

Diálisis y Trasplante

Variantes vasculares renales en el proceso de donación-trasplante

Brian Rubio Marín¹; Carlos Alfonso Roca Rodríguez²; José Manuel Ramírez Hernández³

1 Hospital Central Norte, PEMEX; Coordinación Hospitalaria de Donación de Órganos y Tejidos, Ciudad de México, México.

2 Hospital Central Norte, PEMEX; Coordinación Hospitalaria de Donación de Órganos y Tejidos, Ciudad de México, México.

3 Hospital Central Norte, PEMEX; Unidad de Terapia Intensiva; Coordinación Hospitalaria de Donación de Órganos y Tejidos, Ciudad de México, México.

Palabras Clave

Trasplante renal,
venas renales,
arterias renales,
donación de órganos.

Resumen

El incremento mundial en la incidencia de insuficiencia renal crónica ha generado una situación de mayor demanda de donación de riñones; demanda superior al número de trasplantes renales que se realizan anualmente. Para lograr equilibrar estas cifras, es necesario el uso de injertos renales con criterios expandidos, provenientes tanto de donantes vivos, como de donantes cadavéricos. Dentro de estos criterios expandidos, las variantes anatómicas toman particular relevancia, por ser alteraciones originadas durante la embriogénesis, presentes en aproximadamente 35% de la población; las más comunes, son las arterias renales múltiples. Si bien, previamente la presencia de variantes vasculares se consideraba como una contraindicación para el trasplante renal, las innovaciones tecnológicas, así como las nuevas técnicas quirúrgicas, han permitido que el trasplante de injertos renales sea seguro tanto para los donantes vivos, como para el receptor; con resultados en transoperatorios y postoperatorios similares.

Renal vascular variations in the donation-transplantation process

Keywords

Kidney
transplantation,
renal veins, renal
arteries, organ
donation.

Abstract

The worldwide increment in the incidence of chronic kidney disease has generated a situation with greater demand on kidney donation superior to the number of annual renal transplantations. For this reason, it's necessary the use of renal allograft from expanded criteria donors. In the expanded criteria, the renal anatomic variants have a particular relevancy for being alterations originated under the embriogenesis period, and for being present in approximately 35% of the population, with the presence of multiple renal arteries as the most common variant. Previously, the presence of vascular variants was considered as a contraindication for renal transplantation, but the technologic innovations, and the new surgical techniques, is permitting a more safe renal transplantation in the use of allograft with vascular variants, for the receptor as for the living donor; with similar results intraoperative and postoperative in comparison with the use of renal allograft without vascular varian

Introducción

Existe un incremento en el número de pacientes con insuficiencia renal crónica terminal a nivel mundial, con una cifra estimada de 750 millones de personas, lo que equivale al 10% de la población mundial.⁽¹⁾ Este incremento se asocia principalmente a dos factores que comparten una evolución hacia un proceso fibrótico renal: El aumento en la incidencia global de enfermedades crónicas degenerativas (Destacando la diabetes mellitus tipo 2 y la hipertensión arterial) y un mayor diagnóstico de patologías glomerulares y estructurales que afectan predominantemente a la población pediátrica.⁽²⁻⁴⁾ Para el tratamiento de la insuficiencia renal crónica se consideran dos líneas de manejo sustitutivo temporal: La diálisis peritoneal y hemodiálisis; y, como manejo sustitutivo definitivo, el trasplante renal.⁽⁵⁾

En México, existen 15,939 pacientes en lista de espera de un trasplante renal registrados ante el Centro Nacional de Trasplantes (CENATRA).⁽⁶⁾ Si bien, anualmente se ha registrado un incremento en el número de trasplantes renales realizados en México, el incremento de los pacientes en lista de espera de riñón es superior a las cirugías realizadas. En 2018, se realizaron 3,048 trasplantes renales, y se reportaron 15,072 receptores en lista de espera a final del año, cifra que contrastó con los 13,634 receptores reportados al inicio del 2018.^(7,8)

Debido a esta disparidad, es necesario lograr una optimización en la relación donación-trasplantes renales, ya sea mediante modificaciones en las políticas de salud, como las implementadas a nivel mundial por la Organización Mundial de la Salud (OMS) para aumentar el número de donantes vivos de riñón;⁽²⁾ y una mayor aceptación de injertos renales provenientes de donantes con criterios expandidos, como son la aceptación de órganos provenientes de donantes con parada cardíaca (Categoría Maastricht III), y el uso de injertos renales con variantes anatómicas.^(3, 9)

Existen diversas variantes anatómicas en los riñones, las más comunes son las que afectan al sistema colector y las ubicadas en el sistema vascular; las cuales son las más frecuentes al presentarse en 35% de los casos.^(5,10) De estas variantes vasculares, la más común es la presencia de arterias renales múltiples, con incidencia entre 18 a 30% de la población de forma unilateral^(11,12) y bilateral en un 15% de los casos.⁽¹²⁾

En años previos, la presencia de arterias renales múltiples en un injerto se solía considerar como una contraindicación relativa de trasplante,⁽¹²⁾ debido a las dificultades técnicas que se presentan tanto en la nefrectomía en el caso de un donante vivo, así como en el trasplante del injerto. En el transoperatorio, las más comunes son un mayor tiempo quirúrgico requerido para la reparación arterial y un mayor riesgo de sangrado,^(5,11) y en el postoperatorio, el riesgo de complicaciones generadas por un mayor tiempo de hospitalización, infecciones de la herida quirúrgica y un retraso en la función del injerto, lo que puede inducir a la necesidad de un remplazo renal mediante hemodiálisis.⁽⁵⁾ No obstante, las mejoras tecnológicas, tanto en la evaluación previa del donante como en el proceso quirúrgico, han logrado que el uso de un injerto con arterias múltiples renales se asocie en menor medida a complicaciones vasculares y a la pérdida temprana de la función renal postinjerto,⁽¹³⁾ con resultados similares a los que se obtienen en los injertos renales con una vasculatura convencional.

Anatomía vascular renal.

Anatomía arterial renal convencional:

Cada riñón es irrigado por una sola arteria renal originada desde la cara lateral de la aorta abdominal, habitualmente por debajo del origen de la arteria mesentérica superior a nivel de la primera vértebra lumbar; siguiendo un trayecto oblicuo, hacia abajo y posterolateral; siendo la arteria derecha de mayor longitud que la izquierda.^(14,15) A nivel del hilio, cada arteria renal se divide en sus dos ramas terminales, la arteria prepilórica y la arteria retropilórica, las cuales a su vez se dividen en arterias segmentarias.^(14,16) Al no presentarse una anastomosis entre estas ramas de la arteria renal, cada arteria tiene un territorio de irrigación específico, lo que permite hacer una división en segmentos anatómicos independientes: Dos segmentos polares, superior e inferior que reciben irrigación de las arterias polares superior e inferior respectivamente, y tres segmentos mesorrenales: Anterosuperior y anteroinferior, cuyas arterias nacen de la arteria prepilórica, y el segmento posterior, el cual es irrigado directamente por la arteria retropilórica.^(16,17)

Variantes arteriales:

Estas variantes anatómicas se originan entre la sexta y la novena semana de gestación con el ascenso embriológico de los riñones, los cuales se ubican originalmente en una posición pélvica, a nivel sacro. A partir de la sexta semana de gestación, los riñones embriogénicos tienen un proceso de ascenso, con un trayecto paralelo a la aorta dorsal; el cual que finaliza cuando los riñones llegan a una posición lumbar, por debajo de las glándulas suprarrenales.⁽¹⁸⁾ A medida que se da el ascenso renal, se va generando una vasculatura temporal proporcionada por diversos brotes arteriales que involucionan conforme se va dando el ascenso renal; los cuales proceden inicialmente de la arteria iliaca común, posteriormente de la porción distal de la zona terminal de la aorta, y finalmente de la aorta abdominal al momento de entrar en contacto con la glándula suprarrenal, con lo cual desaparece la arteria renal embriogénica y se sustituye por la arteria renal permanente, proveniente de la aorta abdominal.^(18,19) No obstante estos brotes arteriales no siempre involucionan, persistiendo como arterias renales accesorias.⁽¹⁸⁾ Habitualmente la arteria mesentérica superior es el punto de origen más alto de una arteria renal accesorias, aunque hay reportes de arterias renales accesorias originadas en la porción cefálica del tronco celiaco, situación que se presenta cuando el riñón se encuentra en una posición cefálica anormal.⁽²⁰⁾ En cuanto al origen inferior de arterias accesorias renales, habitualmente se originan a nivel de la aorta inferior, aunque en ocasiones se pueden originar de la arteria iliaca común ipsilateral.^(17,20) En muy raras ocasiones, se puede dar un aporte arterial proveniente de la arteria mesentérica inferior, o un aporte proveniente de la arteria renal contralateral.⁽²⁰⁾

Anatomía venosa renal convencional:

El drenaje renal está dado por las venas renales; vasos sanguíneos con un trayecto anterior a las arterias renales.^(17,21) El drenaje venoso está dado secuencialmente por las venas interlobular, arcuata, interlobar y lobar, las cuales convergen para formar la vena renal principal.⁽¹⁷⁾ Del lado derecho, esta vena renal drena directamente en la cara lateral de la vena cava inferior mientras que del lado izquierdo, la vena renal atraviesa entre la arteria mesentérica superior y la aorta antes de drenar en la cara medial de la vena cava inferior, por lo que esta vena tiene una longitud tres veces mayor a la de la vena renal derecha.^(15,17,21)

Variantes venosas:

Las variantes venosas a nivel renal se asocian con las venas cardinales; grupo de venas que participan en el desarrollo de la vena cava y que, junto al conjunto de venas umbilicales y vitelinas, forman el sistema venoso embrionario.^(20,21) En la tercera semana de gestación, existe un par de venas cardinales anteriores que drenan la porción cefálica del embrión, y un par de venas cardinales inferiores que drenan el resto del cuerpo.⁽²⁰⁾ Posteriormente, durante la quinta semana de gestación, se desarrollan las venas supracardinales, sacrocardinales y subcardinales; estas últimas, con la función del drenaje sanguíneo del mesonefros. Entre las venas subcardinales, se va a dar una serie de anastomosis transversas, lo que da lugar a la formación de la vena renal izquierda y a la desaparición de la vena subcardinal izquierda, persistiendo solamente su porción distal, que se convierte en la vena gonadal izquierda. La vena subcardinal derecha también involuciona, persistiendo una porción que se convierte en el segmento renal de la vena cava inferior, y una porción que se convierte en la vena renal derecha.^(20,21) A su vez, las venas supracardinales establecen anastomosis entre sí, y con las venas subcardinales a través de la anastomosis subcardino-supracardinal. Esta anastomosis de lado izquierdo, contribuye a formar la vena renal izquierda, y del lado derecho, participa en la formación del segmento renal de la vena cava inferior.⁽²²⁾ Las alteraciones durante el desarrollo del mesonefros, así como la persistencia de elementos embriológicos, se traduce en múltiples anomalías venosas renales, siendo la más común la presencia de venas renales supernumerarias a nivel derecho, presente en un 15 a 30% de los individuos.^(17,20) Esta situación, se presenta a nivel izquierdo en un 3% de la población.⁽²⁰⁾ La vena renal izquierda habitualmente presenta anomalías en el trayecto, siendo la más común la presencia de un collar venoso renal; anomalía que se debe a la persistencia de segmentos de las anastomosis subcardinales y supracardinales.^(20,23) Otras anomalías de trayecto son la vena renal retroaórtica, y la vena renal retroaórtica oblicua.^(17,20) En menor medida, puede presentarse una doble vena cava inferior.⁽²⁰⁾

Extracción de riñones con variantes vasculares:

Los primeros estudios realizados sobre el impacto de las variantes vasculares renales consideraban como una contraindicación los injertos con arterias renales múltiples por un posible aumento en las complicaciones vasculares como son la estenosis trombotosis de la arteria renal y el sangrado; así como por la necesidad de realizar la anastomosis de las arterias accesorias; procedimiento técnicamente demandante que puede prolongar el tiempo de isquemia caliente, lo que se traduce en un aumento en la incidencia de necrosis tubular aguda, así como en el retardo en la función del injerto.^(12,23) Sin embargo, los avances tecnológicos tanto en los procedimientos quirúrgicos como en las técnicas de imagen, han permitido minimizar el riesgo de complicaciones durante el trasplante, tanto para el receptor, como para el donante vivo.^(11,24)

La angiografía renal ha adquirido relevancia al ser un método mínimamente invasivo, y con las ventajas de permitir observar la presencia de patologías intrínsecas del riñón como masas renales, calcificaciones, litiasis, y alteraciones del sistema excretor,^(25,26) así como definir la arquitectura vascular renal, evaluando el número y localización de arterias y venas principales, y el patrón de ramas vasculares accesorias.⁽²⁵⁾ La angiografía renal tiene una sensibilidad del 88% y una especificidad del 98% para identificar arterias renales accesorias, una sensibilidad del 100% y una especificidad del 97% para identificar ramas arteriales preiliares, y una sensibilidad del 100% y una especificidad del 97% para identificar anomalías venosas; motivo por el cual se considera el mejor estudio para la evaluación preoperatoria del donante.⁽²⁷⁾

En cuanto a la nefrectomía en caso de donante vivo la estandarización de la técnica laparoscópica (tanto en la nefrectomía pura, como en la retroperitoneoscopia y la nefrectomía asistida manualmente) ha permitido obtener mejores resultados en la seguridad del donante, en términos de pérdidas sanguíneas, requerimientos transfusionales, anestésicos y en el tiempo de hospitalización.^(12,24,25,28) Para tener un mejor resultado durante la laparoscopia, se recomienda obtener el riñón izquierdo debido a que se tiene un acceso transperitoneal más sencillo al no haber presencia de estructuras anatómicas que compliquen la disección,⁽²⁴⁾ y por la mayor longitud de la vena renal izquierda, lo que permite una mayor maniobra durante el trasplante.^(24,29)

En la revisión de fuentes bibliográficas que hacen el análisis comparativo de las diferencias entre la procuración en donantes vivos de injertos renales con una vasculatura normal, contra los injertos con vasculatura arterial y venosa múltiple, se han observado resultados similares en el transoperatorio y en el postoperatorio. En el tiempo total empleado durante el procedimiento quirúrgico de procuración, se considera un promedio de 188 minutos en la obtención de injertos renales con una vasculatura convencional.⁽²⁴⁾ En injertos con arterias múltiples, el tiempo promedio de procuración es de 214 minutos, y de 203 minutos en riñones con venas múltiples.^(24,30)

En lo referente al primer tiempo de isquemia caliente, la diferencia de resultados es poco significativa; considerándose un tiempo de 4 minutos en la obtención de injertos renales sin variantes vasculares, y un tiempo que oscila entre los 4 minutos y medio a los 5 minutos en riñones con arterias o venas múltiples.^(24,30)

Si bien, durante el proceso de procuración en caso de donantes vivos, el sangrado que se presenta en el transoperatorio es variable, se ha considerado en diversos estudios un sangrado promedio de 151 mililitros en el caso de donación de riñones con una anatomía vascular normal. En las variantes anatómicas, se considera un sangrado de 207 mililitros en injertos con múltiples arterias, y en riñones con venas múltiples, el sangrado promedio es de 168 mililitros.^(24,30)

Durante la procuración, las complicaciones en el transoperatorio tienen una baja incidencia, presentándose aproximadamente en un 6.3% en donantes de un injerto con vasculatura sin anomalías, y en un 6.4% en los donantes de injertos con múltiples arterias o venas.^(24,30) Durante la estancia hospitalaria postoperatoria, las principales complicaciones son las infecciones y hematomas de la incisión Pfannestiel, así como la retención urinaria.⁽³⁰⁾ Estas complicaciones, se estadifican de manera cualitativa usando la clasificación de Clavien-Dindo.^(24,28,31) Con esta clasificación, el porcentaje de complicaciones postquirúrgicas en los donantes vivos de un injerto con vasculatura convencional se dividen en grado I en un 10%, en grado II en un 8%, en grado III en un 7%, y en grado IV en un 0.3%. Haciendo la comparación con las complicaciones postquirúrgicas en los donantes vivos de un injerto con vasculatura múltiple, estas se dividen en grado I en el 6%, grado II en el 11%, grado III en el 9%, y grado IV en el 0.8%.⁽²⁸⁾

Trasplante de riñones con variantes vasculares:

Durante años, se consideró que el uso de injertos con vasculatura múltiple suponía una contraindicación relativa ya que teóricamente, el trasplante de injertos renales con arterias o venas múltiples se asocia a un mayor número de complicaciones, y a una mayor incidencia en el rechazo del injerto por parte del receptor. No obstante, en la revisión de fuentes bibliográficas que analizan las complicaciones transoperatorias, postoperatorias y la sobrevida de los receptores de injertos renales con vasculatura convencional, y de los receptores de injertos renales con arterias o venas múltiples, se observan resultados similares, lo que indica que actualmente, el uso de riñones con una vasculatura múltiple no supone un riesgo para el receptor del trasplante.

El tiempo total empleado para el proceso de trasplante, es en promedio de 132 minutos en el caso de trasplante de un injerto renal de vasculatura convencional, de 135 minutos en el uso de injertos con arterias renales múltiples, y de 136 minutos cuando se trata de un injerto con venas renales múltiples.⁽³⁰⁾

En el trasplante renal, un aspecto de suma importancia es el tiempo de isquemia fría durante el cual, se realiza la preparación del injerto, y una reconstrucción vascular cuando el injerto presenta variantes en la vasculatura. Este tiempo, conocido como cirugía de banco,⁽³²⁾ tiene una duración de 67 minutos cuando se trata de injertos renales con una vasculatura convencional, y de 79 minutos cuando se trata de un injerto que requiere una reconstrucción vascular.⁽²⁴⁾ Cabe mencionar que, el tiempo de isquemia fría requerido durante la cirugía de banco presenta una variación en relación a la técnica que se utilice para la reconstrucción vascular de los injertos con una variante vascular.⁽³³⁾

El tiempo requerido durante el segundo periodo de isquemia caliente va de los 23 a los 28 minutos en trasplantes de injertos renales sin alteraciones vasculares. En los procedimientos de trasplante de injertos renales con múltiples arterias renales, se considera un tiempo entre los 25 a los 30 minutos.^(24,30) El segundo tiempo de isquemia caliente usando injertos con múltiples venas renales, es en promedio de 24 minutos.⁽³⁰⁾

Al igual que en el proceso de procuración, el sangrado que se presenta durante el transoperatorio es dependiente de las situaciones propias de cada trasplante. Se puede considerar un sangrado promedio de 403 mililitros durante el tiempo quirúrgico, al tratarse de un trasplante renal con una vasculatura convencional. En trasplantes de injertos con vasculatura múltiple, se considera un sangrado promedio de 453 mililitros en riñones con arterias múltiples, y de 372 mililitros al tratarse de un injerto con más de una vena.⁽³⁰⁾

Las complicaciones posteriores al trasplante renal, se presentan en un 11% de los pacientes trasplantados de un injerto con vasculatura convencional. Esta incidencia, es del 13.8% al tratarse de pacientes trasplantados de injertos renales con vasculatura múltiple.⁽³³⁾ De estas complicaciones, las más comunes son las urológicas, seguidas de las complicaciones que afectan a la vasculatura arterial y de las complicaciones en la herida quirúrgica.^(24, 34,35) Si bien, la incidencia y la severidad de estas complicaciones ha disminuido en los últimos años gracias a la mejora en las técnicas quirúrgicas de trasplante renal, las complicaciones pueden generar un retraso en la función renal del injerto, lo que puede conllevar a una disfunción renal, pérdida del injerto, o la muerte del paciente trasplantado.⁽²³⁾ En cuanto al retraso en la función renal, definido como el requerimiento de diálisis en la primera semana postrasplante,⁽³⁶⁾ la incidencia es similar tanto en pacientes receptores de un injerto con vasculatura convencional, como en pacientes receptores de un injerto con vasculatura múltiples, con un retraso en el 5.2% y en el 5.1% de los pacientes, respectivamente.⁽²⁴⁾

Finalmente, la supervivencia al primer año de los pacientes receptores tanto de injertos sin anomalías vasculares, como de injertos con una vasculatura múltiple, es del 95.4%.⁽³³⁾ En cuanto a la sobrevida de los injertos renales sin anomalías vasculares al primer año es de 94.5 -95.3%, con un nivel promedio de creatinina de 1.38 mg/dl. En el caso de los injertos con arterias múltiples, la sobrevida es del 93%, con una cifra promedio de creatinina de 1.44 mg/dl.^(24,33) A los cinco años, la supervivencia de los pacientes que recibieron un injerto de vasculatura convencional es del 87%, mientras que los pacientes receptores de un injerto con vasculatura múltiple tienen una supervivencia del 89.6%.⁽³³⁾ Los injertos con una vasculatura sin anomalías tienen una sobrevida a los 5 años del 81.6%, con un valor de creatinina promedio de 1.55 mg/dl, mientras que la sobrevida de los injertos con vasculatura múltiples es del 81.4%, manteniendo un nivel de creatinina promedio de 1.72 mg/dl.^(24, 33)

Discusión

El aumento en los pacientes que requieren un trasplante renal, ha generado un cambio en el uso de injertos renales, destacando el uso de riñones provenientes de donantes vivos, y el uso de injertos con una vasculatura múltiple. Si bien, en años previos el uso de injertos renales con variantes vasculares se consideraba una contraindicación para el trasplante, debido a las complicaciones transoperatorias y postoperatorias tanto en el receptor como en el donante (Al tratarse de un donante vivo), actualmente los resultados obtenidos en diversos estudios y metaanálisis han demostrado que el uso de estos injertos tienen una seguridad y una incidencia similar en las complicaciones al hacer la comparación con el uso de riñones de vasculatura convencional. Gran parte de este éxito, se debe a las innovaciones quirúrgicas y al uso de tecnologías de imagen aplicadas al proceso de donación-trasplante; aspecto que se observa en los protocolos de donación-trasplante en los que se realizan estudios tomográficos previos para visualizar el complejo venoso y arterial renal, así como la presencia de alguna anomalía que pueda generar una complicación quirúrgica. En el aspecto quirúrgico, el uso de técnicas microquirúrgicas de reconstrucción vascular ha demostrado resultados favorables en el trasplante de riñones con arterias múltiples; destacando la técnica de turbocharging que consiste en la anastomosis entre la arteria renal y la arteria renal accesoria mediante un autoinjerto vascular, obtenido generalmente de la arteria epigástrica inferior profunda; y la técnica de supercharging, en la cual se realiza una anastomosis directa de la arteria renal accesoria con otro vaso sanguíneo, siendo la porción proximal de la arteria epigástrica inferior ipsilateral la más usada.⁽³⁷⁾ El principal beneficio de estas técnicas, es el aumento del aporte sanguíneo, lo que eventualmente previene la necrosis del injerto vascular. No obstante, al ser una técnica de reciente aplicación al trasplante renal, no se cuentan con suficientes estudios que permitan hacer un análisis de la relevancia clínica de estas técnicas.

Con el objetivo de lograr un cambio en el panorama actual de los requerimientos de un trasplante renal, es necesario ahondar en el estudio de los trasplantes de injertos renales con vasculatura múltiple. El alto porcentaje de casos de donantes que presentan estas variantes vasculares, pone en manifiesto la necesidad de conocer estas variantes y los procedimientos quirúrgicos de reconstrucción vascular; así como el prever las posibles complicaciones que se puedan generar durante y después del procedimiento quirúrgico.

Bibliografía

1. Crews DC, Bello AK, Saadi G. 2019 World Kidney Day Editorial - Burden, Access, and Disparities in Kidney Disease. *Brazilian Journal of Nephrology*. 2019; 41(1): 1–9.
2. Vasyutina E, Treier M. Molecular Mechanisms in Renal Degenerative Disease. *Seminars in Cell & Developmental Biology*. 2010; 21(8): 831–837.
3. Garcia-Garcia G, Harden P, Chapman J. El papel global del trasplante renal. *Nefrología*. 2012; 32(1): 1–6.
4. Becherucci F, Roperto RM, Materassi, Romagnani P. Chronic Kidney Disease in Children. *Clinical Kidney Journal*. 2016; 9(4): 583–591.
5. Hernández-Rivera JCH, Espinoza-Pérez R, Cancino-López JD, Silva-Rueda RI, Salazar-Mendoza M, Paniagua-Sierra R. Anatomical Variants in Renal Transplantation, Surgical Management, and Impact on Graft Functionality. *Transplantation Proceedings*. 2018; 50(10): 3216–3221.
6. Estado Actual de Receptores, Donación y Trasplantes en México, 1er Semestre 2019. Centro Nacional de Trasplantes. Disponible en: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/476798/1erSemestre2019.pdf>
7. Reporte Anual 2018 de Donación y Trasplantes en México. Centro Nacional de Trasplantes. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/427652/Presentacion_anual_2018.pdf
8. Reporte Anual 2017 de Donación y Trasplantes en México. Centro Nacional de Trasplantes. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/289636/Presentacion_anual_2017.pdf
9. Wu DA, Oniscu GC. Principles of organ donation and general surgery in the transplant patient. En: Paterson-Brown S, Paterson HM (ed). *Core topics in general and emergency surgery*, 6th ed. Edinburgh: Elsevier Ltd, 2019: 122–134.
10. Ferreira Arquez H. Variaciones anatómicas bilaterales de vasos renales y testiculares. *Revista CES Medicina*. 2014; 28(2): 273–282.
11. Kwapisz M, Kieszek R, Bieniasz M, Jędrzejko K, Nita M, Sułkowska K, et al. Do Anatomical Anomalies Affect the Results of Living Donor Kidney Transplantation? *Transplantation Proceedings*. 2018; 50(6): 1669–1673.
12. Hung CJ, Lin YJ, Chang SS, Chou TC, Lee PC. Kidney grafts with multiple renal arteries is no longer a relative contraindication with advance in surgical techniques of laparoscopic donor nephrectomy. *Transplantation Proceedings*. 2012; 44: 36–38.
13. Bozkurt B, Koçak H, Dumlu EG, Mesci A, Bahadır V, Tokaç M, et al. Favorable outcome of renal grafts with multiple arteries: A series of 198 patients. *Transplantation Proceedings*. 2013; 45: 901–903.
14. Méndez López VDLC, Casado Méndez PR, López Labrada R, Ferrer Magadán CE, Trevín Fernandez G, Méndez Jiménez O. Variantes anatómicas de las arterias polares del riñón. *Revista Médica Electrónica*. 2014; 36(1): 720–728.
15. Berns JS. Vascular Disorders of the Kidney. En: Benjamin IJ, Griggs RC, Wing EJ (ed). *Andreoli and Carpenter's Cecil essentials of medicine*, 9th Ed. Philadelphia: Elsevier Saunders, 2016: 341–351.
16. Lavorato N. Análisis de la distribución intraparenquimatosa de la arteria renal. *Revista Argentina Anatomía Online*. 2017; 8(2): 58–64.
17. Hazirolan T, Öz M, Türkbey B, Karaosmanoğlu AD, Oğuz BS, Canyığıt M. CT angiography of the renal arteries and veins: Normal anatomy and variants. *Diagnostic and Interventional Radiology*. 2011; 17(1): 67–73.
18. Cruzat C, Olave E. Irrigación Renal: Multiplicidad de Arterias. *International Journal of Morphology*. 2013; 31(3): 911–914.
19. Moosa MR. Kidney Transplantation in Developing Countries. En: Morris PJ, Knechtle SJ (ed). *Kidney transplantation: Principles and practice*, 7th Ed. Oxford: Elsevier, 2016: 643–675.

20. Watson CJE, Harper SJF. Anatomical variation and its management in transplantation. *American Journal of Transplantation*. 2015; 15(6): 1459-1471.
21. Méndez López VDLC, Casado Méndez PR, Méndez López HA, Ferrer Magadán CE, Trevín Fernandez G. Variantes anatómicas de las venas renales. *Revista Médica Electrónica*. 2016; 38(6): 817-825.
22. Arteaga Martínez M, García Peláez I, Sánchez Gómez C. Desarrollo del Sistema Cardiovascular. En: Arteaga Martínez M, García Peláez MI (ed). *Embriología humana y biología del desarrollo*. 2da Ed. Ciudad de México: Editorial Médica Panamericana, 2017: 339-396.
23. García Lopez RA, Gracida Juarez C, Cedillo U, Jorge CL, Espinoza Perez R. Variaciones vasculares en el injerto renal y sus resultados en el trasplante renal. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*. 2010; 48(2): 193-198.
24. Afriansyah A, Rasyid N, Rodjani A, Wahyudi I, Mochtar CA, Susalit E, et al. Laparoscopic procurement of single versus multiple artery kidney allografts: Meta-analysis of comparative studies. *Asian Journal of Surgery*. 2019; 42: 61-70.
25. Lladó C, Fuentes S, Mariano J, Paszkiewicz MR, Massé P, Iriarte G. Angiotomografía renal en el donante vivo y su correlación con la ablación quirúrgica. *Revista Argentina de Radiología*. 2017; 81(4): 262-269.
26. Ikidag MA, Uysal E. Evaluation of Vascular Structures of Living Donor Kidneys by Multislice Computed Tomography Angiography before Transplant Surgery: Is Arterial Phase Sufficient for Determination of Both Arteries and Veins? *Journal of the Belgian Society of Radiology*. 2019; 103(1): 1-6.
27. Namasivayam S, Small WC, Kalra MK, Torres WE, Newell KA, Mittal PK. Multidetector-row CT angiography for preoperative evaluation of potential laparoscopic renal donors: how accurate are we? *Clinical Imaging*. 2006; 30(2): 120-126.
28. Tyson MD, Castle EP, Ko EY, Andrews PE, Heilman RL, Mekeel KL, et al. Living donor kidney transplantation with multiple renal arteries in the laparoscopic era. *Urology*. 2011; 77(5): 1116-1121.
29. Wang K, Zhang P, Xu X, Fan M. Right versus left laparoscopic living-donor nephrectomy: A meta-analysis. *Experimental and Clinical Transplantation*. 2015; 3: 214-226.
30. Lafranca JA, Bruggen M Van, Kimenai HJAN, Tran TCK, Terkivatan T, Betjes MGH, et al. Vascular multiplicity should not be a contra-Indication for live kidney donation and transplantation. *PLOS One*. 2016; 11(4): 1-11.
31. Srivastava A, Bansal A, Sureka SK, Yadav P, Srivastava D, Jena R, et al. A retrospective analysis of complications of laparoscopic left donor nephrectomy using the Kocak's modification of Clavien-Dindo system. *Indian Journal of Urology*. 2018; 34(2): 133-139.
32. Broseta Rico E, Budía Alba A, Gasión Burgués JP, Lujan Marco S. Trasplante renal. En: Broseta Rico E, Budía Alba A, Gasión Burgués JP, Lujan Marco S (ed). *UROLOGÍA PRÁCTICA*, 4th Ed. Madrid: Elsevier, 2016: 598-607.
33. Zorgdrager M, Krikke C, Hofker SH, Leuvenink HGD, Pol RA. Multiple renal arteries in kidney transplantation: A systematic review and meta-analysis. *Annals of Transplantation*. 2016; 21: 469-478.
34. Reyna-Sepúlveda F, Ponce-Escobedo A, Guevara-Charles A, Escobedo-Villarreal M, Pérez-Rodríguez E, Hernández-Guedea, G. Muñoz-Maldonado M. Outcomes and Surgical Complications in Kidney Transplantation *International Journal of Organ Transplantation Medicine*. 2017; 8(2): 79-84.
35. Lempinen M, Stenman J, Kyllönen L, Salmela K. Surgical complications following 1670 consecutive adult renal transplantations: A single center study. *Scandinavian Journal of Surgery*. 2015; 104(4): 254-259.
36. Schiavelli R, Rosés J, Tullio D Di, Gautos A, Sabbatiello R, Raño M. Retraso de la Función del Injerto en Trasplante Renal. *Nefrología, Diálisis y Trasplante*. 2015; 35(4): 182-187.
37. Jeong EC, Hwang SH, Eo SR. Vascular augmentation in renal transplantation: Supercharging and turbocharging. *Archives of Plastic Surgery*. 2017; 44(3): 238-242