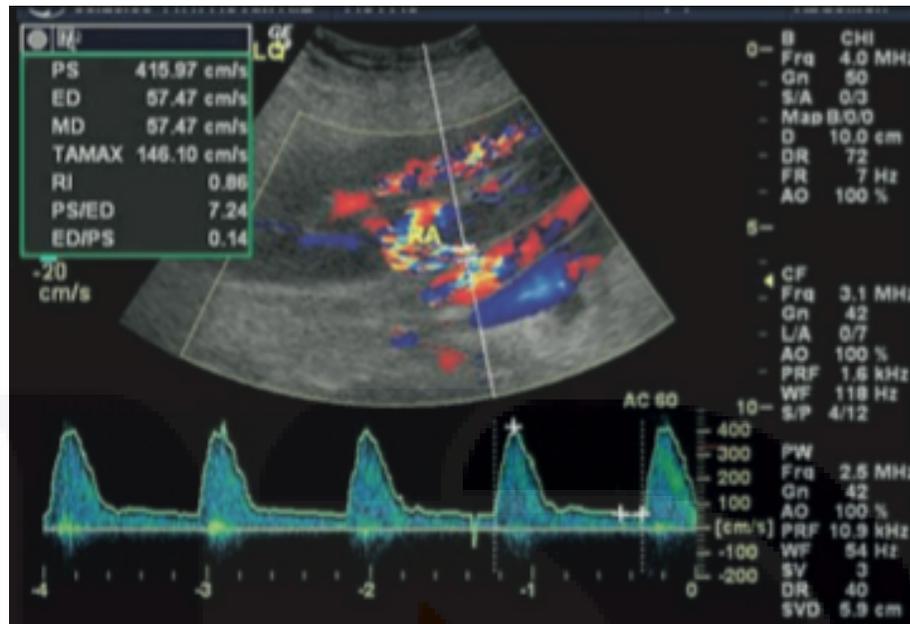


Figura 25 Estenosis de la arteria renal.

Imagen de ultrasonido Doppler Dúplex que muestra velocidad aumentada en el sitios de la anastomosis que es sugestiva de estenosis de la arteria renal. ⁽¹⁵⁾

1.23 Trombosis de la arteria renal.

La trombosis de la arteria renal es rara pero una complicación seria del injerto renal que ocurre en menos del 1% (14) de los pacientes trasplantados. Esta complicación aunque es poco frecuente, se ve en el periodo postoperatorio temprano y generalmente resulta en la pérdida del trasplante, siendo la causa mas común de rechazo agudo o hiperagudo. Los hallazgos mas comunes por ultrasonido son la ausencia de flujo arterial o venoso distal al trombo (figura 27); sin embargo, hay que tener en cuenta que el flujo ausente también se puede observa raramente con el rechazo severo que resulta en un diagnóstico falso positivo de trombosis de la arteria renal.

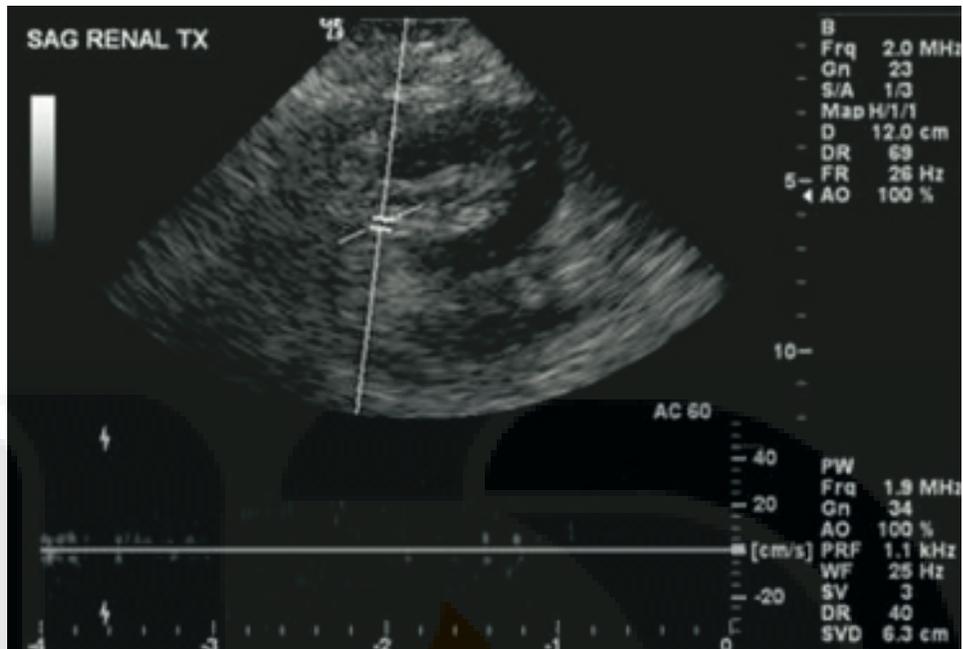


Figura 26. Trombosis de la arteria renal.

Imagen de ultrasonido Doppler espectral que muestra ausencia de flujo, así como de la forma de la onda en la arteria renal, consistente con trombosis de la arteria renal (14).

1.24 Estenosis de la vena renal.

La estenosis de la vena renal es una complicación muy rara del trasplante renal y por lo general en la primera semana postrastplante; y se puede ver como consecuencia de la compresión secundaria por colecciones perirrenales o por fibrosis perivascular (14,29). Los cambios renales vistos por ultrasonido son sutiles y se puede observar el parénquima renal normal o ligeramente hipoecogénico (14), aumento de tamaño renal; sin embargo, el incremento en tres a cuatro veces de la velocidad venosa del área preestenótica a la estenótica acompañado de turbulencia y aliasing, se considera altamente sugestiva de estenosis focal (figura 28).^(14,29)

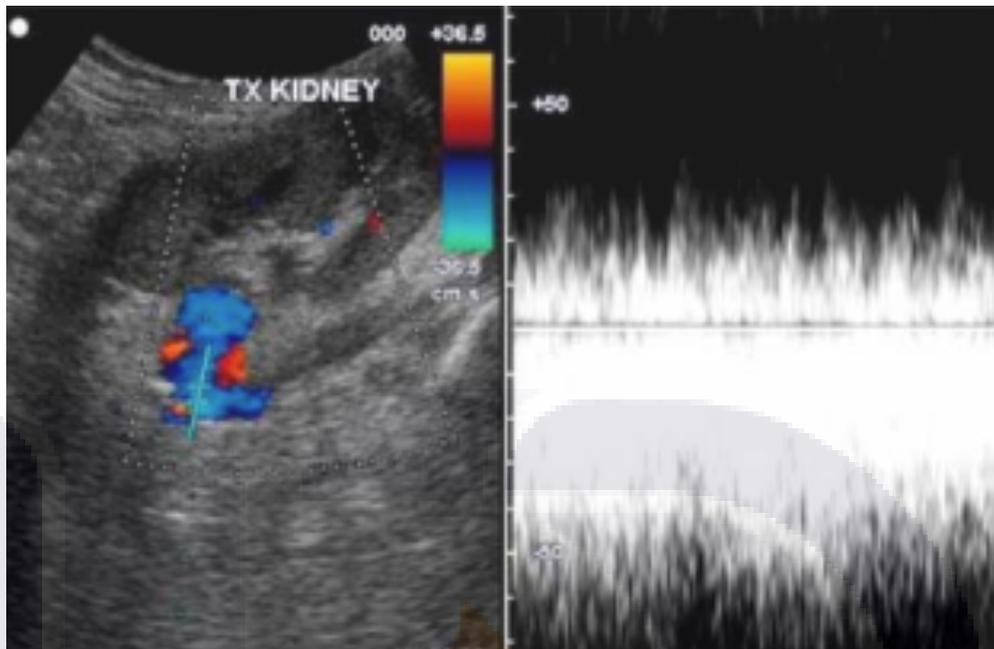


Figura 27. Estenosis de la vena renal.

Imagen de ultrasonido Doppler duplex que muestra la apariencia de la estenosis de la vena renal observándose alta velocidad de flujo. ⁽²⁹⁾

1.25 Trombosis de la vena renal

La trombosis de la vena renal es una complicación infrecuente que ocurre en menos del 4% de los pacientes postraplantados. Esta complicación, por lo general, ocurre en el período postoperatorio temprano y se manifiesta con aparición brusca de sensibilidad del injerto, edema del injerto, oliguria, proteinuria y alteración de la función renal. El origen incluye complicaciones quirúrgicas, hipovolemia, extensión de una trombosis iliaca. El ultrasonido es útil en el diagnóstico de esta complicación y los dos hallazgos mas importantes son ausencia de color y forma de onda de flujo en la vena renal y la inversión diastólica de flujo en la arteria renal (14). Otros hallazgos den los que nos podemos apoyar incluyen un riñón aumentado de tamaño, disminución de la ecogenicidad del parénquima, la pérdida de distinción córtico-medular y borramiento del seno renal y del sistema colector (figura 29).

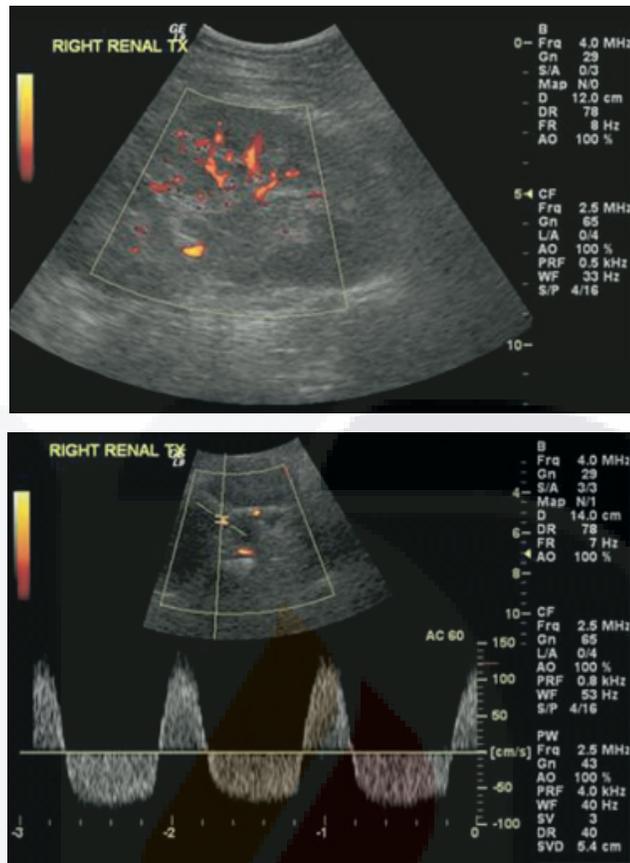


Figura 28 A y B. Trombosis de la vena renal.

A) Ultrasonido Doppler potencia que muestra ausencia de flujo venoso. B) ultrasonido Doppler espectral que muestra flujo arterial diastólico reverso en relación con trombosis de la vena renal. (14)

1.26 Infarto renal segmentario.

Los infartos segmentarios en el trasplante renal puede ser focales o difusos y pueden ocurrir como parte de rechazo o como resultado de una trombosis vascular no asociada. La vasculitis puede inducir pequeños infartos segmentarios (15). Los pacientes postrasplantados renales con infarto renal se presentan con ausencia de producción de orina y frecuentemente con edema y sensibilidad del injerto y anuria. Aunque el injerto en sí está denervado, la inflamación dentro del riñón trasplantado puede incitar una respuesta inflamatoria en el peritoneo visceral adyacente, con dolor local en esta ubicación.

Por ultrasonido, un infarto segmentario se observa como una masa hipoecoica, mal delimitada o una masa hipoecoica con una pared ecogénica bien definida. Si el infarto es global, el riñón aparece hipoecoico de manera generalizada y aumento difuso del tamaño renal (figura 30). Por ultrasonido Doppler color o potencia los infartos segmentarios se observan como áreas en forma de cuña sin flujo; aunque estos hallazgos también se pueden ver en la pielonefritis severa o ruptura trasplante. En la obstrucción vascular total no hay perfusión al riñón trasplantado y no se ve flujo arterial o venoso en el injerto. Sin embargo, estos hallazgos no son específicos, ya que el rechazo hiperagudo o agudo acelerado pueden tener similar clínica y hallazgos por ecografía Doppler.

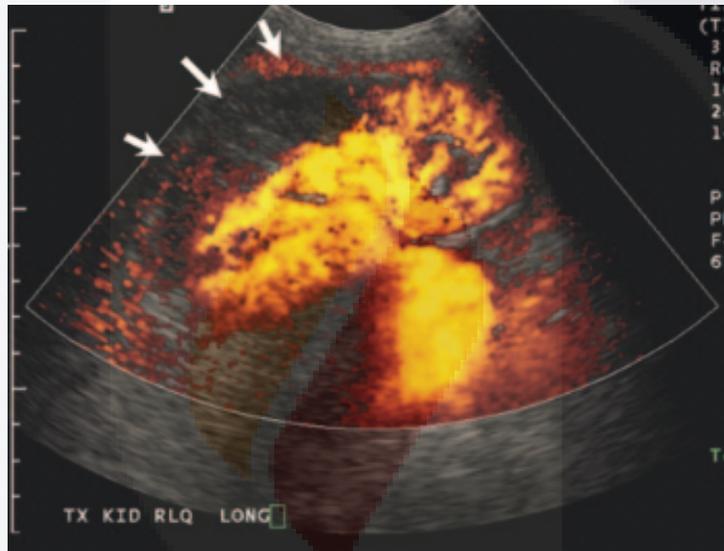


Figura 29 Infarto del injerto renal.

Imagen de ultrasonido Doppler potencia en el que se muestra ausencia segmentaria de perfusión del riñón trasplantado (flechas), compatible con infarto del injerto (15).

2. OBJETIVO GENERAL

Correlación entre el IR, IP Y VPS y la creatinina sérica a las 24 y 48 horas postrasplante renal en el CHMH.

2.1 objetivo secundario

Correlación de los IR IP y VPS y el tiempo de isquemia fría y caliente

2.2 Hipótesis

Los índices de resistencia, pulsatilidad y la velocidad pico sistólica medidos a las 24 y 48 horas postrasplante mediante ultrasonido Doppler tiene una correlación directamente proporcional a el tiempo isquemia fría y caliente pretrasplante y a la creatinina sérica a las 24 y 48 horas postrasplante.

3. TIPO DE ESTUDIO Y DISEÑO

Transversal

Analítico

Prospectivo

Observacional.

3.1 Definición del universo

Todos los pacientes postrasplantados renales de donador vivo/cadavérico en el Centenario Hospital Miguel Hidalgo en el periodo 2015-2016.

CRITERIOS DE INCLUSIÓN:

Todos los pacientes postrasplantados renales de donador vivo/cadavérico en el periodo 2015-2016 en el Centenario Hospital Miguel Hidalgo.

CRITERIOS DE EXCLUSIÓN:

Pacientes que hallan sido trasplantados en alguna otra institución.

Pacientes a los que no se les haya realizado ultrasonido a las 24 horas.

Pacientes a los que no se les haya realizado ultrasonido a las 48 horas.

Pacientes con expedientes incompletos y que no se pudiera obtener todos los datos necesarios para los objetivos de la tesis.

3.1 Método de selección de la muestra

Muestreo por conveniencia.

3.2 Definición de variables

VARIABLES INDEPENDIENTES:

Edad
 IMC
 Género,
 Tiempo de isquemia fría,
 Tiempo de isquemia caliente,
 Tiempo quirúrgico,
 Tiempo anestésico,
 Fracción de eyección pretrasplante
 Fracción de eyección postrasplante,
 ECO,
 Presión arterial media (PAM) transquirúrgico,
 Presión arterial media (PAM) a las 24 y 48 horas.
 Comorbilidades del paciente (HTA, Diabetes mellitus 1 y 2)

VARIABLE DEPENDIENTE:

La función renal medida con la creatinina por CRR2. $CRR2(\%) = \frac{[Cr1 - Cr2] \times 100}{Cr1}$

IP

IR

Velocidad de flujo

3.3 Material y métodos

RECURSOS HUMANOS:

Los ultrasonidos serán realizados por 2 médicos residentes y revisados por un medico de base del servicio de Imagenología del Centenario Hospital Miguel Hidalgo.

RECURSOS MATERIALES:

Se usaron 3 equipos de ultrasonido del servicio de imagen:

Acuson Antares PE (Siemens [MR]).

ABVS 2000 HELX evolution (Siemens [MR]).

HDI 4500 (Philips [MR]).

Todos los ultrasonidos se realizaron con transductor convexo multifrecuencia de 6 mHz

METODOS

Los resultados obtenidos se integraron en el programa de datos Excel y se hizo comparación bivariada con el método de coeficiente de correlación de Spermán y distribución t de Student, siendo significativos los valores con una $p < 0.05$.

3.4 Carta de consentimiento informado

Por el tipo de estudio (no invasivo) no se requiere autorización para la realización del estudio.

3.5 Recursos y logística

RECURSOS FINANCIEROS:

El costo de los ultrasonidos será cubierto por los pacientes a quienes se les realizará el estudio.

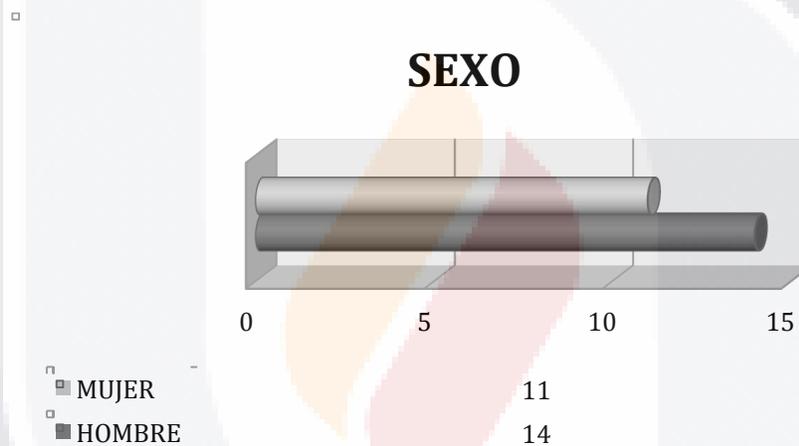
3.6 Logística:

El protocolo se presentó ante el consejo de trasplante del CHMH a quienes enviaron los pacientes para la realización del US a las 24 y 48 horas postrasplante.

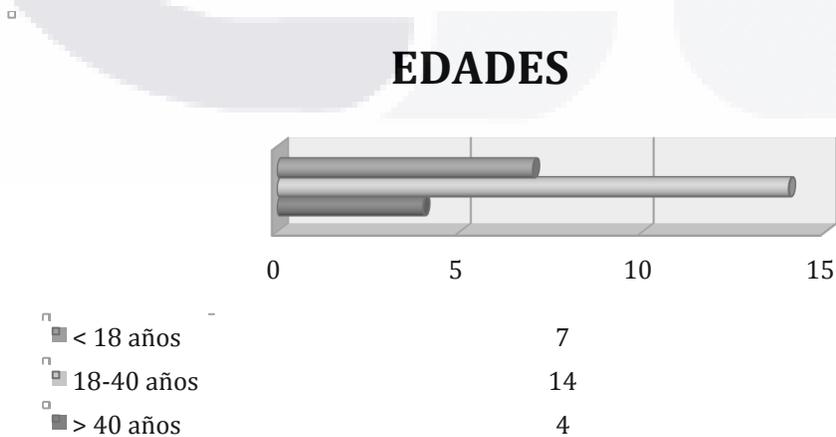
RESULTADOS

Se incluyeron 25 pacientes, con un rango de edad 5 a 67 años media de 25.9 años, de los cuales 14 fueron en hombres y 11 en mujeres (56 y 44 % respectivamente) (Grafica 1). De todos estos pacientes 7 son menores de 18 años, 14 son de entre 18-40 años y 4 mayores de 40 años (28, 56 y 16 % respectivamente)(Grafico 2).

Gráfica 1. Muestra la distribución de los pacientes revisados por ultrasonido, atendiendo al sexo.

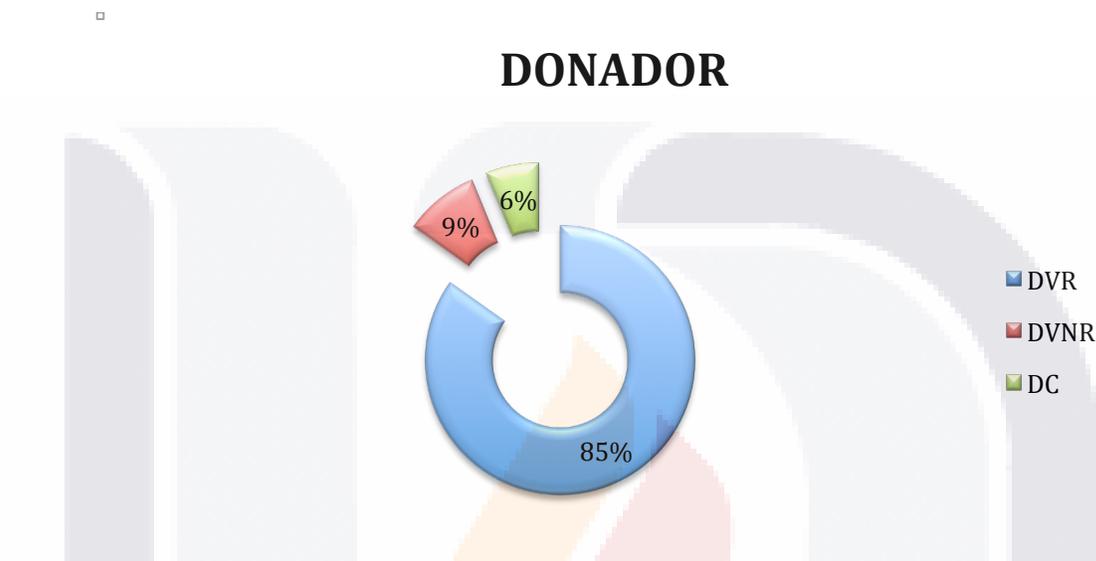


Gráfica 2. Muestra la relación de los pacientes revisados por ultrasonido, atendiendo a la edad.



De los riñones trasplantados 21 (85%) fueron de donador vivo y 4 (9%) de donador cadavérico; de los trasplantados de donador vivo, 19 fueron de donador vivo relacionado y 2 (6%) de donador vivo no relacionado (grafica 3).

Gráfica 3. Muestra el porcentaje de los diferentes tipos de injerto renal de la muestra.



Se observa correlación directamente proporcional (correlación bivariada de Spearman) de la CrS a las 24 y 48 hrs con la VPS, IR e IP mediante el US Doppler: VPS 24 hrs A renal ($r^2=0.470$ $p=0.016$). IR A interlobar 48 hrs ($r^2=0.490$ $p=0.014$). IP 48 hrs A segmentaria ($r^2=0.410$ $p=0.044$). IP 48 hrs A arcuata ($r^2=0.450$ $p=0.026$). (Tabla 2 y 3).

Tabla 2. Correlación de los IR, IP y VPS con la creatinina a las 24 y 48 horas.

	CrS 24 h		CrS 48 h	
	R Sper	P	R Sper	P
Vel renal 24 h	0.38	0.056	0.23	0.25
Vel seg 24 h	0.29	0.16	0.1	0.63
Vel inter 24 h	0.11	0.58	-0.93	0.66
Vel Arcua 24 h	-0.086	0.69	-0.23	0.27
Vel renal 48 h	0.47	0.016**	0.27	0.18
Vel seg 48 h	0.25	0.22	0.044	0.83
Vel inter 48 h	0.1	0.62	-0.09	0.67
vel Arcua 48 h	-0.01	0.96	-0.19	0.35

IR renal 24 h	0.092	0.66	0.25	0.22
IR Seg 24 H	0.23	0.27	0.36	0.077
IR inter 24 h	-0.09	0.65	0.23	0.26
IR arcua 24 h	-0.024	0.91	0.15	0.47
IR renal 48 h	-0.21	0.29	-0.019	0.92
IR Seg 48 h	0.24	0.25	0.3	0.14
IR inter 48 h	0.35	0.087	0.49	0.014**
IR arcua 48 h	0.24	0.25	0.32	0.12
IP renal 24 h	0.21	0.31	0.41	0.043**
IP seg 24 h	0.15	0.47	0.29	0.15

****p<0.05 significativa**

r Spearman

Tabla 3. Correlación de los IR, IP y VPS con la creatinina a las 24 y 48 horas.

	CrS 24 h		CrS 48 h	
	R Sper	P	R Sper	P
IP inter 24 h	0.081	0.7	0.23	0.26
IP arcua 24 h	0.065	0.76	0.26	0.21
IP renal 48 h	0.17	0.41	0.36	0.076
IP seg 48 h	0.33	0.1	0.41	0.044**
IP inter 48 h	0.3	0.15	0.39	0.055
IP arcua 48 h	0.34	0.09**	0.45	0.026**
Vel > 100 24 h	0.23	0.25	0.042	0.84
Vel > 100 48 h	0.37	0.06	0.23	0.25
IR > .80 24 h	0.08	0.69	0.1	0.61
IR >.80 48 h	-0.17	0.4	-0.16	0.43
IP >1.80 24 h	0.33	0.1	0.44	0.026**
IP >1.80 48 h	0.085	0.68	0.22	0.27

****p<0.05 significativa**

r Sperman

En la distribución t de Student el promedio de VPS 24 hrs A renal fue de 53,27 (+- 22.39) en un paciente que disminuye la creatinina >40% las primeras 24hrs vs 81.49 (+- 34.10) (p0.024), en el que disminuye <40%.

El promedio del IR a 24 hrs A interlobar fue de 0.57 (+-0.07) con paciente que disminuye la CrS > 40% las primeras 24 hrs vs 0.64 (+- 0.07) (p 0.033), en el que disminuye <40%.

El promedio de IR a 48 hrs A segmentaria fue de 0.59 (+- 0.08) en un paciente que disminuye la CrS > 40% las primeras 24 hrs vs 0.65 (+- .05) (p0.048), en el que disminuye <40%.

El promedio de IR a 48 hrs A interlobar fue de 0.56 (+- 0.06) en un paciente que disminuye la CrS > 40% las primeras 24 hrs vs 0.63 (+- .06) (p0.009), en el que disminuye <40%.

El promedio de IP a 24 hrs A segmentaria fue de 0.96 (+- 0.16) con paciente que disminuye la CrS > 40% las primeras 24 hrs vs 1.25 (+- 0.36) (p0.019), en el que disminuye <40%.

El promedio de IP a 24 hrs A interlobar fue de 0.93 (+- 0.189 con paciente que disminuye la CrS > 40% las primeras 24 hrs vs 1.16 +- .30 (p0.032), en el que disminuye <40%. (Tabla 4 y 5).

Tabla 4. Descenso de la CrS >40%.

	CrS <40%	CrS >40%	P
vel. A renal 24 h	81.49 +- 34.10	53.26 +- 22.39	0.024**
vel. A seg 24 h	30.11 +- 10.56	27.51 +- 10.54	0.55
vel. A inter 24 h	24.76 +- 7.81	21.85 +- 5.82	0.31
vel. A arcua 24 h	20.20 +- 8.09	18.93 +- 5.40	0.65
vel. A renal 48 h	71.47 +- 25.53	67.21 +- 21.38	0.65
vel. A seg 48 h	30.11 +- 9.94	26.10 +- 10.42	0.34
vel. A inter 48 h	25.16 +- 8.03	23.10 +- 7.80	0.52
vel. A arcua 48 h	21.55 +- 5.87	19.73 +- 7.02	0.49

IR a renal 24 h	.73 +- .10	.68 +- .09	0.18
IR a seg 24 h	.65 +- .08	.58 +- .08	0.057
IR A inter 24 h	.64 +- .0.7	.57 +- .07	0.033**
IR A arcua 24 h	.60 +- .08	.56 +- .07	0.29
IR a renal 48 h	.71 +- 0.5	.69 +- .09	0.49
IR a seg 48 h	.65 +- .05	.59 +- .08	0.048**
IR A inter 48 h	.63 +- .06	.56 +- .06	0.009**
IR A arcua 48 h	.60 +- .07	.55 +- 0.6	0.14

****p<0.05 significativa
t de Student**

Tabla 5. Descenso de la CrS >40%.

	CrS <40%	CrS >40%	P
IP A renal 24 h	1.55 +- .43	1.23 +- .35	0.061
IP A seg 24 h	1.25 +- .36	.96 +- .16	0.019**
IP A inter 24 h	1.16 +- .30	.93 +- .18	0.032**
IP A arcua 24 h	1.16 +- .32	.94 +- .21	0.061
IP A renal 48 h	1.42 +- .21	1.33 +- .42	0.55
IP A seg 48 h	1-30 +- .32	1.09 +- .31	0.12
IP A inter 48 h	1.14 +- .23	1.00 +- .22	0.12
IP A arcua 48 h	1.13 +- .25	.94 +- .20	0.065
Vel >100 24 h	.30 +- .48	.08 +'.28	0.17
Vel >100 48 h	.15 +- .37	.08 +- .28	0.6
IR >.80 24 h	.23 +- .43	.08 +- .28	0.33
IR >.80 48 h	.07 +- .27	.08 +- .28	0.95
IP >1.80 24 h	.30 +- .48	.08 +- .28	0.17
IP >1.80 48 h	.00 +- .00	.08 +- .28	0.3

****p<0.05 significativa
t de Student**

Se observa correlación inversamente proporcional (correlación bivariada de Spearman) de la Isquemia fría y la Isquemia caliente con la VPS, IR e IP mediante el US Doppler, significativas con la isquemia fría: VPS A interlobar 24 hrs ($r^2=-0.473$ $p=0.02$). VPS A arcuata 24 hrs ($r^2=-0.527$ $p=0.008$). VPS A interlobar 48 hrs ($r^2=-0.573$ $p=0.003$). IR A renal 24 hrs ($r^2=-0.639$ $p=0.001$). IP A renal 24 hrs ($r^2=0.533$ $p=0.007$). IP A renal 48 hrs ($r^2=0.495$ $p=0.014$). Con la isquemia caliente: IR A interlobar 24 hrs ($r^2=-0.463$ $p=0.023$). IR A renal 48 hrs ($r^2=-0.491$ $p=0.013$). IR A segmentaria 48 hrs ($r^2=-0.569$ $p=0.004$). IR A interlobar 48 hrs ($r^2=-0.492$ $p=0.015$). IP A renal 24 hrs ($r^2=-0.476$ $p=0.019$). IP A segmentaria 24 hrs ($r^2=-0.611$ $p=0.001$). IP A arcuata 24 hrs ($r^2=-0.592$ $p=0.002$). IP A renal 48 hrs ($r^2=-0.526$ $p=0.008$). IP A segmentaria 48 hrs ($r^2=-0.563$ $p=0.004$). IP A interlobar 48 hrs ($r^2=-0.565$ $p=0.004$). IP A arcuata 48 hrs ($r^2=-0.464$ $p=0.022$). (tabla 6 y 7).

Tabla 6. Correlación de la isquemia fría y la isquemia caliente con el IR, IP y la VPS.

	Isquemia fría		Isquemia caliente	
	R Sper	p	R sper	p
FEVI	0.119	0.571	-0.041	0.844
vel. A renal 24 h	-0.218	0.295	0.038	0.856
vel. A seg 24 h	-0.375	0.071	-0.119	0.579
vel. A inter 24 h	-0.473	0.02**	-0.118	0.584
vel. A arcua 24 h	-0.527	0.008	-0.11	0.607
vel. A renal 48 h	-0.186	0.373	0.247	0.233
vel. A seg 48 h	-0.403	0.051	-0.103	0.633
vel. A inter 48 h	-0.573	0.003**	-0.123	0.567
vel. A arcua 48 h	-0.667	0	-0.122	0.571
IR a renal 24 h	0.336	0.1	-0.639	0.001**
IR a seg 24 h	0.208	0.329	-0.398	0.054
IR A inter 24 h	0.32	0.127	-0.463	0.023**
IR A arcua 24 h	0.084	0.698	-0.379	0.068
IR a renal 48 h	0.252	0.225	-0.491	0.013**
IR a seg 48 h	0.162	0.449	-0.569	0.004**
IR A inter 48 h	0.302	0.126	-0.492	0.015**

IR A arcua 48 h	0.024	0.911	-0.248	0.243
-----------------	-------	-------	--------	-------

****p<0.05 significativa**
r Sperman

Tabla 7. Correlación de la isquemia fría y la isquemia caliente con el IR, IP y la VPS.

	Isquemia fría		Isquemia caliente	
	R Sper	p	R sper	p
IP A renal 24 h	0.533	0.007**	-0.476	0.019**
IP A seg 24 h	0.333	0.112	-0.611	0.001**
IP A inter 24 h	0.398	0.054	-0.693	0
IP A arcua 24 h	0.329	0.117	-0.592	0.002**
IP A renal 48 h	0.495	0.014**	-0.526	0.008**
IP A seg 48 h	0.3	0.154	-0.563	0.004**
IP A inter 48 h	0.334	0.111	-0.565	0.004**
IP A arcua 48 h	0.209	0.328	-0.464	0.022**
Vel >100 24 h	-0.277	0.179	0.192	0.358
Vel >100 48 h	-0.043**	0.839	0.302	0.142
IR >.80 24 h	0.242	0.243	-0.419	0.037**
IR >.80 48 h	0.153	0.464	-0.181	0.386
IP >1.80 24 h	0.388	0.055	-0.545	0.005**

****p<0.05 significativa**
r Sperman

Resultados de los hallazgos normales y anormales observados por imagen

Dentro de los hallazgos por imagen lo que predominó fue la presencia de riñones de aspecto normal y cambios normales postquirúrgicos y dentro de los anormales el líquido libre perirrenal y en hueco pélvico.

RIÑÓN DE ASPECTO NORMAL

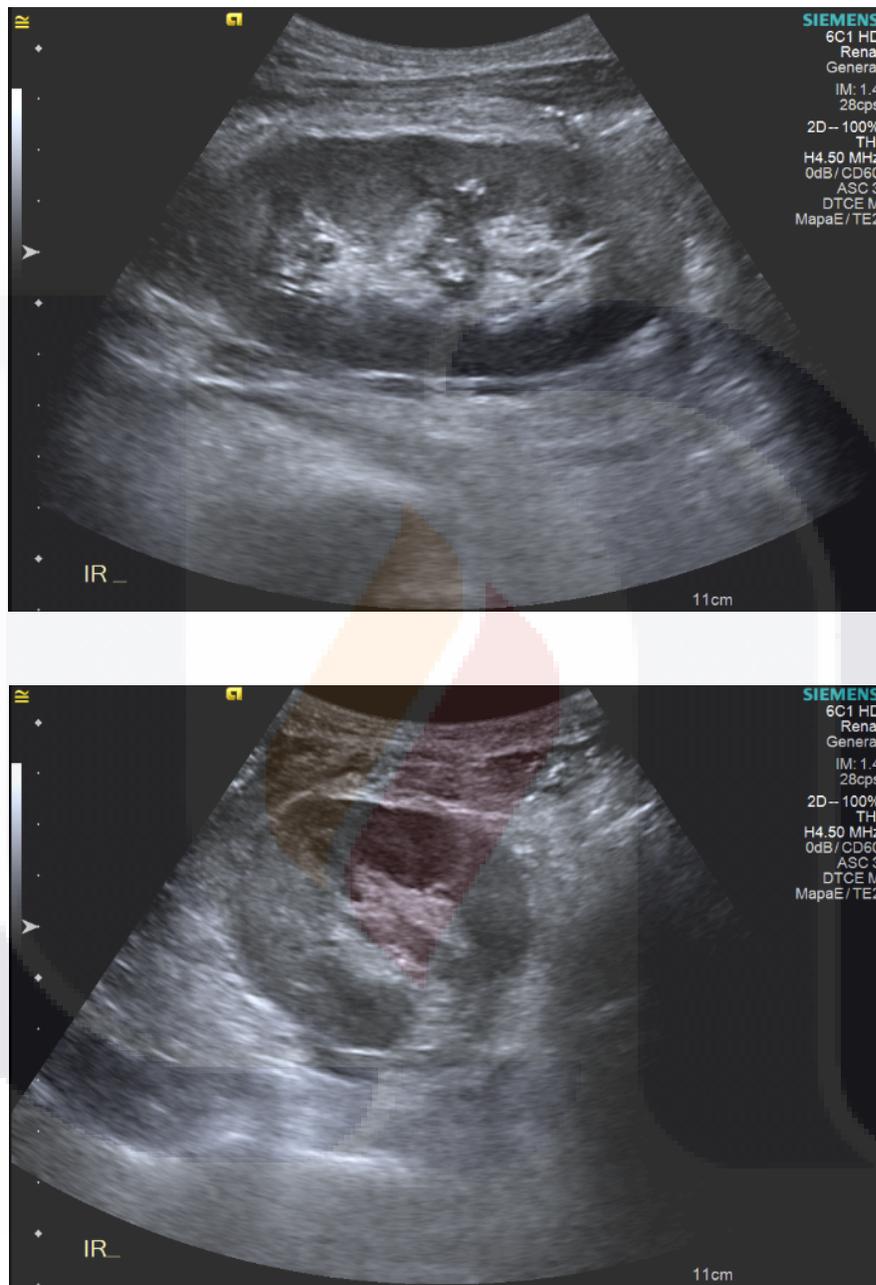


Figura 30A y B. Cambios normales del injerto.

Imágenes de ultrasonido en escala de grises de riñón trasplantado a las 24 horas postrasplante, en las que se observa el injerto renal en los planos sagital y transverso de características normales.

Flujo homogéneo.

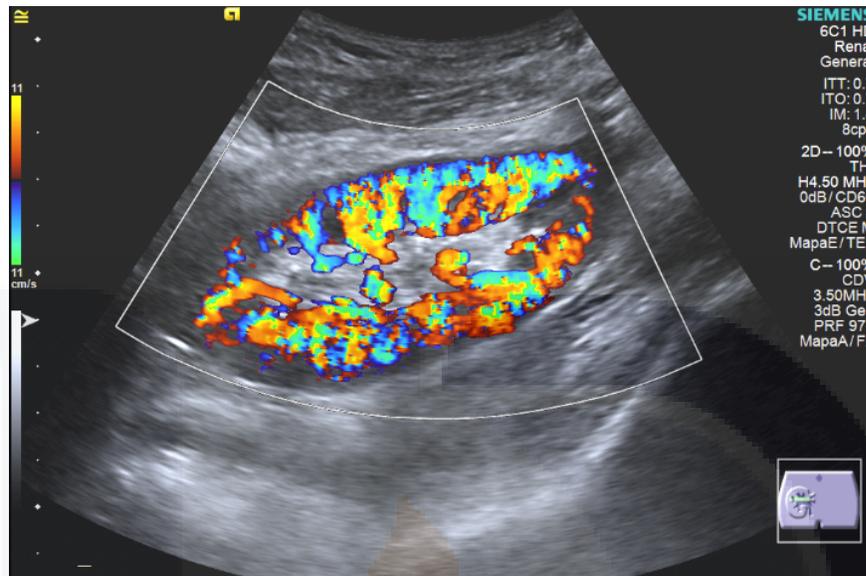


Figura 31 Flujo homogéneo.

Imagen de ultrasonido Doppler de injerto renal en el que se puede observar flujo renal homogéneo en todo el parénquima lo cual es normal.

Arteria renal

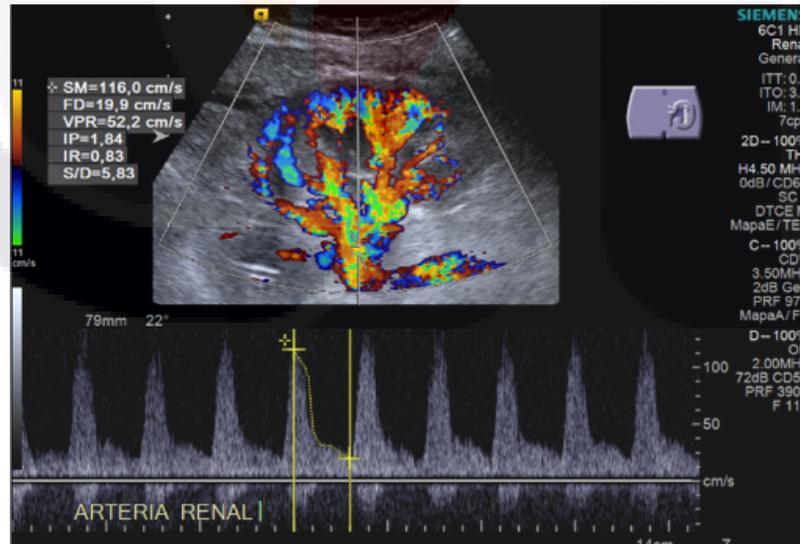


Figura 32. Flujo arteria renal.

Imagen de Ultrasonido Doppler espectral en un paciente con injerto renal en el que se muestran las características de flujo de la arteria renal, las cuales son normales (velocidad 64.2 cm/s. IP 1.70, IR 0.77).

Arteria segmentaria superior

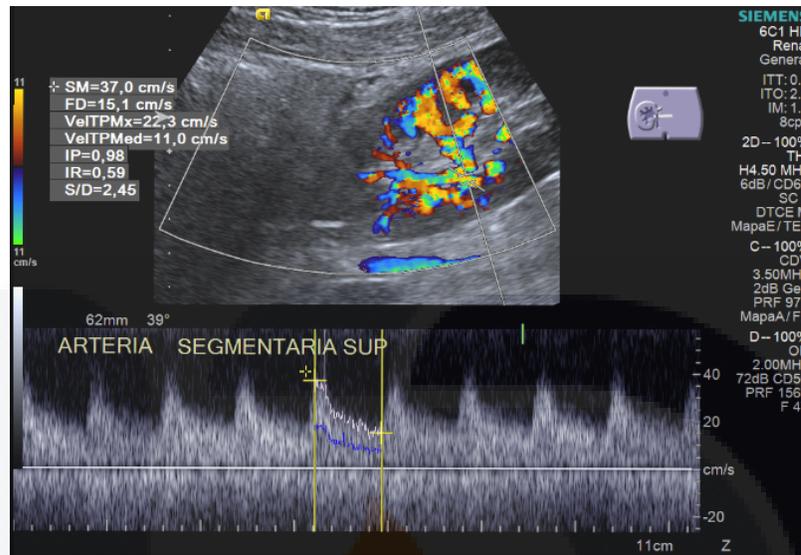


Figura 33 Doppler de arteria segmentaria.

Imagen de ultrasonido Doppler espectral, en un paciente con injerto renal, sobre la arteria segmentaria superior, la cual presenta valores normales (velocidad 37.0 cm/s, IP 0.98 e IR 0.59).

ARTERIA INTERLOBAR MEDIA

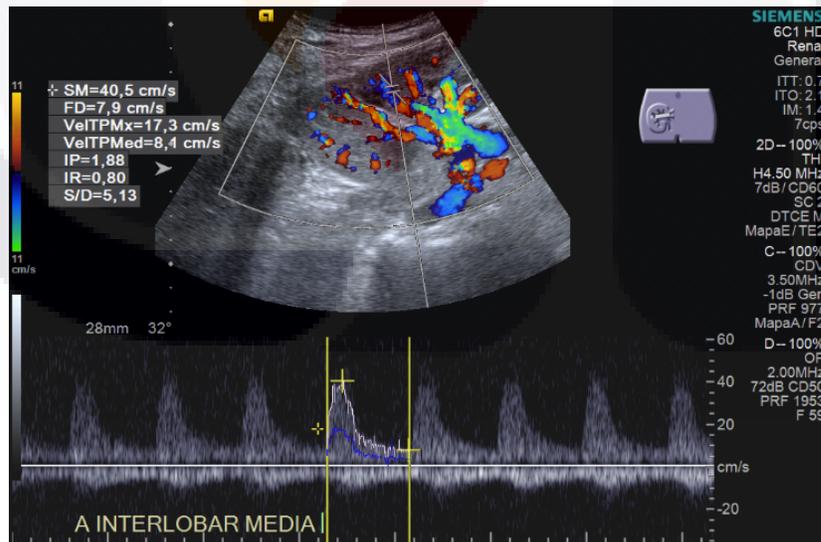


Figura 34 Doppler arteria interlobar.

Imagen de ultrasonido Doppler espectral, en un paciente con injerto renal, sobre la arteria interlobar media, la cual presenta valores normales (velocidad 37.0 cm/s, IP 0.98 e IR 0.59).

Arteria arcuata inferior

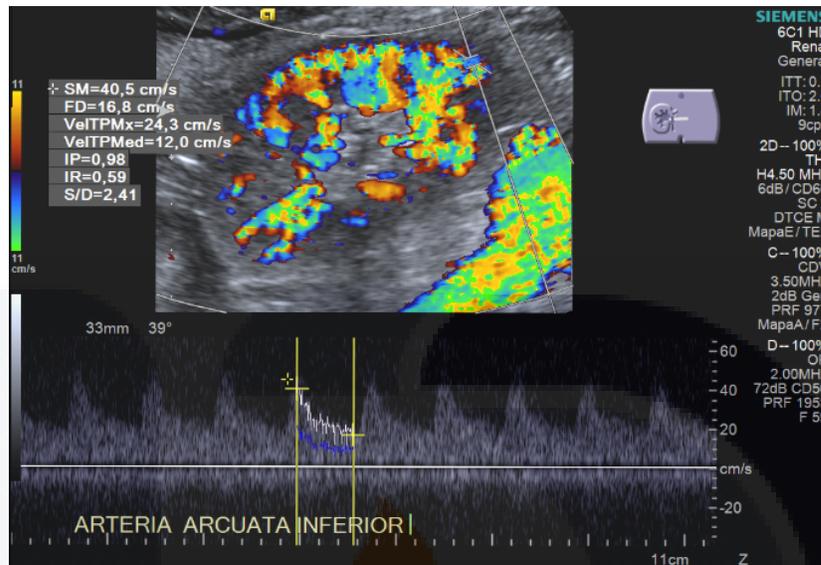


Figura 35 Doppler de arteria arcuata.

Imagen de ultrasonido Doppler espectral, en un paciente con injerto renal, sobre la arteria arcuata superior, la cual presenta valores normales (velocidad 40.5 cm/s, IP 0.98 e IR 0.59).

Vena renal

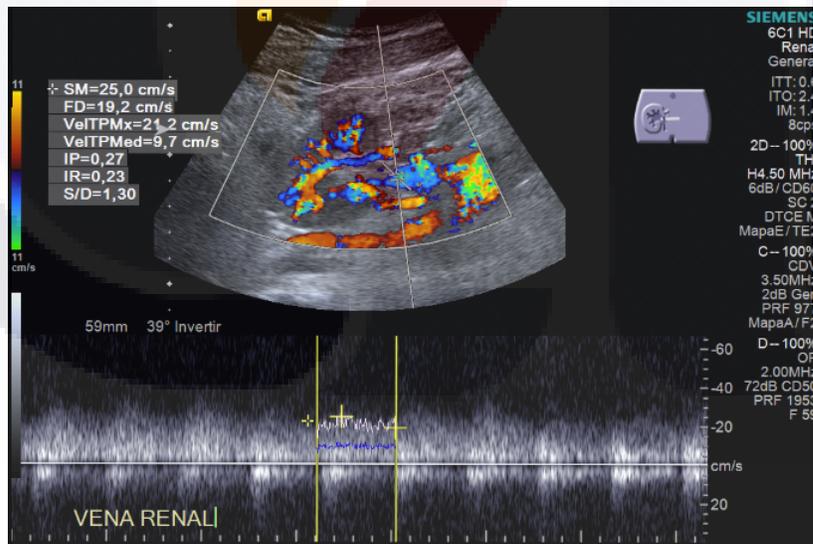


Figura 36. Doppler vena renal.

Imagen de ultrasonido Doppler espectral, en un paciente con injerto renal, sobre la vena renal, en la cual se observan valores normales (velocidad 25.0 cm/s, IP 0.27 e IR 0.23).

Cambios postquirúrgicos



Figura 37. Cambios normales.

Ultrasonido en escala de grises que muestra cambios postquirúrgicos: aumento del tamaño renal, prominencia de pirámides renales, leve aumento de la ecogenicidad renal, adecuada diferenciación entre a corteza y la médula. Se observa además la presencia de catéter doble “J” en su interior (flecha).

HIOPERFUSION FOCAL

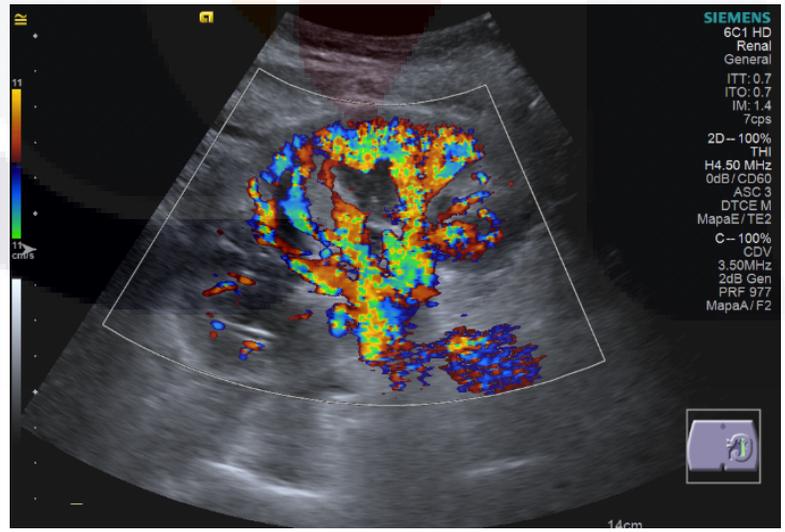


Figura 38 Hipoperfusión focal.

Imagen de ultrasonido Doppler en paciente con injerto renal, en la cual se observa disminución de flujo hacia el polo renal superior; éste paciente sin embargo presentaba velocidades e índices de resistencia y pulsatilidad dentro de lo normal.

HIOPERFUSIÓN GENERALIZADA

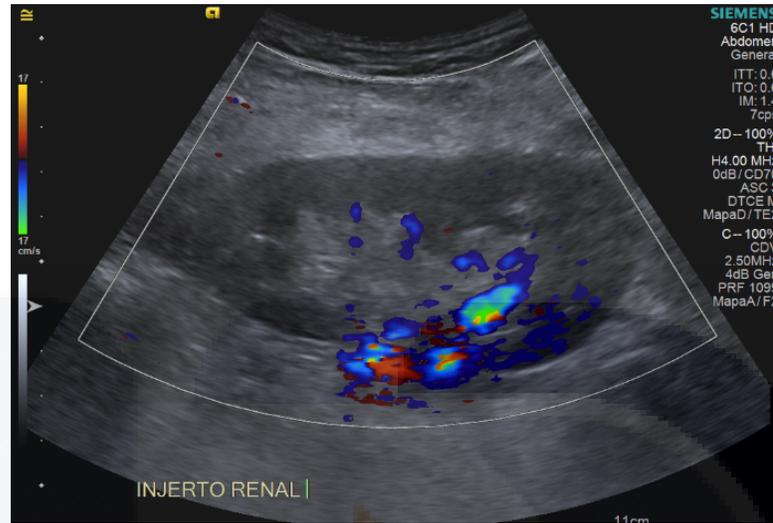


Figura 39. Hipoperfusión generalizada.

Imagen de ultrasonido Doppler realizado a las 24 horas postrasplante en un paciente con injerto renal en la cual se observa disminución generalizada del flujo. La cirugía en este caso se prolongó 10 horas.

Colecciones perirrenales



Figura 40. Colección perirrenal.

Imagen de ultrasonido de injerto renal en escala de grises en el que se observa pequeña colección de líquido perirrenal (flecha); hallazgo esperado durante las primeras horas postrasplante.

LÍQUIDO PERIRRENAL

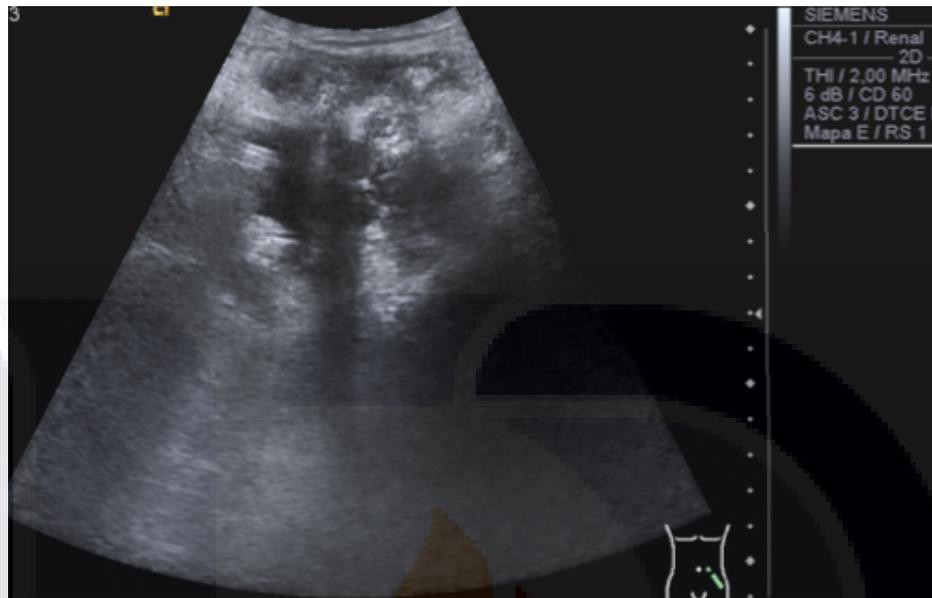


Figura 41. Líquido libre.

Imagen de ultrasonido en escala de grises a las 24 hrs postrasplante en la que se observa colección líquida irregular, de bordes irregulares, mal definidos, localizada perirrenal.

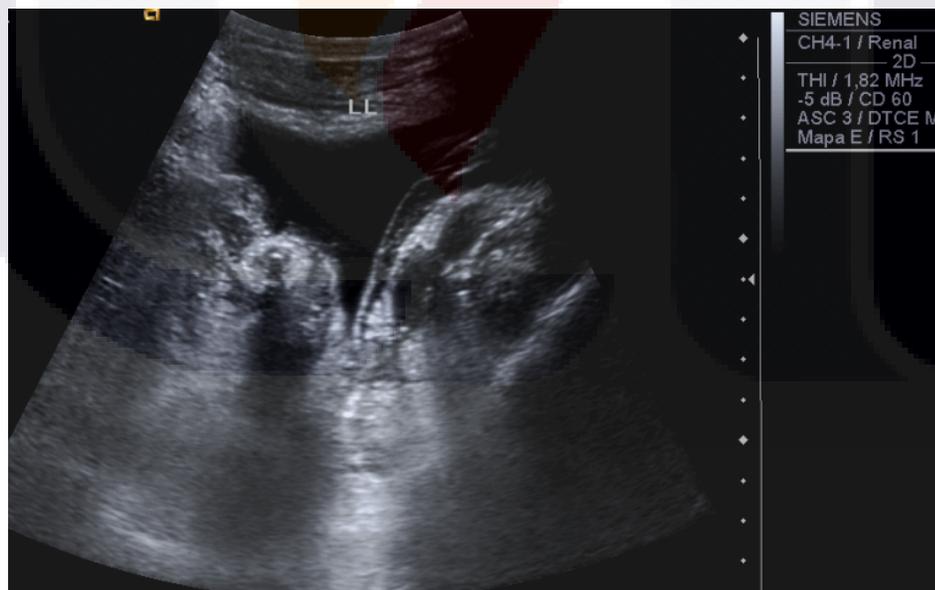


Figura 42. Líquido perirrenal.

Imagen de ultrasonido en escala de grises en el mismo paciente que el anterior que muestra la colección observada a las 24 horas, sin embargo ahora de mayor volumen que en el estudio previo.

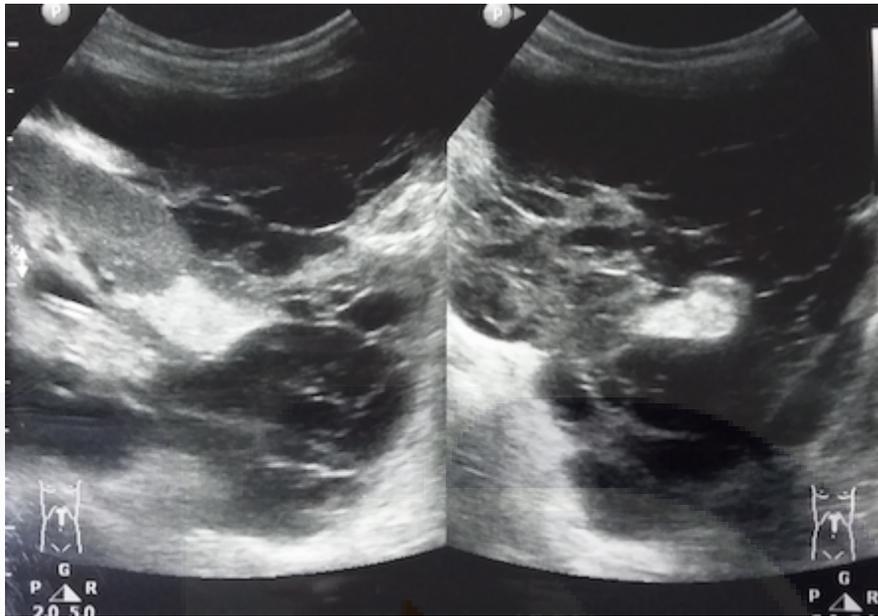


Figura 43. Líquido organizado.

Imagen de ultrasonido en escala de grises en el mismo paciente que la imagen anterior, a los 15 días postrasplante en la que se muestra la colección perirrenal, heterogénea, ahora organizada y con bordes bien definidos y presencia de septos delgados en su interior, que fue diagnosticada como linfocele.

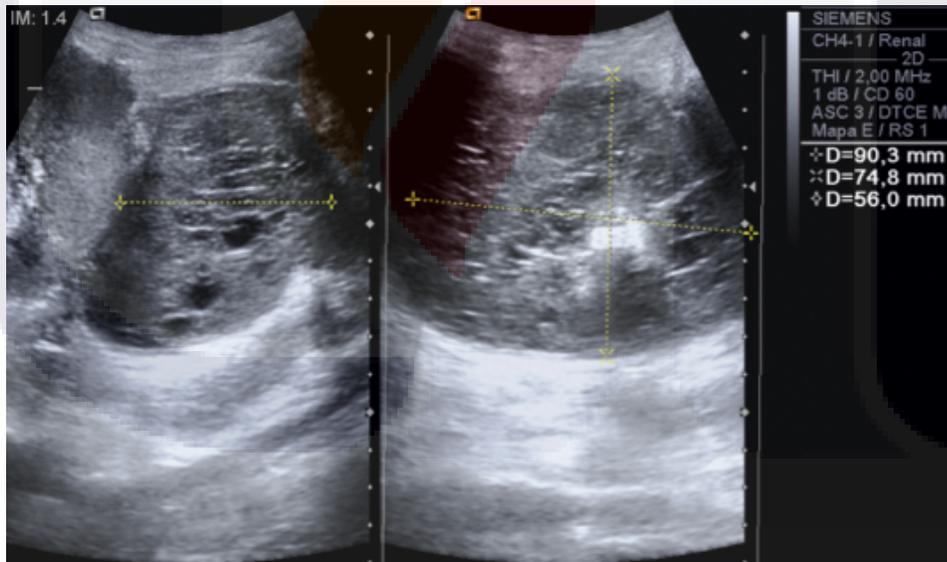


Figura 44. Hematoma organizado.

Imagen de ultrasonido en escala de grises en el mismo paciente que las imágenes anteriores, de un control a los 2 meses que muestra la misma colección perirrenal, ahora heterogénea, hiperecoica con septos gruesos internos, la cual fue necesario drenar; resultando ser un hematoma.

DISCUSIÓN

En el año 2015 en México se realizaron 2845 trasplantes renales, 84 en el estado de Aguascalientes y 62 en nuestra institución (CHMH), constituyendo uno de los órganos más trasplantados en nuestro país, y por ende, siendo uno de los que más complicaciones presenta como lo es la disfunción del injerto renal, además de las asociadas al trasplante; por lo que es importante contar con métodos diagnósticos no invasivos para la evaluación morfológica y funcional de los injertos renales. Se ha investigado al respecto sobre la ecografía modo B y Doppler que, junto con la CrS, es el estudio de rutina para evaluar los riñones trasplantados en nuestro país.

El Doppler de las arterias interlobares resulta de utilidad en estudios secuenciales, a diferencia del modelo de R. Cobeñas *et all*, donde el Doppler de las arterias arcuatas con elevación del IR, en estudios sucesivos, se relaciona con el deterioro en la función del injerto (1). El incremento en el IR en estudios sucesivos, asociado a la falta de disminución de los niveles de CrS en >40% (CRR2), que, según un estudio publicado en esta institución (CHMH) se relaciona con la probabilidad de retardo de la función del injerto en los primeros días del trasplante y una CrS mayor de 2 mg/dl al mes postrasplante. En otro estudio (13) de N. Nouri-Majelan and R. Nafici, se relacionó un IR mayor de 0.69 con una baja función del injerto medida con el aclaramiento de creatinina. Además, un IR de 0.8 o mayor fue un fuerte predictor de fallo del injerto renal. En nuestro estudio aunque no se correlacionó con el aclaramiento de creatinina, los resultados son útiles; sin embargo, por ser un estudio piloto, sería adecuado realizar un estudio con más pacientes, valorando los mismos parámetros, con la idea de obtener resultados más concluyentes.

CONCLUSIÓN

La medición de los índices de resistencia (IR) de las arterias interlobares pueden predecir la función del injerto renal dentro de las primeras 24 horas postrasplante.

De manera indirecta en nuestro estudio se pudo observar que el índice de resistencia (IR) de las arterias renal e interlobares se correlaciona inversamente

proporcional con el tiempo de isquemia fría e isquemia caliente y la función renal en las primeras 24 horas postrasplante.

Por lo tanto podemos decir que puede utilizarse nuestro protocolo como método de evaluación de la función del injerto renal dentro de las primeras horas postrasplante; sin embargo, puede hacerse un seguimiento de este trabajo, con más pacientes para obtener resultados mas concluyentes.

GLOSARIO

Retraso de la función del injerto.- Clínicamente se puede definir como la necesidad de diálisis en la primera semana después del trasplante, sin confirmación de daño renal.

Rechazo hiperagudo.- Es aquel que ocurre durante la cirugía debido a la presencia de anticuerpos circulantes que activan el sistema de complemento resultando en un daño vascular y formación de trombos. El diagnóstico es clínico.

Rechazo agudo acelerado.- Es una forma de rechazo que se desarrolla en 1 a 2 semanas después del trasplante, con alteraciones severas de la función y de la morfología renal (lesiones vasculares severas). Se considera también un rechazo humoral y se la ha llamado rechazo humoral retardado.

Rechazo agudo.- Puede presentarse en cualquier momento después del trasplante, pero, es más frecuente que ocurra entre las semanas 1 a 3 después del trasplante. Es una reacción mediada por células (aunque no exclusivamente) y se pueden ver cambios predominantemente intersticiales o vasculares en la histología.

Rechazo crónico.- Es un descenso progresivo de la función renal de causa inmunológica que inicia, por convención, después del tercer mes post-trasplante. Es mediado por inmunidad celular y, no sabemos en que medida, en algunos o muchos casos, humoral.

Isquemia fría.- Es el periodo desde la remoción del riñón para almacenamiento frío hasta complementar el retiro de los clamps vasculares.

Isquemia caliente.- Inicia cuando los vasos del donante son clampeados y termina cuando se perfunde el riñón con la solución de preservación fría (generalmente pocos minutos).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. R. Cobeñas^{*}, J. Hernández Pinzón, C. Mercapide, N. Larrañaga, J.C. Gallo y S. Kozima. 0048-7619/© 2016 Sociedad Argentina de Radiología. *Utilidad de la relación aclaramiento de creatinina - índice de resistencia de la ecografía Doppler renal como predictor de rechazo agudo en riñones trasplantados.*
2. Paul S. Sidhu. 5. Trasplante renal. Pag 54-67. Editorial AMOLCA, Edición 2009. Grant M. Baxter. *Ultrasonido del Sistema Urogenital.*
3. Servente, L; Cuadro, L; Caputi, S. 2014. *Imagenología de las complicaciones vasculares del trasplante renal. experiencia en el hospital de clínicas.*
4. MEDISAN 2012. Hospital General Docente “Dr. Juan Bruno Zayas Alfonso”, Santiago de Cuba, Cuba. *Ecografía bidimensional y Doppler en el diagnóstico y seguimiento de las complicaciones del riñón trasplantado.*
5. Osama A Osman^{a*}, Bernice Griffith^b, Sally Classick. Arab Journal of Nephrology and Transplantation. 2010 Jan;3(1):23-8. *Comparison between Doppler Ultrasound and Biopsy Findings in Patients with Suspected Kidney Transplant Rejection.*
6. CENTRO NACIONAL DE TRASPLANTES (CENATRA). Entidad federativa de receptores y donadores de trasplante en el 1er semestre del 2016.
7. CENTRO NACIONAL DE TRASPLANTES (CENATRA). Reporte nacional 2015 de la donación y trasplante.

8. Archivo clínico y estadística Centenario Hospital Miguel Hidalgo (CHMH). Cirugía del trasplante renal 2015.
9. William D. Middleton, Alfred B. Kurtz, Barbara S. Hertzberg. (2004) MOSBY. Capítulo 5. Riñón. Anatomía Pag 103. *The requisites ultrasound*.
10. Rumack, Wilson y Charboneau. *Tracto urinario. Riñón. Pag. 293, 295 y 296*. Diagnóstico por ecografía. Segunda edición 2012. Editorial MARBAN.
11. Allan, Baxter & Wenston. Elsevier. *Capítulo 21. Riñones: anatomía y técnica. Pag 413-418. Capítulo 25. Desordenes vasculares del Riñón. Pag 467-470. Capítulo 28. Trasplante renal*. Clinical Ultrasound. 3rd Edition, (2011).
12. Claire McArthur, MBChB, MRCS Colin C. Geddes, MBChB, FRCP Grant M. Baxter, FRCR. RSNA 2011. *Early Measurement of Pulsatility and Resistive Indexes: Correlation with Long-term Renal Transplant Function*.
13. N. Nouri-Majelan and R. Nafici. 2007 by Elsevier. *Duplex Sonographic Measurements in Allografted Kidneys: A Cross-Sectional Study*.
14. Abid Irshad, MD, Susan Ackerman, MD, David Sosnouski, MD, Munazza Anis, MD, Kenneth Chavin, MD, and Prabhaker Baliga, MD. *A Review of Sonographic Evaluation of Renal Transplant Complications*. April 2008.
15. Syed A. Akbar, MD • S. Zafar H. Jafri, MD • Marco A. Amendola, MD Beatrice L. Madrazo, MD • Riad Salem, MD, MBA • Kostaki G. Bis, MD. *Complications of Renal Transplantation*. RadioGraphics 2005.
16. R Datta, M Sandhu, AK Saxena, K Sud, M Minz and S Suri. Departments of Radiodiagnosis, Nephrology and Transplant Surgery, Postgraduate Institute of Medical Education and Research, Chandigarh, India. *Australasian Radiology* (2005) 49, 15–20 *Role of duplex Doppler and power Doppler sonography in transplanted kidneys with acute*

renal parenchymal dysfunction.

17. Kahraman S, Genctoy G, Cil B, et al. *Prediction of renal allograft function with early Doppler ultrasonography.* Transplant Proc 2004;36(5):1348–1351. 2004 Elsevier.
18. Angelo Saracino, Giovanni Santarsia, Angela Latorraca and Vito Gaudio. Basilicata Referral Centre for Transplantation and Division of Nephrology and Dialysis, Hospital of Matera, Italy. Nephrol Dial Transplant (2006) 21: 2916–2920. *Early assessment of renal resistance index after kidney trasplant can help predict long-term renal function.*
19. Bjørn Skjoldbye, Arne Høj Nielsen, Michel Court-Payen, Nis Nørgaard, Finn Rasmussen, Hans Løkkegaard, Torben Lorentzen, Hans Henrik Holm. Scandinavian Journal of Urology and Nephrology. September 2015. *Perioperative Doppler Ultrasonography: Renal Detection of Renal Graft Perfusion.*
20. Rafael Gutiérrez del Pozo, David Truán Cacho y Agustín Franco de Castro. Servicio de Urología. Hospital Clinico de Barcelona. España. Arch. Esp. Urol., 58, 6 (521-530), 2005. *TRASPLANTE RENAL DE DONANTE VIVO: IMPLANTE RENAL Y SUS VARIANTES.*
21. Bernd Krumme, Wolfgang Grotz, Günter Kirste, Peter Schollmeyer and Lars Christian Rump. Department of Internal Medicine IV and Fepartment of Surgery, University Hospital Freigurg, Freiburg Germany. 1996. Journal of the American Society of Nephrology. *Deterninants of intrarenal Doppler indices in stable renal Allografts.*
22. Jonathan M. Rubin, MD, PhD. Radiographics 1994. *AAPM tutorial. Spectral Doppler US.*
23. Sthephen Balter, PhD. Christopher R. B. Merrit, MD. Radiographics 1991. *APM tuitorial Doppler US: The Basics.*
24. *Thomas Scholbach, Elisa Girelli, and Jakob Scholbach. Transplantation • Volume 81, Number 5, March 15, 2006. Tissue Pulsatility Index: A New Parameter to Evaluate Renal Transplant Perfusion.*

25. Arzu Akgul, Avsin Ibis, Siren Sezer, Ceyla Basaran, Alper Usluogullari, Fatma Nurhan Ozdemir, Zubeyde Arat & Mehmet Haberal. Renal Failure. Jul 2009. *Early Assessment of renal resistance index and long-term renal function in renal trasplant recipients.*
26. Jing Gao, MD et all. *Doppler Parameters in Renal Transplant Dysfunction Correlations With Histopathologic Changes.* RSNA publication September 22, 2010.
27. G. M. Baxter and R. S. C. Rodger Western Infirmary, Glasgow, UK. Nephrol Dial Transplant (1997) 12: 2449–2451. *Doppler ultrasound in renal transplantation.*
28. Kenneth J. W. Taylor, MD, Peter N. Burns, Peter N. T. Wells. *Doppler. Aplicaciones clínicas dela ecografía Doppler. Segunda edición.*
29. Prabhakar Rajiah, Yit Yoo Lim, Paul Taylor. Clinical Radiology, Manchester Royal Infirmary, Manchester, United Kingdom. February 2007. *Renal transplant imaging and complications.*
30. Hao Tang, MD Zi Wang, MD Liang Wang, MD Xiaomeng Hu, MD Qiuxia Wang, PhD Zhen Li, MD Jianjun Li, MD Xiaoyan Meng, MD Yanchun Wang, MD Daoyu Hu, MD. RSNA, 2014. *Depiction of Transplant Renal Vascular Anatomy and Complications: Unenhanced MR Angiography by Using Spatial Labeling with Multiple Inversion Pulses.*
31. D. LL. COCHLIN, A. WAKE, J. R. SALAMAN and P. J. A. GRIFFIN *Departments of Radiology and Transplant Surgery, Cardiff Royal Infirmary, Newport Road, Cardiff. Clinical Radiology (1988)39, 373-376 Ultrasound Changes in the Transplant Kidney.*