

Comparación entre hallazgos vasculares renales por angiotomografía
multidetectora de 64 canales contra hallazgos quirúrgicos en donadores

Méd. Gral. DIEGO FELIPE GARCIA
RODRIGUEZ

2020



Universidad Autónoma de Querétaro

Facultad de Medicina

Comparación entre hallazgos vasculares renales por angiotomografía multidetectora de 64 canales contra hallazgos quirúrgicos en donadores

Tesis

Que como parte de los requisitos
para obtener el Diploma de la

ESPECIALIDAD EN MEDICINA INTERNA

Presenta:

Méd. Gral. Diego Felipe García Rodríguez

Dirigido por:

M. en C. Med. Esp. Héctor Manuel Barragán Campos

Querétaro, Qro. a 01 febrero 2020



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Medicina
Especialidad de Medicina Interna

“Comparación entre hallazgos vasculares renales por angiotomografía multidetectora de 64 canales contra hallazgos quirúrgicos en donadores”

Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el Diploma de la
Especialidad en Medicina Interna

Presenta:

Médico General Diego Felipe García Rodríguez

Dirigido por:

M. en C. Med. Esp. Héctor Manuel Barragán Campos

M. en C. Héctor Manuel Barragán Campos
Presidente

Med. Esp. Elba Susana Padilla Ávila
Secretario

Med. Esp. Erika Damián Salazar
Vocal

MSP. Alfredo Uribe Nieto
Suplente

MC. Carlos Francisco Sosa Ferreyra
Suplente

Centro Universitario, Querétaro, Qro.
Fecha de aprobación por el Consejo Universitario (diciembre y 2019)
México

Resumen

Introducción: La angiotomografía multidetectora renal (ATMDT) es más accesible, económica y rápida comparado con la angioresonancia renal y angiografía renal. En la evaluación preoperatoria a donadores potenciales vivos, la angiografía es el estudio de elección, pero la angiografía por resonancia magnética y/o la ATMDT podrían ser subrogados.

Objetivo: evaluación de una prueba diagnóstica y correlación entre ATMDT y hallazgos quirúrgicos en donadores de trasplante renal relacionado vivo.

Materiales y métodos: Análisis transversal analítico de donadores renales del hospital General de Querétaro de enero 2014 a abril 2017, se recabaron datos demográficos, anatomía vascular renal de la nota postquirúrgica del donador e interpretación por un radiólogo único de ATMDT posteriormente con el programa SPSS-25 se analizó correlación de la vascularización renal por ATMDT y quirúrgica mediante sensibilidad, especificidad, VPP, VPN, LR positivo y LR negativo, prueba de chi cuadrada de Pearson y V de Cramer.

Resultados: Hubo 28 donares renales con ATMDT renal, ninguno con angioresonancia renal, 12 mujeres (42.85%), con mediana de edad 43.5 años, creatinina sérica 0.81mg/dl, TFG por CKD-EPI 109.3ml/min/m². De 28 donadores 5 (17.85%) no tuvieron determinación de PPD, 5 (21.73%) resultaron positivos. Por anatomía radiológica arterial encontramos 19 (67.85%) con arteria renal bilateral única, 2 con arteria renal polar inferior derecha. En la anatomía radiológica venosa hubo 26 pacientes con vena renal bilateral única, 2 con vena renal izquierda retro aortica. En anatomía venosa y arterial combinada lo más frecuente en 18 (64.28%) fue la arteria y vena renal bilateral únicas. Falto 1 reporte quirúrgico, en los 27 restantes se reportó 23 (85.18%) con arterial renal bilateral única, el resto variantes, en la anatomía de venas renales 26 (96.29%) con vena renal bilateral única. Correlación de hallazgos anatómicos radiológicos con quirúrgicos arteriales renales por chi² de Pearson 81.391, p=0.0001, correlación de hallazgos anatómicos radiológicos con quirúrgicos venosos renales 0.083, p=0.959, al aplicar prueba V de

Cramer con fuerte correlación para arterias renales y correlación moderada para venas renales.

Conclusiones: ATMDT renal arterial es un método con adecuada correlación anatómica quirúrgica de pacientes donadores renales. Sin embargo, nuestro tamaño muestral es pequeño.

Palabras clave: angiotomografía renal, donador renal, trasplante renal.

Dirección General de Bibliotecas UAQ

Summary

Introduction: Multidetector renal angiotomography (ATMDT) is more accessible, economical and faster compared to renal angioresonance and renal angiography. In the preoperative evaluation of potential living donors, angiography is the study of choice, but magnetic resonance angiography and / or ATMDT could be subrogated.

Objective: evaluation of a diagnostic test and correlation between ATMDT and surgical findings in living related kidney transplant donors.

Materials and methods: Analytical cross-sectional analysis of renal donors of the General Hospital of Querétaro from January 2014 to April 2017, demographic data, renal vascular anatomy of the donor's post-surgical note were collected and interpretation by a single ATMDT radiologist later with the SPSS program- 25 correlation of renal vascularization by ATMDT and surgical was analyzed by sensitivity, specificity, PPV, NPV, positive LR and negative LR, Pearson's chi-square test and Cramer's V.

Results: There were 28 renal donors with renal ATMDT, none with renal angioresonance, 12 women (42.85%), with a median age 43.5 years, serum creatinine 0.81mg / dl, GFR per CKD-EPI 109.3ml / min / m². Of 28 donors 5 (17.85%) had no determination of PPD, 5 (21.73%) were positive. By radiological arterial anatomy we found 19 (67.85%) with a single bilateral renal artery, 2 with a right inferior polar renal artery. In the radiological venous anatomy there were 26 patients with a single bilateral renal vein, 2 with aortic retro renal vein. In combined venous and arterial anatomy, the most frequent in 18 (64.28%) was the only bilateral renal artery and vein. Missing 1 surgical report, in the remaining 27 23 (85.18%) with single bilateral renal arterial were reported, the rest variants, in the anatomy of renal veins 26 (96.29%) with single bilateral renal vein. Correlation of radiological anatomical findings with renal arterial surgery by Pearson's chi² 81,391, p = 0.0001, correlation of radiological anatomical findings with renal venous surgical 0.083, p =

0.959, when applying Cramer's V test with strong correlation for renal arteries and moderate correlation for renal veins

Conclusions: arterial renal ATMDT is a method with adequate surgical anatomical correlation of renal donor patients. However, our sample size is small.

Keywords: renal angiotomography, renal donor, renal transplant.

Dirección General de Bibliotecas UAQ

Dedicatorias:

Agradezco a los innumerables pacientes como base de mi formación en medicina interna en el honorable Hospital General de Querétaro, quienes a pesar de sus múltiples padecimientos y que en muchas ocasiones sus desenlaces no fueron favorables se prestaron pacientemente para mi formación médica. A mis profesores quienes con sus enseñanzas, experiencia, atinos y desatinos forjaron en mi a un médico con bases científicas, pero sobre todo humanas. A mis padres y familia por ser quienes me han dado el mayor apoyo emocional, moral y económico para mi formación académica, siempre anteponiendo esta muchas veces ante sus propias necesidades. Para todos aquellos que han creído en mi como médico.

Dirección General de Bibliotecas UAQ

Agradecimientos:

Agradezco a todos aquellos que conforman el hospital general de Querétaro y sobre todo a mi alma mater la universidad autónoma de Querétaro por educarme en la verdad y el honor y sobre todo a la facultad de medicina por mostrarme que no hay nada más importante que la vida y la salud.

Dirección General de Bibliotecas UAQ

Índice

Contenido	Página
Resumen	I
Summary	III
Dedicatorias	V
Agradecimientos	VI
Índice	VII
Índice de cuadros	VIII
Abreviaturas y siglas	X
I. Introducción	1
II. Antecedentes	2
III. Fundamentación teórica	10
IV. Hipótesis	11
V. Objetivos	12
V.1 General	12
V.2 Específicos	12
VI. Material y métodos	13
VII. Resultados	16
VIII. Discusión	32
IX. Conclusiones	35
X. Propuestas	36
XI. Bibliografía	37

Índice de cuadros

Cuadro	Título	Página
Tabla 1	Características Basales	17
Tabla 2	Tamaño medio de venas y arterias renales	18
Imagen 1	ATMDT en corte coronal donde se aprecia doble arteria renal bilateral	19
Tabla 3	Tabla cruzada de hallazgos venosos de la vascularización renal	20
Tabla 4	Tabla cruzada de hallazgos arteriales de la vascularización renal	21
Grafica 1	Parentesco del donador renal con el receptor renal	23
Tabla 5	Nivel de origen vascular renal en ATMDT	24
Imagen 2	ATMDT en 2 cortes coronales a distinto nivel donde se aprecian 2 arterias renales y 1 vena renal izquierda	25
Grafica 2	Hallazgos arteriales renales en ATMDT	26
Grafica 3	Hallazgos quirúrgicos arteriales	26
Grafica 4	Hallazgos venosos renales en ATMDT	27
Grafica 5	Hallazgos quirúrgicos venosos	27
Imagen 3	Corte sagital de ATMDT donde se aprecia aortoesclerosis	28

Imagen 4	Imagen con reconstrucción en3D, se aprecia arteria renal derecha retroaórtica y vena renal única izquierda y derecha	29
Tabla 6	Tabla de contingencia de hallazgos arteriales quirúrgicos y por ATMDT	30
Tabla 7	Tabla de contingencia de hallazgos venosos quirúrgicos y por ATMDT	30
Tabla 8	Resultados de prueba diagnostica	31

Abreviaturas y siglas

ASD: Angiografía por sustracción digital

ATMDT: Angiografía por tomografía computarizada de multidetectores

ERA: Arteria extrarrenal

PPD: Derivado proteico purificado de la tuberculina

TFG: Tasa de filtración glomerular

Dirección General de Bibliotecas UAQ

I. Introducción

La angiotomografía (ATMDT) renal es un estudio más accesible, económico y rápido comparado con la angiorensonancia renal y la angiografía renal. Además, de acuerdo con el estudio “Living Renal Donors: Optimizing the Imaging Strategy—Decision-and Cost-effectiveness Analysis” la evaluación preoperatoria a donadores potenciales vivos, la angiografía es el estudio más rentable siempre que su especificidad sea del 99%, pero que, al no ser tan alta, la angiografía por resonancia magnética y/o la angiotomografía renal es la estrategia más rentable. (Liem 2003) Por ello ante la falta de accesibilidad en nuestro medio debido a costo y disponibilidad podríamos evaluar al potencial donador renal únicamente con angiotomografía renal, y en caso de tener disponibilidad complementar la valoración con angiorensonancia renal.

En base a esto consideramos que la angiografía es un estudio invasivo con uso de medio de contraste iodado no-iónico que puede ser reemplazado por angiotomografía renal para la valoración clínica prequirúrgica de los donadores renales disminuyendo riesgos para el paciente y con menor costo económico.

II. Antecedentes

De acuerdo con Diego Rosselli y colaboradores el trasplante renal otorga 49.8 meses de vida ganados, evita 35 meses de diálisis en cada paciente y evita una muerte en cada cinco pacientes trasplantados en un periodo de 5 años, así como la disminución de costos. (Roselli, 2015) Además otros estudios concluyen la misma situación donde los pacientes con enfermedad renal crónica terminal sometidos a trasplante renal tienen menor mortalidad comparada con aquellos que reciben únicamente diálisis. (Schnuelle 1988) A largo plazo también han corroborado la disminución de costos en Brasil entre pacientes con trasplante renal y diálisis (Silva, 2017)

Se ha demostrado que la supervivencia de trasplantes de riñones de donadores vivos es mayor que la de los donadores cadavéricos (80% vs 67% a los 5 años) (Laughme, 2007)

Anatomía

La arteria renal se origina de la aorta entre L1 y L2, debajo de la arteria mesentérica superior, estas arterias son generalmente posteriores a las venas renales y anteriores a la pelvis renal. La arteria renal izquierda inicia generalmente en un nivel superior a la arteria renal derecha, y siguen un trayecto hacia arriba, la arteria renal derecha es generalmente más larga y pasa posterior a la vena cava con un trayecto hacia abajo rumbo al riñón derecho. (Matthew, 2014) Al aproximarse al hilio cada arteria renal se divide en segmento anterior y posterior, generalmente nace primero la porción posterior. (Ozkan, 2006, Matthew, 2014) Las arterias renales accesorias son la variante más común, y se pueden originar de la parte lateral de la aorta abdominal, iliaca o arteria renal, ocasionalmente de la aorta torácica inferior o lumbar, pueden ser vistas en hasta un tercio de la población normal. Las arterias perihiliares son otra variante. (Matthew, 2014) Cada riñón es irrigado por una arteria renal procedente de la aorta abdominal, pero en aproximadamente el 30% de los individuos puede haber más de una arteria. (Ozkan, 2006, Matthew, 2014) Las arterias renales suelen tener 4-6 cm de largo y 5-6 mm de diámetro. (Matthew 2014) Las venas renales tienen un curso

anterior a las arterias renales. La variante venosa más común es la presencia de venas renales supernumerarias que se pueden observar en aproximadamente el 15-30% de los individuos. (Matthew 2014) Aproximadamente 40% de las personas tienen una sola arteria y vena principales en cada lado; Las arterias renales accesorias se encuentran en el 40%, más comúnmente en el lado izquierdo. Allan 2011 En el caso del riñón en herradura, las arterias renales principales se desarrollan normalmente. Las variaciones en el número de arterias renales son frecuentes, con una frecuencia entre el 9% y 76% (Gümüş H 2012) En donadores renales la probabilidad de tener más de una arteria renal en ambos riñones es del 5%. (Özkan U 2006) Las variaciones de la arteria renal se dividen en dos grupos: arteria extrarrenal (ERA) y división temprana (ED). ERA se clasifica de acuerdo con su curso ya sea polar (perforara el polo superior o inferior del riñón directamente) o accesorio (entra en el riñón directamente en el hilio). (Gümüş H 2012) ED es una variante normal en la cual cualquier rama diverge dentro de 1.5-2.0 cm de la pared lateral de la aorta en el riñón izquierdo, o en el segmento retrocaval en el riñón derecho. (Gümüş H 2012, Özkan U 2006) La frecuencia con que aparecen arterias extrarenales (ERA) va del 9% al 76% y generalmente aparece en el 28% -30% en los estudios anatómopatológicos (Özkan U 2006) Se encuentra una arteria renal única en 76% de los pacientes, entre las variantes de la arteria renal se encuentran arterias múltiples en el 24%, arterias múltiples bilaterales en el 5% y división temprana en el 8% de los casos. (Özkan U 2006)

Arteria renal derecha: Se origina por debajo de la arteria mesentérica superior, al nivel de la primera vértebra lumbar. Su longitud es de 3 a 5 cm con un diámetro de 4 a 7mm. Pasa debajo de la vena cava inferior y detrás de la vena renal derecha. Transcurre amoldándose al cuerpo vertebral, pilar del diafragma y psoas mayor. Rodeada por un plexo nervioso, proporciona sus ramas terminales antes de llegar al riñón. (Latarjet M 2006)

Arteria renal izquierda: Más corta que la derecha, desde la aorta se dirige oblicuamente hacia abajo, atrás y lateralmente. Va por delante de la columna lumbar del pilar del diafragma y el psoas mayor. Como relaciones, tiene por delante a la vena renal izquierda y el cuerpo del páncreas. (Latarjet M 2006)

Ramas extra renales: Antes de llegar al riñón las arterias renales se ramifican en: Suprarrenal inferior que va a la glándula suprarrenal y las ureterales que irrigan la primera porción del uréter, la capsuloadiposa que forma una anastomosis con las arterias suprarrenales, ováricas, testiculares, lumbares, frénicas inferiores y provenientes de la aorta. Esta anastomosis conforma una red perirrenal formando un arco arterial perirrenal por su borde lateral de cada riñón. (Latarjet M 2006)

Ramas intrarrenales: Nacen en las proximidades del hilio renal. Se dividen en anteriores y posteriores. Rama anterior: Distribuidas por delante de la pelvis renal, da 3 a 5 ramas en el hilio o el seno renal; son las arterias segmentarias: superior, anterosuperior, anteroinferior e inferior. Rama posterior: Pasa por el borde superior de la pelvis renal, ubicándose por detrás y dejando libre gran parte de su cara posterior. Se divide en seno renal y arteria segmentaria posterior (Latarjet M 2006)

En el interior del riñón: Las arterias segmentarias, en la periferia del seno, se dividen en ramas relacionadas con los cálices menores. Las ramificaciones, terminales, de las segmentarias son las arterias interlobulillares. Estas interlobulillares, penetran las columnas, rodean las pirámides hacia la corteza renal. En la base de las pirámides, dan origen a las arterias arcuatas y estas a las arterias corticales radiadas o interlobulillares. En la corteza renal salen las arterias aferentes del glomérulo.

(Latarjet M 2006)

Segmentación arterial del riñón: Tiene dos territorios, anterior y posterior. Cada territorio dependiente de su respectiva arteria renal. Estos territorios se separan por un plano transversal avascular. Los segmentos renales, tienen una vascularización y drenaje quirúrgico propio permitiendo resecciones renales parciales anatómicamente regladas. Los segmentos renales son: superior, anterosuperior, anteroinferior, inferior y posterior. (Latarjet M 2006)

Variaciones: En el origen: 2 a 3 arterias renales de la aorta. En la distribución: Puede variar los sistemas anterior y posterior

Venas renales: En el riñón: Se origina de la zona subcapsular de la corteza, a través de venas estrelladas. Estas últimas drenan en las venas corticales radiadas o interlobulillares que son perpendiculares a la capsula fibrosa del riñón. Las interlobulillares van a la región profunda de la corteza desembocando en las venas arcuatas (paralelas a la base de pirámides). Las venas arcuatas, también reciben sangre de las vénulas rectas desde la medula renal. Desde los lados de las pirámides, partes las venas interlobulillares que reciben a las arcuatas y se profundizan por las columnas renales hasta el seno renal. Alrededor de los cálices, se forman coronas venosas que terminan en dos o tres troncos que se unen por delante de la pelvis renal para construir la vena renal Latarjet M 2006 Vena renal derecha: Corta, terminan en la derecha de la vena cava inferior. Vena renal izquierda: Larga, pasa delante de la aorta abdominal y debajo de la arteria mesentérica superior. Recibe las venas izquierdas suprarrenales, ováricas o testiculares

Angiografía por sustracción digital

La angiografía por sustracción digital (ASD) sigue siendo considerada como el estándar de oro en la imagen vascular renal y principalmente en el diagnóstico de la estenosis de la arteria renal (Patología vascular estenosis, trombosis, aterosclerosis, hipoplasia, displasia fibromuscular, disección, aneurisma). Xu, J. 2011 La ASD es un procedimiento invasivo que implica punción de la arteria femoral, complicaciones propias del cateterismo, la administración intraarterial de contraste yodado no iónico para visualizar los vasos sanguíneos y el análisis de la vascularización renal se realiza al finalizar el procedimiento (Ozdemir-van 2015, Xu J 2011)

La ASD tiene menor capacidad para detectar alteraciones no vasculares comparadas con el uso de TAC helicoidal renal (Watarai 2001)

Angiotomografía de multidetectores

La angiografía por tomografía computarizada de multidetectores (ATCMD) desempeña un papel cada vez más importante en la evaluación de la vascularización renal. La MDCTA permite una visualización precisa de la anatomía

normal y las variantes de varias regiones incluyendo la vascularización renal. Los principales inconvenientes del ATCMD son la exposición a la radiación ionizante y el uso de material de contraste yodado potencialmente nefrotóxico. Dentro de las indicaciones clínicas para ATCMD se encuentra la evaluación del donador y del receptor del trasplante renal, incluyendo complicaciones vasculares (Sarsengaliyev T 2015, Jun H 2016)

La cobertura anatómica óptima para el escaneo de fase arterial, incluye la región entre la arteria celíaca y la parte terminal de las arterias ilíacas comunes, se obtienen cortes con un grosor de 1-1,5 mm después de la inyección rápida de un bolo de 100 ml de contraste iodado no-iónico de 300-400 mg/ml, a una velocidad de 4 ml/s y un bolo de 70 ml a una velocidad de 5-6 mL/s en escáneres ATCMD de 16 y 64 canales, respectivamente. La adquisición de la imagen se inicia después de un retardo de 4-5 segundos y 6-7 segundos en los escáneres ATCMD de 16 y 64 canales, respectivamente, cuando se alcanza la mejora del umbral de 100 Unidades Hounsfield (UH) dentro de la región de interés colocada en la aorta abdominal. Para la evaluación de las estructuras venosas renales y de las vísceras abdominales se analiza el abdomen completo con un grosor de cortes de 5 mm. En donantes de trasplante renal, se obtienen exploraciones tardías de 7-10 min para la evaluación de los uréteres. (Hazirolan T 2009)

Las imágenes de la fuente axial siguen siendo la base para el diagnóstico; Sin embargo, las reformulaciones 2D y 3D post-procesadas contribuyen significativamente a una evaluación precisa. (Hazirolan T 2009)

La sensibilidad de la ATCMD en la demostración del curso de las arterias y venas renales principales es de alrededor del 100%, además permite una visualización menos invasiva, precisa, rápida y eficaz de los vasos renales. (Hazirolan T 2009) La tomografía computarizada con reconstrucción tridimensional ha favorecido la evaluación preoperatoria de los donantes renales vivos, ya que proporciona detalles anatómicos del riñón, la vascularización y el sistema colector y ayuda en el diagnóstico de anomalías renales. (Choi DK 2015)

Baratali y colaboradores reportaron que la ATCMD tiene la misma precisión que la angiografía tradicional para detectar anomalías renales en donadores renales vivos. (Asghari, B 2013) En estudios previos, la exactitud de la angiografía MDCT para la anatomía arterial fue de 93-97% (Laugharne M 2007 ,Platt JF 1996)

Angioresonancia

Hatice Gümüş y colaboradores estudiaron la evaluación prequirúrgica de donantes renales potenciales, y encontraron que la angioresonancia renal con gadolinio intravenoso y la angiografía con sustracción digital proporcionan información muy similar. (Gümüş 2012)

La angiografía por resonancia magnética con recuperación de la inversión sensible a la afluencia (IFIR), tiene alta sensibilidad, especificidad, VPP y VPN para la detección de estenosis de la arteria renal. Podría ser la primera opción de los métodos de imagen para evaluar la arteria renal para evitar la irradiación ionizante y la toxicidad renal de los medios de contraste. (Xu J 2011)

Nefrectomía en donador de trasplante renal vivo

Se prefiere la nefrectomía izquierda ya que la vena renal es más larga, aun cuando hay múltiples vasos en el lado izquierdo y hay una anatomía normal en el lado derecho. El lado derecho se prefiere generalmente en mujeres en edad fértil, porque la izquierda puede ser ocluida en caso de presentarse hidronefrosis durante el embarazo (Asghari B 2013, Ozdemir-van 2015)

La incidencia de variabilidad es mayor en hombres, y más frecuente en el lado izquierdo que el lado derecho con respecto a la arteria renal, vena renal, RARV y venas gonadales y lumbares. Las incidencias de arteria doble y triple fueron de 16 y 1%, respectivamente, y en comparación con las mujeres donde fue de 15 y <1% en el lado izquierdo. La incidencia de la vena doble fue del 1%, observada sólo en los hombres y sólo en el lado izquierdo. La vena gonadal dual y el uréter dual se encontraron sólo en hombres y en el lado izquierdo. (Shetty A 2014) La tomografía helicoidal es importante para delinear la anatomía arterial, venosa y de ambos uréteres, y puede mostrar importantes hallazgos incidentales. Comparativamente

correlacionados hasta en 99% con los hallazgos quirúrgicos reportados en las nefrectomías. (Asghari B 2013)

Trasplante

Özdemir-van Brunschot encontraron que el número de trasplantes de riñón de donante vivo ha aumentado y los riñones donantes vivos son indispensables para superar la escasez de órganos. La calidad del órgano de los riñones donantes vivos es superior comparado con los donares cadavéricos. Con respecto a la anatomía de la vena renal, la mayoría de los centros realizan preferentemente la nefrectomía del lado izquierdo del donante, ya que los riñones izquierdos tienen venas más largas que sus homólogas correctas facilitando el implante. No se encontraron diferencias obvias en la supervivencia del injerto cuando se comparó la implantación de aloinjertos renales derecho o izquierdo, sin embargo, se observó un mayor tiempo de isquemia en el grupo con las venas renales cortas, lo que implica que la implantación de aloinjertos derechos con venas más cortas es más difícil. (Ozdemir-van 2015)

En-Haw Wu y colaboradoras reportaron que la presencia de aortoesclerosis predice engrosamiento de la íntima vascular (OR 7.2) y engrosamiento hialino arteriolar (OR 5.7) en injertos a los 6 meses del trasplante. (Wu E-H 2015)

Tasa de Filtración Glomerular

La tasa de filtración glomerular (GFR) se acepta como el mejor índice general de función renal en donantes vivos. La medición de la TFG basada en ecuaciones fundamentadas en creatinina sérica ha demostrado ser más precisa en pacientes con enfermedad renal crónica (ERC) que en individuos sanos. (Choi DK 2015)

Jeon et al., informaron que el volumen de un riñón sano medido por medio de tomografía computarizada helicoidal de 64 canales está relacionado con los parámetros corporales y se correlaciona directamente con el peso renal nefrectomizado y varias funciones renales. (Jeon HG 2010)

TFG basado en volumen (vGFR) por Herts et al. (Choi DK 2011, Herts BR 2009)

$$70.77 - 0.444 \times A + 0.366 \times W + 0.200 \times V - 37.317 \times \text{SCr}$$

A edad

P Peso

V volumen de riñón (Choi DK 2011, Herts BR 2009)

El volumen renal se determinó trazando contornos en cada una de las secciones axiales de la fase portal obtenidas 60 segundos posterior a la inyección del medio de contraste renal y creando reconstrucciones en 3D. (Choi DK 2011)

SCr Creatinina sérica

CKD-EPI (Levey A 2009)

$$141 \times \min\{\text{SCr} = k; 1.21^{\text{Pa}} \times \max\{\text{SCr} = k; 1.21^{-1} \times 209 \times 0.993^{\text{age}} \times$$

$\text{D1}: 0.18 \text{ si femenino } \times \text{D} 1: 1.59 \text{ si es negro } \text{P}$

$\text{Dk es } 0: 7 \text{ f o hembras y } 0: 9 \text{ f o machos; A es}$

$-0: 329 \text{ f o hembras y } -0: 411 \text{ f o machos } \text{P}$ (Levey A 2009)

Ecuación de Cockcroft y Gault

La fórmula de Cockcroft y Gault se desarrolló en 1973 utilizando datos de 249 hombres con aclaramiento de creatinina de 30 a 130 ml / m². No se ajusta a la superficie corporal. (Cockcroft D 1976) Actualmente esta ecuación ya no se recomienda su uso porque no se ha expresado usando valores de creatinina estandarizados. (N/A.

(2014))

$$C_{Cr} = \left\{ \left(\frac{140 - \text{Edad}}{72} \times \text{Peso} \right) / \text{SCr} \right\} \times 0.85 \text{ (si pertenece al género femenino)} \text{ (Cockcroft$$

D 1976)

III. Fundamentación teórica

La ATMDT ha tomado cada vez más relevancia al valorar vasos sanguíneos, ya que permite una visualización precisa de la anatomía normal y sus variantes. Dentro de los pocos inconvenientes para realizarse son la exposición a la radiación ionizante y la aplicación de medio de contraste yodado que pudiera causar daño renal. En los últimos años esta se ha venido utilizando cada vez más para la evaluación del donador y del receptor del trasplante renal. (Sarsengaliyev T 2015, Jun H 2016)

Dirección General de Bibliotecas UAQ

IV. Hipótesis

H0 La ATMDT renal no se correlaciona con los hallazgos quirúrgicos en pacientes donadores renales

H1 La ATMDT renal se correlaciona con los hallazgos quirúrgicos en pacientes donadores renales

Dirección General de Bibliotecas UAQ

V. Objetivos

V.I Objetivo general

Evaluación de una prueba diagnóstica (ATMDT) y correlación entre ATMDT y hallazgos quirúrgicos en donadores de trasplante renal relacionado vivo

V.II Objetivos específicos

Describir la correlación entre los hallazgos por ATMDT con las observaciones quirúrgicas.

Evaluar la tasa de donadores renales con PPD positivo en la valoración previa al trasplante renal

VI. Materiales y métodos

Tipo de investigación

Análisis transversal analítico

Definición de universo

Donadores de trasplante Renal relacionado vivo en Hospital General de Querétaro de enero 2014 – abril 2017

Tamaño de la muestra.

Por ser un estudio transversal no requiere cálculo de tamaño muestral

Criterios de selección

Los sujetos de observación serán aquellos pacientes bajo protocolo de donador para trasplante renal en el Hospital General de Querétaro.

Criterios de inclusión

- a) Pacientes donadores renales vivos en el Hospital General de Querétaro desde enero 2014 abril 2017 y posteriormente subsecuentes que cuenten con ATCMD renal y / o angioresonancia renal,
- b) Género: Hombre o mujer
- c) Edad: 18 años a 65 años
- d) Cuenten con consentimiento informado en el expediente

Criterios de exclusión

a) Todos aquellos que no cuenten con ATCMD Renal en la base de datos del Hospital General de Querétaro

Criterios de eliminación

a) Mujeres embarazadas

b) Pacientes con alergia al medio de contraste manifestado por broncoespasmo o anafilaxia

c) Pacientes en quienes no se haya realizado el trasplante renal

Metodología

Se seleccionaron pacientes en protocolo de estudio para ser donadores de riñón para trasplante renal vivo que hayan acudido al Hospital General de Querétaro y se hayan realizado ATMDT de 64 canales y que hayan sido aceptados para ser donador renal y que contaran con nota post quirúrgica en el expediente clínico, además verificamos si el paciente contaba con angioresonancia renal y/o angiografía. Posteriormente se recabaron datos demográficos del expediente clínico como edad, sexo, peso, talla, IMC, parentesco con el receptor, creatinina sérica, tasa de filtración glomerular y PPD, además de los datos relacionados a la anatomía quirúrgica descritos en la nota postquirúrgica del cirujano. Las imágenes de ATMDT se evaluaron por un único médico radiólogo y se documentaron los hallazgos. Los hallazgos a recabar en nota postquirúrgica y en la evaluación radiológica fueron los siguientes: Arteria bilateral única, arteria renal derecha con división temprana, arteria renal accesoria derecha, arteria renal accesoria izquierda, vena renal izquierda retro aórtica, arteria renal polar superior izquierda, trifurcación temprana de la arteria renal derecha, arteria renal polar inferior izquierda, arteria renal polar inferior derecha, arteria renal polar superior derecha, doble arteria renal derecha, vena renal izquierda retro aórtica, doble arteria renal bilateral, arteria renal izquierda con división temprana, vena renal bilateral única, vena renal Izquierda doble, arteria

renal izquierda triple, arteria renal derecha retro aórtica, y nivel del origen de arteria y vena renal, presencia de aortoesclerosis.

Las variables continuas se informaron como media/mediana, desviación estándar/rango intercuartil, según correspondió a su distribución (paramétrica o no paramétrica) y las variables categóricas como porcentajes, las variables categóricas se compararon con la prueba de X² o prueba exacta de Fisher, las variables continuas con la T de Student o la U de Mann Whitney de acuerdo con su distribución. Se realizó correlación de Pearson o Spearman dependiendo de la distribución.

Con los datos obtenidos evaluamos la correlación de la anatomía vascular renal por ATMDT y quirúrgica mediante prueba de chi cuadrada de Pearson y posteriormente coeficiente V de Cramer para determinar la intensidad de la correlación, todos los cálculos realizados con el programa SPSS-25 en base a los datos recabados en la base de datos.

VII. Resultados

Reclutamos a 28 donadores de los cuales 16 (57.47%) correspondieron al sexo masculino con una mediana de edad de 43.5 años (RIC25 42.1), con creatinina sérica promedio de 0.81mg/dl, tasa de filtración glomerular (TFG) por CKD-EPI 109.30 ml/min/1.73m², TFG por MDRD 106.10 ml/min/1.73m², por depuración de creatinina 223.15 ml/min/1.73m², se encontró prueba cutánea de PPD (derivado proteico purificado) positivo en 5 casos de los cuales todos recibieron tratamiento con isoniacida, no se dispuso del resultado de la prueba cutánea de PPD en 5 pacientes. Los receptores renales en su mayoría fueron hombres (N=18, 64.28%), en cuanto al parentesco los padres donaron en la mayor parte de los casos (n=12, 42.85%), siendo la madre quien donaba generalmente (n=7, 25%), seguido en número de los hermanos (n=6, 21.42%) y cónyuge (n=5, 17.85%). Ningún paciente contaba con angiorensonancia magnética renal, ni angiografía.

En cuanto a los hallazgos radiológicos arteriales por ATMDT lo más prevalente fue la arteria renal bilateral única en 19 pacientes que correspondió a los mismos pacientes que se reportaban en la nota postquirúrgica, la arteria renal polar inferior derecha en 2 pacientes, el resto de las variantes se encontró en ninguno o solo 1 paciente. A la interpretación radiológica de la anatomía por ATMDT venosa, se encontró vena renal bilateral única en 26 pacientes, los otros 2 pacientes restantes fueron vena renal izquierda retroaórtica. Al analizar de manera conjunta la anatomía renal y venosa, en 18 pacientes se encontró arterial renal bilateral única con vena renal bilateral única, seguido de 2 pacientes con arteria renal polar inferior derecha y vena renal bilateral única, en cuanto al origen anatómico de la arteria renal derecha el más frecuente fue desde el tercio superior de L1 (n=7), el origen de la arterial renal izquierda fue más frecuente en el tercio superior de L1 (n=7), la vena renal derecha fue más frecuente en el tercio superior de L1 (n=10), el origen de la vena izquierda fue más frecuente en el tercio medio de L1 (n=7). Al evaluar la presencia de aortoesclerosis solo 1 (3.57%) paciente la presentó. Al análisis de los hallazgos reportados por el equipo quirúrgico solo se encontró reporte de 27 (96.39%) pacientes de los cuales hubo 23 (82.11%) pacientes donde reportan

arteria renal bilateral única, y 1 caso de los siguientes: arteria renal accesoria izquierda, arterial renal polar superior izquierda, arteria renal polar inferior izquierda y arteria renal izquierda triple. En cuanto a los hallazgos quirúrgicos venosos reportaron 26 (92.82%) pacientes con vena renal bilateral única y solo 1 (3.57%) paciente con vena renal izquierda doble. En cuanto al tamaño de longitud y diámetro se encontró en arteria renal derecha una longitud media de 3.59 cm y diámetro medio de 0.72 cm, vena renal derecha 2.43 cm y 1.27 cm respectivamente, vena renal izquierda 5.38 cm y 1.58 cm respectivamente y arteria renal izquierda 3.06 cm y 0.84 cm respectivamente.

Tabla 1: Características Basales (N=28)

Edad, mediana	43.5 años, RIQ 42.1
Mediana Edad Hombres	43 años
Mediana Edad Mujeres	42.5 años
Donador masculino N (%)	16 (57.14%)
Donador femenino N (%)	12 (42.85%)
Depuración de creatinina (ml/min/1.73m ²) *	223.15
Creatinina (mg/dl) *	0.815
TFG CKD EPI (ml/min/1.73m ²) *	109.3
MDRD (ml/min/1.73m ²) *	106.1
Peso (kg) *	68

Talla (m) *	1.605
PPD Negativo N (%)	18 (64.28%)
PPD Positivo N (%)	5 (17.85%)
ND N (%)	5 (17.85%)
Receptor masculino N (%)	18 (64.28%)
Receptor femenino N (%)	10 (35.71%)

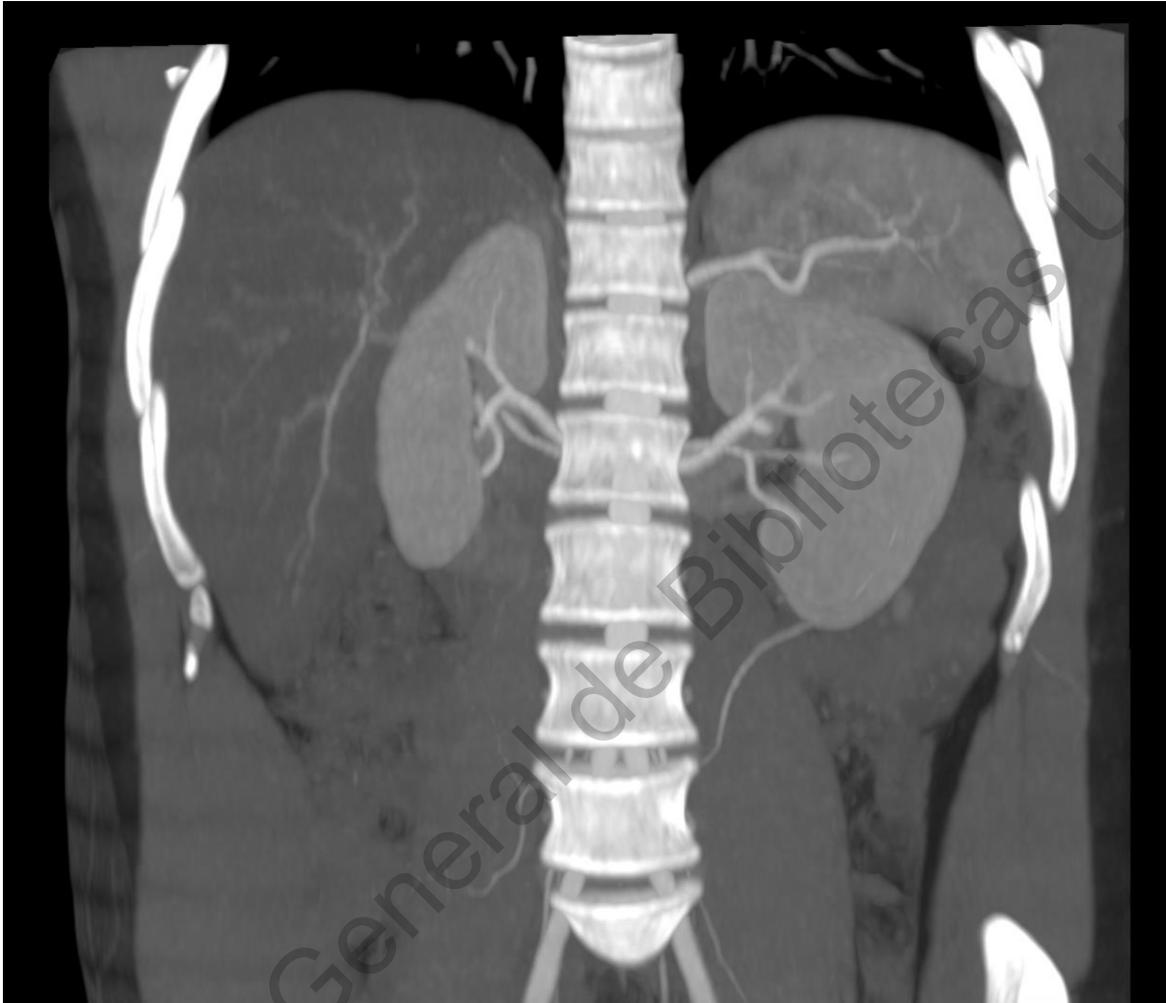
- Sin significancia estadística., RIQ: Rango intercuartil, * Promedio de medidas cuantitativas

Tabla 2. Tamaño medio y desviación estándar (DE) de venas y arterias renales

	Arterial renal derecha	Vena renal derecha	Vena renal izquierda	Arteria renal izquierda
Longitud media cm (DE)	3.59 (0.94)	2.43 (0.818)	5.38 (1.51)	3.06 (0.99)
Diámetro medio cm (DE)	0.72 (0.412)	1.27 (0.363)	1.58 (1.045)	0.84 (0.81)

Imagen 1

ATMDT en corte coronal donde se aprecia doble arteria renal bilateral.



Al evaluar la correlación por χ^2 de Pearson entre la anatomía vascular renal radiológica arterial y la anatomía vascular renal quirúrgica se encontró un valor de 81.391 ($p=0.0001$), mientras que al correlacionar los hallazgos renales venosos encontramos un valor de χ^2 de Pearson de 0.083 ($p=0.925$). Al aplicar el coeficiente de correlación V de Cramer a encontramos una relación quirúrgica

venosa con la valoración venosa de la ATMDT de 0.55 y de para la relación quirúrgica arterial con la valoración de arterial de la ATMDT de 0.86, concluyendo que hay correlación moderada en la valoración quirúrgica y por ATMDT renal vascular venosa y que hay una fuerte correlación en los hallazgos arteriales vasculares renales quirúrgicos y por ATMDT.

Tabla 3. Tabla cruzada de hallazgos venosos de la vascularización renal

		Anatomía quirúrgica venosa		Total
		Vena renal bilateral única	Vena renal izquierda doble	
Anatomía radiológica venosa por ATMDT	Vena renal izquierda retroaórtica	2	0	2
	Vena renal bilateral única	24	1	25
Total		26	1	27

Chi2 de Pearson 0.83 df 2 p: 0.959 V de Cramer 0.55

Tabla 4. Tabla cruzada de hallazgos arteriales de la vascularización renal

		Anatomía quirúrgica arterial					Total
		Arteria renal bilateral única	Arteria renal accesoria izquierda	Arteria renal polar superior izquierda	Arteria renal polar inferior izquierda	Arteria renal izquierda triple	
Anatomía radiológica arterial por ATMDT	Arteria bilateral única	17	0	1	0	0	18
	Arteria renal polar superior derecha	1	0	0	0	0	1
	Doble arteria renal derecha	1	0	0	0	0	1
	Arteria renal derecha con división temprana	1	0	0	0	0	1
	Arteria renal accesoria izquierda + Arteria	0	0	0	0	1	1

Renal izquierda con división temprana						
Arteria renal polar superior izquierda	1	0	0	0	0	1
Arteria renal polar inferior izquierda, arteria renal polar superior derecha, doble arteria renal bilateral	0	0	0	1	0	1
Arteria renal polar inferior izquierda, arteria renal polar	0	1	0	0	0	1

	inferior derecha, doble arteria renal bilateral						
	Arteria renal polar inferior derecha	2	0	0	0	0	2
Total		23	1	1	1	1	27

Chi2 de Pearson 81.391 df 32 p: 0.000001 26.018 V de Cramer 0.868

Grafica 1: Parentesco del donador renal con el receptor renal

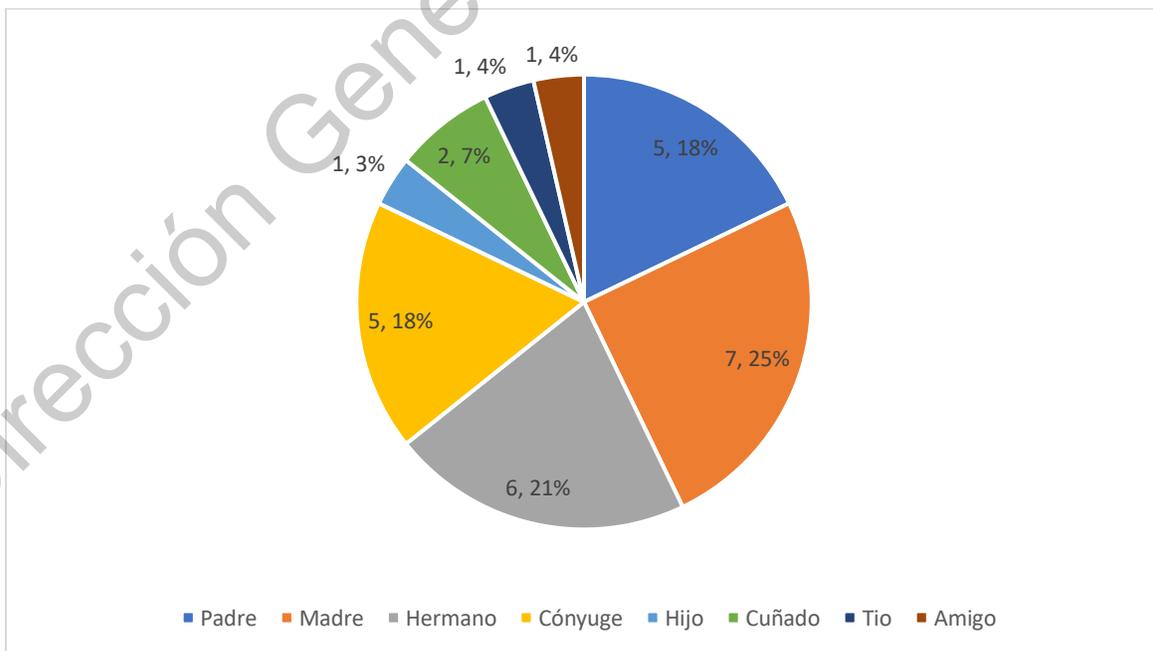


Tabla 5: Nivel de origen vascular renal en ATMDT

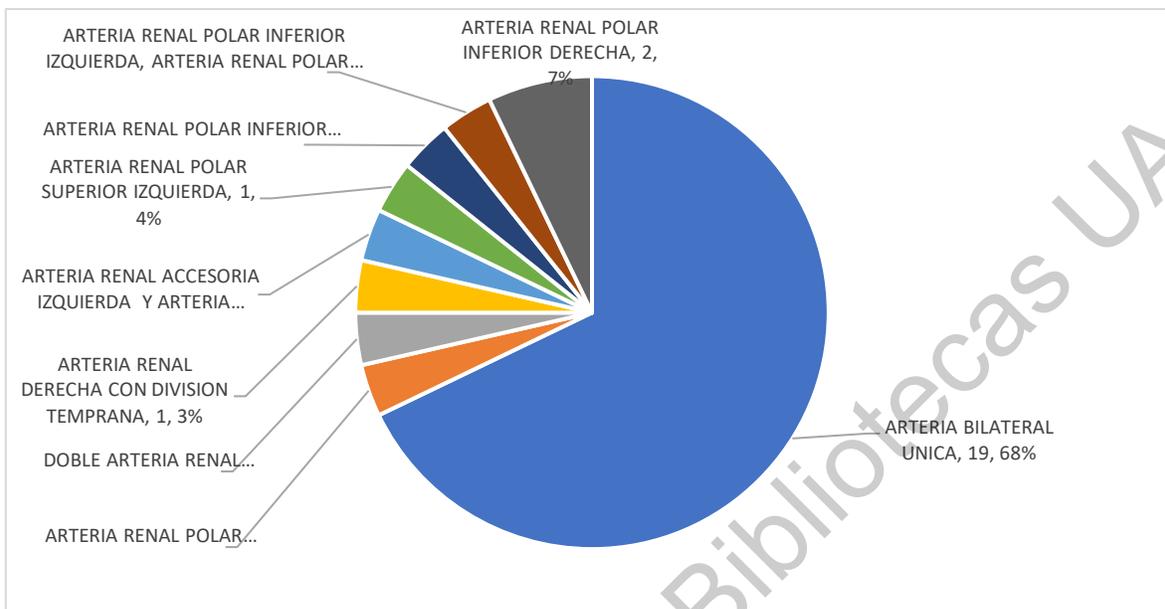
Origen arterial Derecho		Origen vena derecha	
TIL1	5	TIL1	2
TML1	4	TML1	5
TSL1	7	TSL1	10
L1-L2	5	L1-L2	3
TML2	3	TML2	4
TSL2	4	TSL2	4
Origen arterial izquierdo		Origen vena izquierda	
TIL1	6	TIL1	5
TML1	5	TML1	7
TSL1	7	TSL1	6
L1-L2	6	L1-L2	2
TML2	2	TML2	4
TSL2	2	TSL2	4

Imagen 2

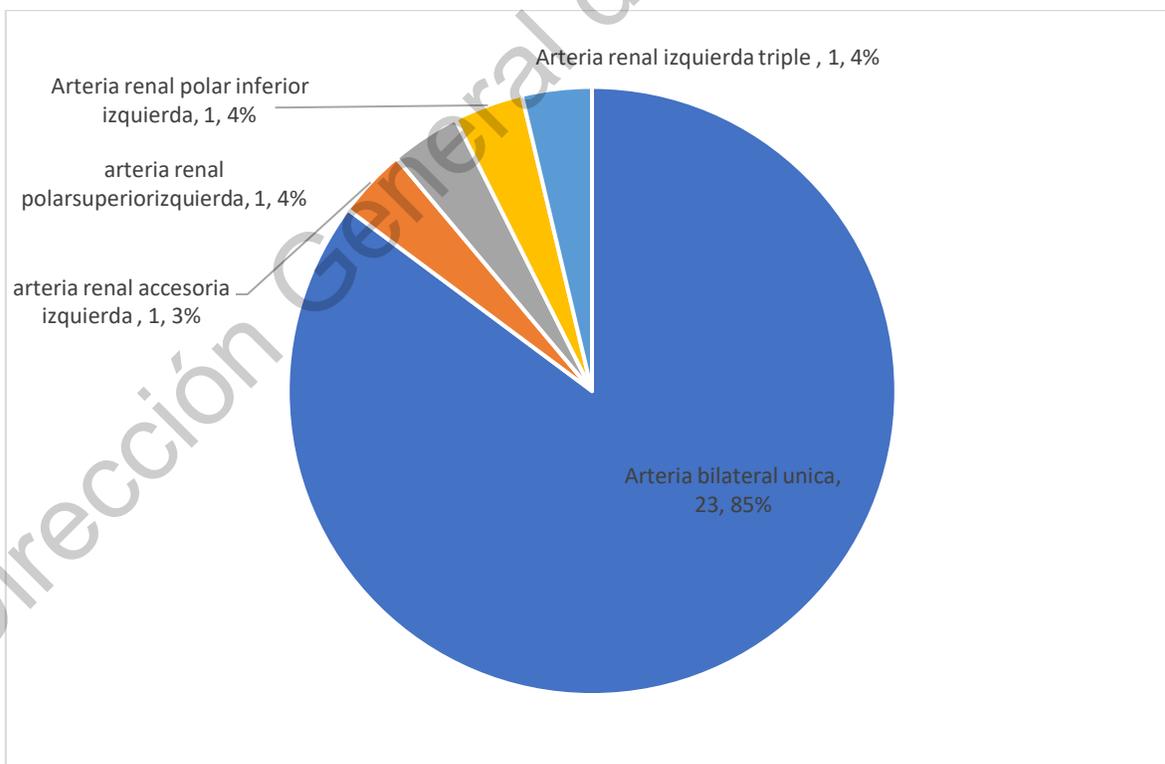
ATMDT en 2 cortes coronales a distinto nivel donde se aprecian 2 arterias renales y 1 vena renal izquierda



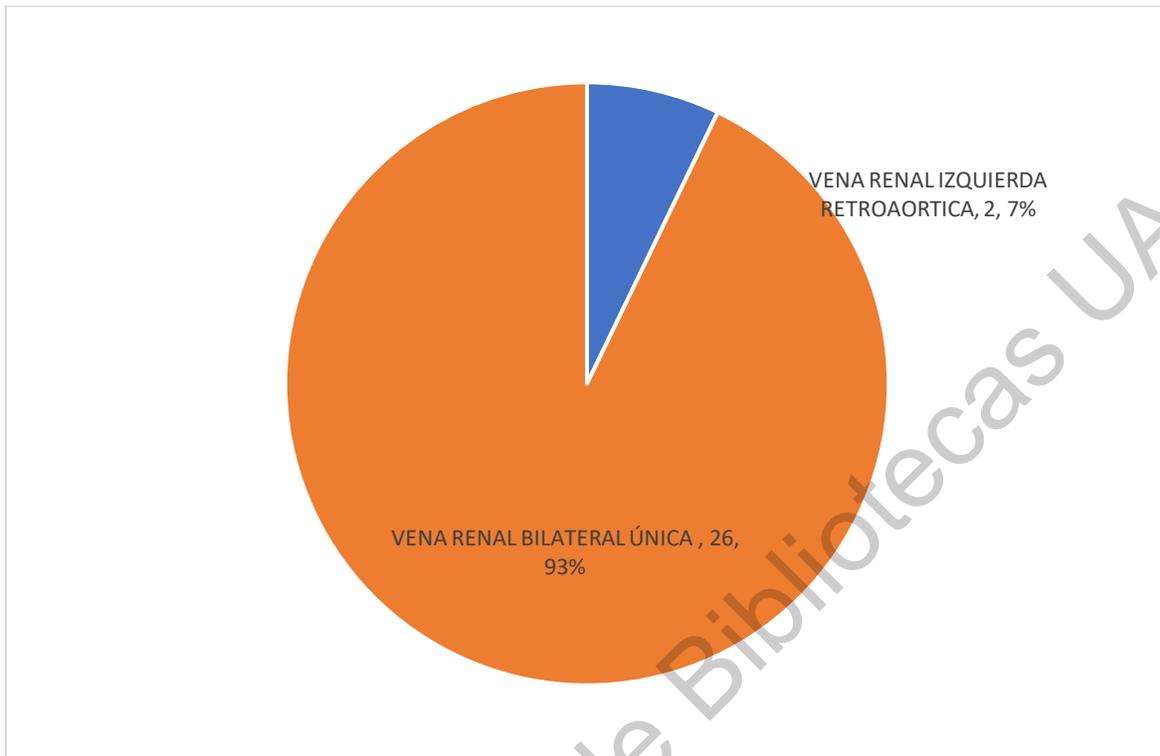
Grafica 2: Hallazgos arteriales renales en ATMDT



Grafica 3: Hallazgos quirúrgicos arteriales



Grafica 4: Hallazgos venosos renales en ATMDT



Grafica 5: Hallazgos quirúrgicos venosos

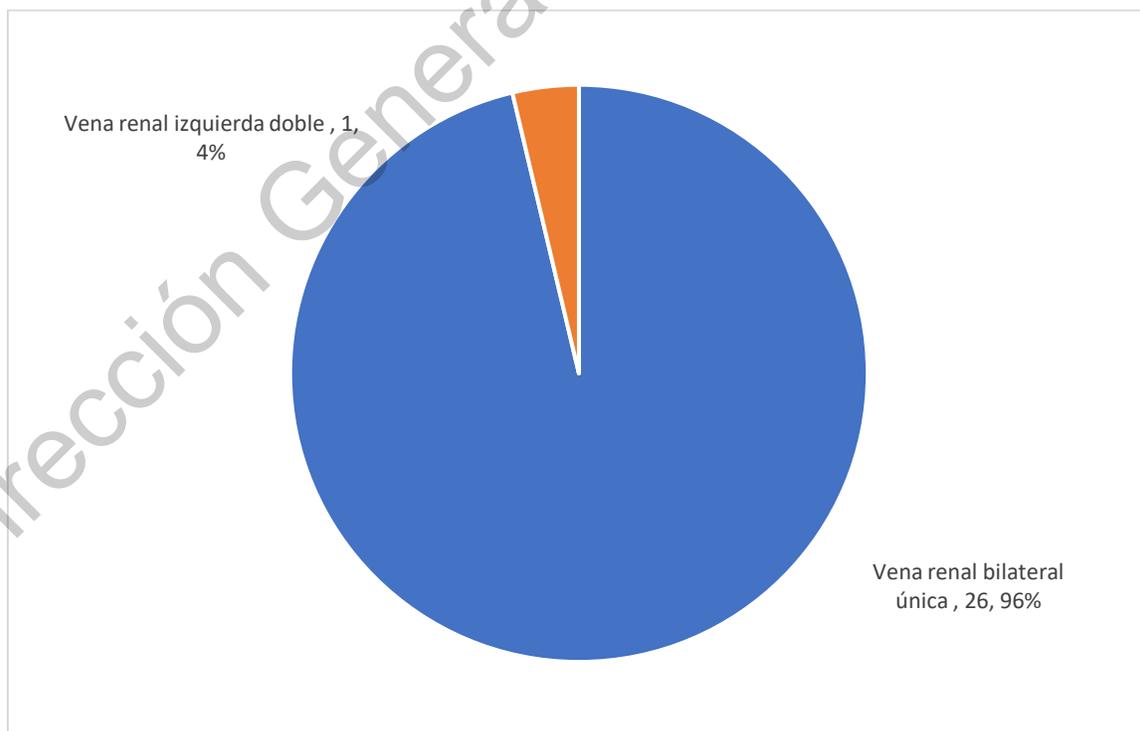


Imagen 3

Corte sagital de ATMDT donde se aprecia aortoesclerosis

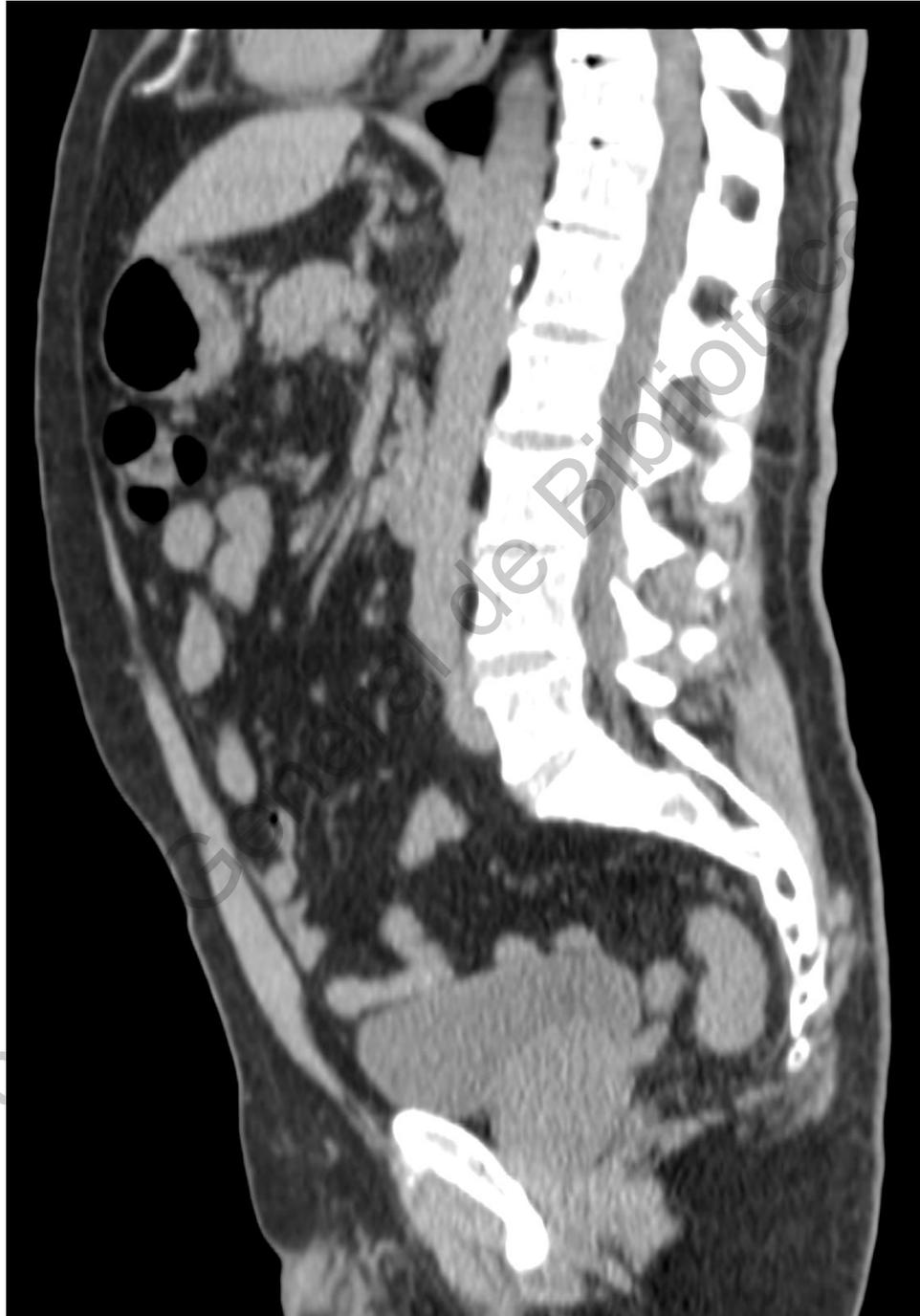


Imagen 4

Imagen con reconstrucción en 3D, se aprecia arteria renal derecha retroaórtica y vena renal única izquierda y derecha

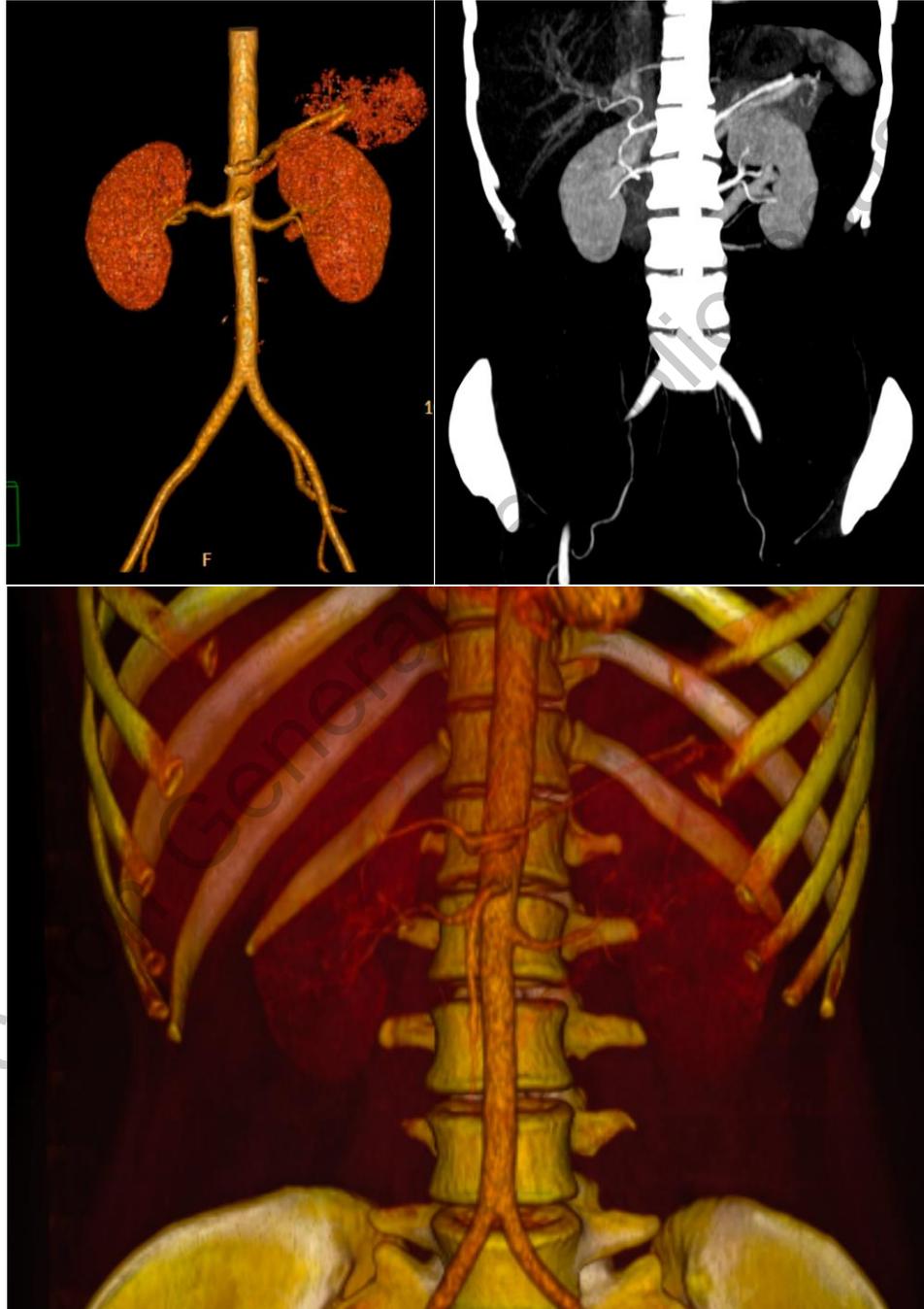


Tabla 6: Tabla de contingencia de hallazgos arteriales quirúrgicos y por ATMDT

Arterial	Qx positivo	Qx negativo	
ATMDT positivo	17	4	
ATMDT negativo	6	0	
		Total	27

Tabla 7: Tabla de contingencia de hallazgos venosos quirúrgicos y por ATMDT

Venosa	Qx positivo	Qx negativo	
ATMDT positivo	24	1	
ATMDT negativo	2	0	
		Total	27

Tabla 8: Resultados de prueba diagnostica

	ATMDT como prueba diagnostica para valorar venas y arterias renales	
	Arterial	Venosa
Sensibilidad	0.7391	0.9231
Especificidad	0	0
cociente de probabilidad positiva	0.74	0.92
cociente de probabilidad negativa		0
Prevalencia	0.8519	0.963
VPP	0.8095	0.96
VPN	0	0
Exactitud	0.6296	0.8889

VIII. Discusión

Desde los años noventa la tomografía helicoidal renal se utilizó como reemplazo adecuado para la angiografía en la evaluación de donantes renales vivos, pero con el advenimiento de la ATMDT se amplió su uso en la evaluación, hay diversos estudios donde se correlaciona con angiografía por sustracción digital, pero pocos donde se relaciona con los hallazgos quirúrgicos en donantes renales, y hasta nuestro conocimiento hoy en día ninguno en nuestro país. En nuestro estudio encontramos una fuerte correlación por V de Cramer de los hallazgos arteriales quirúrgicos con los hallazgos por ATMDT renal, sin embargo, con el uso de ATMDT renal para evaluar las venas renales encontramos correlación moderada con los hallazgos quirúrgicos, esto en parte al bajo número de casos analizados en nuestro estudio, previamente B. Asghari y colaboradores reportó en 60 pacientes donadores renales iraníes con 96.7% de precisión para detectar el número de arterias renales en la angiografía por angiotomografía de multidetectores ($P = 0.15$) y de venas renales del 100% ($P = 0.31$) muy similar al 100% de sensibilidad reportado para arterias y venas renales por Hazirolan y colaboradores. (Asghari, B 2013, Hazirolan T 2009) Nuestros hallazgos anatómicos por ATMDT concuerdan también con lo descrito por Latarjet y colaboradores, donde predominan las arterias y venas renales bilaterales y únicas con origen tanto de venas y arterias renales son también similares a los reportados. (Latarjet M 2006) En otro estudio donde se valoró retrospectivamente a 820 pacientes por ATMDT de la aorta abdominal (Gumus, H 2012) y al igual que Hazirolan y colaboradores reportaron el origen de la arteria renal a partir del nivel del disco intervertebral L1-L2 es lo más frecuente, siendo el primero quien reporta 37% y 38.9% de pacientes en los lados derecho e izquierdo, respectivamente, (Hazirolan T 2009) nosotros a diferencia de ellos encontramos el origen de las arterias renales en L1-L2 en 17.85% y 21.42% respectivamente. Este autor también reportó variaciones de la arteria renal, en 27%, mientras nosotros encontramos variaciones en 9 (32.14%) pacientes. Ozkan U y Reginelli y colaboradores reportaron que 96% de las arterias renales se originaban entre el tercio superior de L1 y el tercio inferior de L2, (Ozkan U 2006, Reginelli A 2015) en nuestro estudio el 100% se originó entre esos mismos niveles. También reportaron 69% de arterias renales sin variantes y 89.8% de venas

renales normales, nosotros encontramos 67.85% y 92.85% respectivamente, lo cual es muy similar, sin embargo, en cuanto al curso retroaórtico ellos reportan 23.8%, nosotros solo encontramos 7.14%, más acorde a lo reportado por Hazirolan y colaboradores del 3%. (Hazirolan T 2009) A nuestro conocimiento hoy en día hay muy pocos estudios que correlacione el origen de las arterias y venas renales con lo reportado en notas quirúrgicas, como el estudio realizado en 2006 con 156 donadores vivos donde la ATMDT no detecto 5 de 28 arterias accesorias, con precisión del 96%, de 30 arterias renales de ramificación temprana, se omitieron 8 (todas visibles en retrospectiva), precisión del 95% y omitió 1 de las 13 anomalías venosas con precisión del 97%, además no detecto el único sistema de recolección duplicado, (Laugharne M 2007) comparado con nuestros hallazgos donde el porcentaje de detección de hallazgos arteriales fue 85.19%, venosos de 96.3% y no se reportaron datos del sistema colector, sin embargo la gran mayoría de las notas quirúrgicas de nuestro estudio solo reportaban presencia o no de vena y arteria renal. Ante estos hallazgos consideramos que la ATMDT renal es un buen método para evaluar la anatomía del donador, además de ser seguro, ya que no se reportó ningún evento adverso en los expedientes relacionados con la aplicación del contraste intravenoso, a largo plazo no podemos determinar si hubo complicaciones dada la naturaleza transversal del estudio. En cuanto a la presencia de aortoesclerosis solo un (3.57%) donador la presento por ATMDT, esto lo consideramos adecuado ya que para la donación renal no cadavérica se prefieren pacientes metabólicamente sanos. En un estudio previo de A.M. Agildere y colaboradores reportaron una adecuada correlación de la angiografía con sustracción digital con angioresonancia contrastada con gadolinio (Agildere, A 1999), sin embargo, nosotros no pudimos corroborar dicho hallazgo en nuestra población, ya que ninguno de nuestros pacientes contaba con angioresonancia magnética renal o angiografía por sustracción digital, evidenciando el poco acceso a los estudios por resonancia magnética en nuestro centro por costo y disponibilidad. El hecho de tener 5 pacientes con PPD positivo y tener 5 pacientes donares sin determinación nos alerta sobre la importancia de incidir en la determinación de esta prueba en futuros donares, dado el hecho de que los receptores serán sometidos a

inmunosupresión importante durante el trasplante renal y la alta prevalencia de tuberculosis en nuestro país. No logramos determinar la estimación de TFG por volumetría por ATMDT renal, ni valorar la correlación, ya que no contamos con un método de estimación exacta y reproducible de la TFG como son los trazadores radiomarcados (125L-iotalamato, 51Cr-EDTA y 99mTc-ácido dietilenetriamina-pentoacetico (DTPA)) debido a su alto costo y tiempo requerido para su determinación, sin embargo la determinación de la TFG con las fórmulas CKD-EPI, MDRD y Cockcroft y Gault no reportaron a ningún donador con disminución de su TFG. (Choi DK 2015)

Como debilidades de esta investigación encontramos la poca información de las notas postquirúrgicas, donde predominaban reportes poco descriptivos para los fines de nuestro estudio sobre los hallazgos anatómicos posteriores a la nefrectomía del donador renal, esto contrasta con el estudio de Laugharne y colaboradores quienes publicaron una serie de donadores renales vivos (N=156) con imágenes de ATMDT y validación quirúrgica donde el equipo quirúrgico mantuvo un registro cuidadoso del sistema colector arterial, venoso y hallazgos incidentales en todos los casos de nefrectomía. (Laughrne 2007) Otra debilidad es el bajo número muestral analizado además de la evaluación de un único radiólogo para la interpretación de la ATMDT. Como fortaleza de esta investigación todos los pacientes fueron originarios de México, siendo de los pocos estudios que reportan la anatomía por ATMDT renal en pacientes sanos mexicanos hasta la fecha.

IX. Conclusiones

La ATMDT renal es un método con fuerte correlación de la anatomía vascular arterial y moderada correlación de la anatomía vascular venosa con la anatomía quirúrgica de los pacientes donadores renales, lo cual apuntala a solicitar dicho estudio sobre la angiografía por sustracción digital para la evaluación integral del paciente donador renal. La ATCMD renal permite visualización menos invasiva, precisa, rápida y efectiva de los vasos renales.

Dirección General de Bibliotecas UNQ

X. Propuestas

Consideramos que se requiere mayor tamaño muestral de pacientes donares renales con ATMDT renal para mejorar la correlación entre la anatomía venosa quirúrgica y la encontrada por ATMDT, sugerimos mejorar el reporte anatómico vascular renal quirúrgico mediante una hoja de captura de datos anatómicos vasculares postquirúrgicos para tener estudios posteriores de mayor calidad. Finalmente consideramos que la ATMDT renal demostró ser de utilidad para determinar la viabilidad de los donares renales con una buena correlación de la anatomía vascular renal.

Dirección General de Bibliotecas UAO

XI. Bibliografía

Agildere, A. M., Tutar, N. U., Demirag, A., Boyvat, F., Coskun, M., & Haberal, M. (1999). Renal magnetic resonance angiography with Gd-DTPA in living renal transplant donors. In *Transplantation proceedings* (Vol. 31, pp. 3317–3319). Elsevier.

Allan, Paul L. (2011). *Clinical Ultrasound, 2-Volume Set, 3rd Edition*. USA: CHURCHILL LIVINGSTONE.

Asghari, B., Babaei, M., Pakroshan, B., Vaziriniya, A., & Babamahmoodi, A. (2013). Role of Multidetector Computed Tomography for Evaluation of Living Kidney Donors. *Nephro-Urology Monthly*, 5(4), 870–873. <https://doi.org/10.5812/numonthly.10875>

Choi, D. K., Choi, S. M., Park, B. H., Jeong, B. C., Seo, S. I., Jeon, S. S., ... Jeon, H. G. (2015). Measurement of renal function in a kidney donor: a comparison of creatinine-based and volume-based GFRs. *European Radiology*, 25(11), 3143–3150. <https://doi.org/10.1007/s00330-015-3741-0>

Cockcroft D W & Gault M H. . (1976). Prediction of creatinine clearance from serum creatinine. *Nephron* , 16, 31 - 41.4.

Gumus, H., Bukte, Y., Ozdemir, E., Cetinkakmak, M. G., Tekba?, G., Ekici, F., ... Uyar, A. (2012). Variations of Renal Artery in 820 Patients Using 64-Detector CT-Angiography. *Renal Failure*, 34(3), 286–290. <https://doi.org/10.3109/0886022X.2011.647295>

Hazirolan, T., Oz, M., Turkbey, B., Karaosmanoglu, A. D., Sayan Oguz, B., & Canyigit, M. (2009). CT angiography of the renal arteries and veins: normal anatomy and variants. *Diagnostic and Interventional Radiology*. <https://doi.org/10.4261/1305-3825.DIR.2902-09.1>

Herts, B. R., Sharma, N., Lieber, M., Freire, M., Goldfarb, D. A., & Poggio, E. D. (2009). Estimating Glomerular Filtration Rate in Kidney Donors: A Model

Constructed with Renal Volume Measurements from Donor CT Scans 1. *Radiology*, 252(1), 109–116.

Jeon, H. G., Lee, S. R., Joo, D. J., Oh, Y. T., Kim, M. S., Kim, Y. S., ... Han, W. K. (2010). Predictors of Kidney Volume Change and Delayed Kidney Function Recovery After Donor Nephrectomy. *The Journal of Urology*, 184(3), 1057–1063. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2010.04.079>

Jun, H., Hwang, S. H., Lim, S., Kim, M. G., & Jung, C. W. (2016). Evaluation of postoperative lymphocele according to amounts and symptoms by using 3-dimensional CT volumetry in kidney transplant recipients. *Annals of Surgical Treatment and Research*, 91(3), 133. <https://doi.org/10.4174/ast.2016.91.3.133>

Latarjet, M., & Ruiz Liard, A. (2006). *Anatomía humana*. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana.

Laugharne, M., Haslam, E., Archer, L., Jones, L., Mitchell, D., Loveday, E., ... Thornton, M. (2007). Multidetector CT angiography in live donor renal transplantation: experience from 156 consecutive cases at a single centre. *Transplant International*, 20(2). <https://doi.org/10.1111/j.1432-2277.2006.00417.x>

Levey Andrew S. (Mayo 2009). A new equation to estimate glomerular filtration rate. *Ann Intern Med*, 9, 604 – 612

Liem, Y. S., Kock, M .C. J. M., Ijzermans J.N.M., Weimar, W., Visser, K & Hunink, M. G. M. (2003). Living Renal donors: Optimizing the imaging Strategy – Decision – And – cost – effectiveness Analysis. *Radiology*, 226(1), 53-62.

Matthew A. Mauro, MD. (2014). *Image-Guided Interventions*, 2nd Edition. USA: Saunders.

N/A. (2014). FREQUENTLY ASKED QUESTIONS ABOUT GFR ESTIMATES. 01/08/2017, de NATIONAL KIDNEY FOUNDATION Sitio web: https://www.kidney.org/sites/default/files/docs/12-10-4004_abe_faqs_aboutgfrrev1b_singleb.pdf

Ozdemir-van Brunschot, D. M. D., Rottier, S. J., den Ouden, J. E., van der Jagt, M. F., d'Ancona, F. C., Kloke, H., ... Warl?, M. C. (2015). Preoperative CT-Angiography Predicts Ex Vivo Vein Length for Right Kidneys After Laparoscopic Donor Nephrectomy. *Annals of Transplantation*, 20, 532–538.

Özkan, U., Oguzkurt, L., Tercan, F., Kizilkiliç, O., Koç, Z., & Koca, N. (2006). Renal artery origins and variations: angiographic evaluation of 855 consecutive patients. *Diagnostic and Interventional Radiology*, 12(4), 183.

Platt, J. F., Ellis, J. H., Korobkin, M., Reige, K. A., Konnak, J. W., & Leichtman, A. B. (1996). Potential renal donors: comparison of conventional imaging with helical CT. *Radiology*, 198(2), 419–423.

Reginelli A, Somma F, Izzo A, Urraro F, Andrea D, Grassi R, *et al.* Renovascular anatomic variants at CT angiography. *Int Angiol* 2015 December;34(6 Suppl 1):36-42.

Rosselli, D., Rueda, J.-D., Diaz, C. E., & others. (2015). Cost-effectiveness of kidney transplantation compared with chronic dialysis in end-stage renal disease. *Saudi Journal of Kidney Diseases and Transplantation*, 26(4), 733.

Sarsengaliyev, T., Chuvakova, E., Tsoy, B., Zhangalova, A., & Gaipov, A. (2015). Computed Tomography in the Preoperative and Postoperative Evaluation of Kidney Transplant Patients. *Experimental and Clinical Transplantation: Official Journal of the Middle East Society for Organ Transplantation*, 13, 88–90.

Schnuelle Peter. (1988). Impact of renal cadaveric transplantation on survival in end-stage renal failure: evidence for reduced mortality risk compared with hemodialysis during long-term follow-up. *Journal fo the American Society of Nephrology*, 9, 2134 - 2141.

Shetty, A., & Adiyat, K. (2014). Comparison between helical computed tomography angiography and intraoperative findings. *Urology Annals*, 6(3), 192. <https://doi.org/10.4103/0974-7796.134256>

Silva, S. B., Caulliraux, H. M., Araújo, C. A. S., & Rocha, E. (2016). Uma comparação dos custos do transplante renal em relação às diálises no Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, 32(6). <https://doi.org/10.1590/0102-311x00013515>

Watarai, Y., Kubo, K., Hirano, T., Togashi, M., Ohashi, N., Usuki, T., ... Koyanagi, T. (2001). Intravenous digital subtraction angiography and helical computed tomography in evaluation of living renal donors. *International Journal of Urology*, 8(8), 417–422.

Wu, E.-H., Wojciechowski, D., Chandran, S., Yeh, B. M., Park, M., Westphalen, A., & Wang, Z. J. (2015). Prevalence of abdominal aortic calcifications in older living renal donors and its effect on graft function and histology. *Transplant International*, 28(10), 1172–1178. <https://doi.org/10.1111/tri.12612>

Xu, J., Shi, D.-P., Li, Y.-L., Zhang, J., Zhu, S., & Shen, H. (2011). Non-enhanced MR angiography of renal artery using inflow-sensitive inversion recovery pulse sequence: A prospective comparison with enhanced CT angiography. *European Journal of Radiology*, 80(2), e57–e63. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2010.08.004>