

## REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN

### Variaciones anatómicas de la arteria renal y sus implicaciones en la práctica clínica y quirúrgica.

Cynthia Ortiz Roa<sup>1</sup>, Juanita María Medina Barragán<sup>2</sup>

Estudiantes de la Facultad de Medicina – Universidad Nacional de Colombia

<sup>1</sup>cortizr@unal.edu.co , <sup>2</sup>jmmedinab@unal.edu.co

---

### Variaciones anatómicas de la arteria renal y sus implicaciones en la práctica clínica y quirúrgica.

#### Resumen

Con el avance de la cirugía de trasplante renal y de los medios diagnósticos radiológicos en los últimos años, el conocimiento detallado de la anatomía renal cobra cada vez más importancia, especialmente en lo relacionado con la anatomía vascular renal y sus variaciones ya que éstas, se encuentran relacionadas directamente con importantes implicaciones en la clínica. Las alteraciones anatómicas de la arteria renal tienen especial importancia, debido a que la intervención sobre ellas, representa una cura potencial para trastornos como la hipertensión arterial secundaria y la progresión hacia una falla renal. Así mismo, estas variaciones representan modificaciones en el abordaje quirúrgico convencional del trasplante renal y se encuentran asociadas con importantes complicaciones post - quirúrgicas.

#### Palabras clave

Variaciones de la arteria renal, estenosis de la arteria renal, hipertensión arterial secundaria, trasplante renal.

#### Introducción

El conocimiento de las variaciones de la anatomía vascular renal, tiene importantes implicaciones en el correcto manejo de distintas entidades clínicas, entre éstas se destacan la hipertensión arterial renovascular, el manejo quirúrgico del aneurisma de aorta abdominal, los procedimientos uro radiológicos y el trasplante renal. En la literatura, es escaso el número de descripciones de la morfología vascular renal y sus variantes; sin embargo, con el incremento de las intervenciones

quirúrgicas mínimamente invasivas y el trasplante renal como terapéutica, este tema ha empezado a cobrar importancia, especialmente en lo referente a las variaciones en el origen y ramificación de la arteria renal, las cuales podrían estar relacionadas con la ocurrencia de complicaciones pos-operatorias como la trombosis y la estenosis de la arteria renal, necrosis segmentaria del parénquima renal y hemorragias.

#### Descripción breve del desarrollo embrionario

El origen del sistema vascular del riñón se encuentra ligado a su morfogénesis. El riñón proviene del mesodermo intermedio, donde se encuentran el pronefros, el mesonefros y el metanefros (en orden cefalocaudal), quienes darán origen a la unidad funcional conocida como riñón.

El pronefros, se forma durante la tercera semana de gestación, y se organiza en 8 a 10 grupos celulares, dispuestos en la región cervical, formando las unidades excretoras conocidas como nefrotomas, que para este momento son muy rudimentarias y no funcionales. Hacia el final de la cuarta semana, estas estructuras han desaparecido por completo.

El mesonefros y los conductos mesonéfricos, se ubican en el mesodermo intermedio a nivel de los segmentos torácicos y lumbares superiores. Al final de la cuarta semana de gestación, aparecen los primeros túbulos excretores del mesonefros, que forman asas en forma de "S" y que adquieren un ovillo de capilares que darán origen a los glomérulos. Estos túbulos a su vez, darán origen posteriormente a la capsula de Bowman, que recubrirá el glomérulo, para así conformar finalmente, el corpúsculo renal, mientras en el extremo opuesto del túbulo, desemboca el conducto mesonéfrico (de Wolff).

Así, para el final de la sexta semana, el mesonefros conforma un órgano ovoide, La arteria renal finalmente, se origina a partir de una arteria suprarrenal inferior primitiva que se subdivide, de tal forma

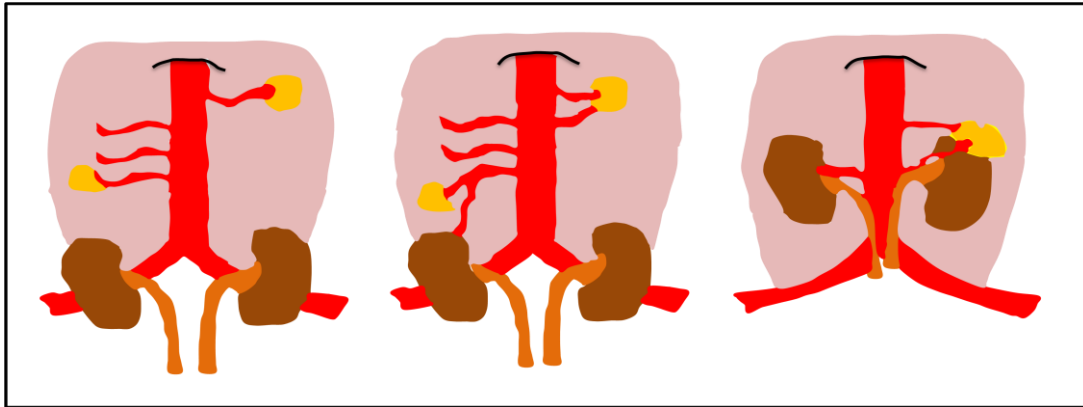
ubicado a cada lado de la línea media, formando un relieve conocido como cresta urogenital, a partir de la cual a su vez se formarán las gónadas.

Distalmente, el conducto mesonéfrico dará origen al brote ureteral, la pelvis renal primitiva, cálices mayores, menores y túbulos colectores, mientras que el mesodermo metanéfrico origina las unidades excretoras definitivas.

Las arterias renales que acompañan al riñón durante su ascenso desde la cavidad pélvica hasta el retroperitoneo lateral, provienen en un principio de la aorta; sin embargo, éstas pueden tener su origen en cualquiera de sus ramas, como las arterias ilíacas (común, externa o interna), la mesentérica superior o la mesentérica inferior. Mientras el riñón primitivo asciende, nuevas arterias que lo irrigan, van formándose a lo largo del recorrido; sin embargo, no todas permanecen, debido a que una vez que el riñón supera el nivel de la arteria, ésta deja de ser funcional y degenera. Sin embargo, en ocasiones algunas de estas arterias pueden persistir como arterias renales supernumerarias, lo que supone un posible defecto en este proceso (Figura No. 1).

Las arterias mesonéfricas surgen como paralelas de las aortas torácicas, conocidas como arterias espláncnicas laterales. Estos vasos, también temporales, se forman y degeneran según el glomérulo que acompañen.

que, posteriormente, la arteria renal tendrá su origen en la aorta y la suprarrenal, en la misma arteria renal.



**Figura No. 1.** Gráfica que muestra el proceso de migración renal y su vascularización. (Modificado de Puerta J. Embriología del aparato vascular urológico. Clínicas urológicas de la Complutense. 1, 13-23. Ed. Complutense, Madrid 1992)

### Descripción de la anatomía normal

El riñón recibe su irrigación a partir de la arteria renal, que generalmente es única y procede de la aorta descendente a nivel del borde superior de la segunda vértebra lumbar, entre las ramas genital y mesentérica inferior. La arteria renal derecha es mayor en longitud que la izquierda, debido al posicionamiento ligeramente izquierdo de la aorta abdominal.

La arteria renal discurre hasta el hilio renal donde se ramifica en dos arterias: la prepiélica que cursa anterior a la pelvis renal, y la retropiélica que cursa posterior a esta estructura. A partir de la prepiélica se originan las ramas segmentarias, las cuales irrigan dos tercios del riñón en su porción anterior, con las arterias segmentarias: apical, anterior y superior; anterior y media; e inferior. Por su parte, la arteria retropiélica da origen a la arteria segmentaria posterior que irriga el tercio

restante del riñón, en su porción posterior. Todas estas ramas se caracterizan por ser circulación terminal, esto ultimo implica que una lesión por hipoperfusión, puede generar infartos renales muy extensos.

A partir de las arterias segmentarias se originan las arterias lobares, lobulares o piramidales, cuyo número depende del número de pirámides renales que generalmente oscila entre ocho y doce. Estas arterias cursan dentro del tejido renal como arterias intralobares o peripiramidales, y se encuentran a nivel de las depresiones interpapilares. Estas últimas ramas a su vez, discurren hasta la unión córtico-medular, donde dan origen a las arterias arciformes o arqueadas, que se distribuyen por los laberintos corticales como arterias rectas o estriadas, de las cuales se derivan las arteriolas aferentes de los glomérulos renales, a partir de las cuales se forman los capilares arciformes que constituyen el glomérulo y culminan

la arteriola eferente. Esta última junto con sus afines en la corteza, conforma la red capilar peritubular cortical, que se ubica alrededor de las porciones contorneadas del sistema colector y desciende a la parte más profunda de la médula como arteriola precapilar recta, la cual pierde su musculatura lisa y conforma los capilares ansiformes que concluyen en vénulas. Estas vénulas, ascienden hacia la médula superficial, donde forman la vénula poscapilar recta que drena finalmente en una vena arqueada. Por último, las venas arqueadas drenan en las venas interlobulares, que forman en el hilio la vena renal, la cual culmina en la vena cava inferior.

### **Alteraciones anatómicas**

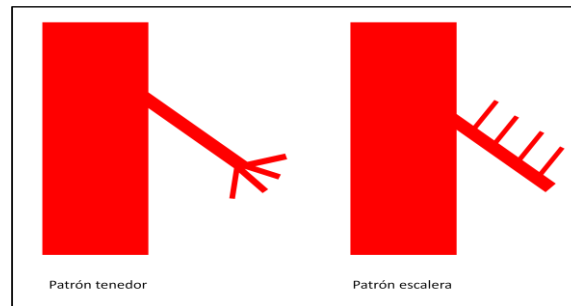
#### **Ramificación para-hiliar de la arteria renal**

El modelo anatómico convencional utilizado a lo largo del tiempo por anatomistas y cirujanos para la comprensión de la irrigación renal a partir de la división del riñón en segmentos y sus respectivas arterias segmentarias, prácticamente pasa por alto lo que tiene que ver con la arteria renal antes de su división en el hilio. Un patrón de ramificación previo de la arteria renal o un origen múltiple, supone gran importancia para las técnicas de trasplante renal y procedimientos urológicos. El estudio de este tipo de variaciones se encuentra en incremento, gracias al desarrollo de nuevas técnicas de

radiodiagnóstico. Un estudio realizado en 81 potenciales donantes renales previamente sanos, a través de angiografía renal convencional, permitió la clasificación de los patrones encontrados en dos categorías: la primera denominada patrón en "tenedor", en la cual existe un punto común de división para las ramas; y la segunda, denominada patrón en "escalera", en la cual existen puntos secuenciales de ramificación (Figura No. 2). El estudio, demostró la presencia de una gran variabilidad individual; sin embargo, fue posible agrupar estas variaciones dentro de las dos categorías previamente establecidas, encontrando una frecuencia de 92,6% para el patrón en tenedor y de 7,4% para el patrón en escalera. Con respecto a las divisiones siguientes, la presentación más frecuente fue la ramificación de la rama superior y la rama inferior en dos más a partir de una división en tenedor, con un 23,5%.

#### **Arterias renales supernumerarias**

Como ha sido mencionado previamente, la irrigación renal sufre cambios a lo largo del desarrollo embrionario y la migración del tejido que posteriormente madurará. Estos cambios, están influenciados por factores como la genética, la oxigenación, los nutrientes disponibles y factores de crecimiento que determinarán finalmente, la configuración de las arterias renales a partir de una red capilar inicial que parte de la aorta.

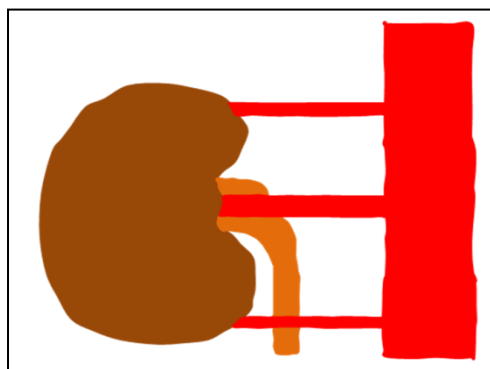


**Figura No. 2.** *Patrones de ramificación de la arteria renal*

En la literatura es común el reporte de variaciones en el número de arterias renales; la frecuencia de reporte es bastante amplia, con un rango entre 9% y 76%. En la mayoría de los casos, el número de arterias adicionales es uno, unilateral y con mayor frecuencia en el lado izquierdo. Sin embargo, algunos otros casos han sido reportados incluso con dos arterias adicionales bilaterales. En estos casos, las arterias renales no son producto de una ramificación a partir de una arteria renal originada en aorta, sino que cada una tiene un origen independiente, ya sea de igual forma a la arteria renal principal en la aorta abdominal o en sitios diferentes, como las arterias iliacas. Así mismo, como su origen, cada una de estas arterias parece suplir un territorio vascular renal en

particular, correspondiente a su posición de salida con respecto a la arteria renal principal. (Figura No.3). Las arterias renales dobles se presentan entre un 10% y 20% de los casos, mientras la triple arteria renal ha sido reportada en 1% a 2% de los casos.

Por otra parte, en la distancia de origen de las arterias a partir de la aorta abdominal, se ha encontrado una amplia variabilidad, con un rango desde 1 a 2 mm hasta 4 a 6 cm. Este último parámetro, junto con la longitud de la arteria renal principal, adquiere vital importancia en el proceso de ligado seguro en el donante, así como para planear y llevar a cabo una anastomosis que resulte efectiva en el proceso de trasplante renal.



**Figura No. 3.** *Origen de arterias renales supernumerarias a partir de aorta abdominal*

Las anomalías congénitas se pueden clasificar según su potencial para causar isquemia.

La frecuencia de este tipo de variaciones, ha sido estudiada y reportada

previamente de acuerdo al origen étnico, encontrándose una mayor incidencia en población africana. (Figura No. 4).

GRUPO ÉTNICO	PRIMERA ARTERIA ADICIONAL	SEGUNDA ARTERIA ADICIONAL
África	31,1 %	5,4 %
India	13,5 %	4,5 %
Caucásicos	30,9 %	4,4 %

**Figura No. 4.** Tabla que muestra la incidencia de presentación de arteria renal supernumeraria, una o dos, según grupo étnico (Fuente: Satyapal K.S, Haffejee A.A, Singh B, Ramsaroop L, Robbs J.V, Kalideen J.M. Additional renal arteries incidence and morphometry. Surg Radiol Anat 2001; 23(1): 33-38.)

### Estenosis de la arteria renal

La enfermedad renovascular es una condición compleja. Aunque en la mayoría de los casos suele ser secundaria a un desorden fibromuscular o a aterosclerosis, otras causas menos frecuentes incluyen arteritis, disección y neurofibromatosis. La alteración anatómica de la arteria renal secundaria a aterosclerosis, conduce en forma gradual y silente hacia una falla renal.

La estenosis de la arteria renal puede presentarse sola, como una alteración anatómica aislada, o asociada con entidades clínicas como la hipertensión arterial y la falla renal secundaria a una nefropatía isquémica, representando así, la causa potencialmente curable más común para estos dos desórdenes.

La prevalencia de la estenosis de la arteria renal, ha sido estimada en un 1% al 5% de

todos los hipertensos en la población general, y hasta en un 30% en población seleccionada como pacientes con hipertensión arterial maligna, o jóvenes con hipertensión arterial.

Un diagnóstico temprano de la estenosis de la arteria renal es un importante objetivo, ya que la intervención puede tener una implicación curativa en los casos de hipertensión arterial secundaria este fenómeno, o puede resultar en la preservación a largo plazo de la función renal.

La angiografía, considerada la 'prueba de oro' para el diagnóstico de esta alteración, es invasiva e implica riesgo de complicaciones, como reacciones adversas al medio de contraste, embolización de colesterol y disección arterial. Adicionalmente, este método diagnóstico no proporciona información acerca de las

implicaciones hemodinámicas o funcionales de esta alteración una vez detectada. Por esta razón adelantos en imagenología en los últimos diez años, con métodos menos invasivos, han reemplazado progresivamente esta técnica. Entre estas ayudas diagnósticas desarrolladas posteriormente, se encuentran el ultrasonido Doppler de arterias renales, la angio-TAC y la angiografía por resonancia magnética. La ultrasonografía Doppler tiene una sensibilidad entre el 84% y el 100% para la detección de la estenosis de la arteria renal y es en este momento el método diagnóstico de mayor preferencia.

### **Implicaciones Clínicas**

#### **Transplante Renal**

Las arterias renales supernumerarias, han sido reportadas con una frecuencia aproximada entre 18% y 30% en potenciales donantes de riñón. Este tipo de variación supone varias desventajas para el proceso de transplante renal; entre ellas se encuentran un tiempo de isquemia prolongado, al requerir una técnica de ligado más exigente durante la intervención, así como un aumento en la incidencia de necrosis tubular y una hospitalización más prolongada. Adicionalmente, han sido reportadas complicaciones asociadas como trombosis y estenosis de la arteria renal.

#### **Hipertensión arterial**

La enfermedad cardiovascular es muy común en pacientes que cursan con estenosis de la arteria renal. Las dos causas principales de este desorden comprenden, la aterosclerosis y la

enfermedad fibromuscular. Es posible encontrar tres tipos de presentación clínica: estenosis asintomática de la arteria renal, hipertensión renovascular y nefropatía isquémica. Aunque la implicación clínica más comúnmente descrita es la hipertensión arterial, la estenosis de la arteria renal, por cualquiera de las dos causas, puede llevar también a retención de líquido y a establecimiento de una falla renal progresiva.

A través de modelos de dinámica de fluidos y análisis matemático que simulan el efecto de una estenosis de la arteria renal, se han obtenido resultados que se correlacionan con la clínica. Se ha encontrado un incremento significativo en la presión de pulso, de acuerdo al tamaño de la estrechez de la luz, encontrando una variación en los valores aproximados de tensión arterial de 102 mm de Hg para la diastólica, y de 152 mm de Hg para la sistólica. Las alteraciones renovasculares son causa de hipertensión en cerca del 8% al 10% en los niños, mientras que en los adultos, la cifra parece ser de apenas el 1%.

La displasia fibromuscular es la causa más frecuente de hipertensión secundaria a alteración vascular, con presentación clínica en la población infantil en Norteamérica y Europa, mientras que en Asia y África, la causa más frecuente de la alteración es la arteritis de Takayasu.

Las opciones quirúrgicas para el tratamiento de la hipertensión arterial renovascular, incluye la reconstrucción angioplástica para conectar la estenosis

con injertos análogos sintéticos. Este tipo de intervenciones son consideradas, en especial en la población pediátrica con displasia fibromuscular, cuando el tratamiento farmacológico antihipertensivo no ha dado resultado. Se ha reportado una mejoría en los valores de la tensión arterial con este procedimiento, hasta de un 90%.

Con respecto al tratamiento en los adultos una de las técnicas quirúrgicas implementadas, consiste en la implantación de un 'Stent'. Diferentes estudios han demostrado mejoría clínica posterior al procedimiento; sin embargo, existe un porcentaje de reaparición de estenosis posterior, entre un 2% y 36%, en los 6 a 12 meses posteriores a la intervención. Este hallazgo es un dato importante a tener en cuenta en cuanto a la evaluación de los beneficios a largo plazo que el día de hoy, proporciona este procedimiento.

### **Conclusiones**

A pesar de la importancia que supone el conocimiento detallado de la anatomía renal y en especial en lo referente a las variaciones vasculares, los estudios anatómicos disponibles al respecto, constituyen más bien un número reducido. En el momento, a través de la literatura consultada, se evidencia la importancia que está adquiriendo el estudio de las variaciones de la arteria renal, el cual va de la mano con el desarrollo de nuevas técnicas de diagnóstico por imagen, y de la cirugía de trasplante renal.

Aunque podría decirse que la incidencia de variaciones vasculares renales en la población general no es tan alta, es importante anotar que la frecuencia reportada para este tipo de variaciones es mayor en la población seleccionada, especialmente en potenciales donantes renales, en quienes este tipo de variaciones tiene importantes implicaciones, no solo en el abordaje quirúrgico, sino en las posibles complicaciones posteriores al procedimiento.

La detección de este tipo de alteraciones tiende a ser cada vez más temprana y a través de técnicas menos invasivas. Sin embargo, aunque esta detección supone una ventaja clínica, los reportes muestran que no siempre es así, dado que en algunas ocasiones, la intervención quirúrgica disponible para su corrección, no tiene implicaciones en la clínica mayores a 12 meses; por esta razón, aun debe evaluarse con detenimiento la necesidad de la detección de este tipo de alteraciones como causa de patología, dados los resultados hasta ahora obtenidos en las intervenciones quirúrgicas correctivas.

### **Agradecimientos**

A los Doctores pertenecientes al departamento de Morfología de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Colombia, por su incentivo y apoyo.

A los autores referenciados en el presente texto gracias a quienes esta investigación ha sido posible. Ellos contribuyeron con



la parte más importante de nuestro trabajo, la cual no se refiere a las respuestas que sus trabajos nos aportan, sino a las preguntas que nos generan.

### **Referencias bibliográficas**

1. Sadler, T.W, Langman, Embriología medica con orientación clínica. Editorial Médica Panamericana. Buenos Aires, 2004; p201-252, 294-334.
2. Pansky, B. Embriología médica. Editorial Médica Panamericana. Buenos aires, 1985; p 252-262.
3. Moore, KL. Persaud, TVN. Embriología Clínica, el desarrollo del ser humano. Elsevier, Saunders. Madrid, 2006; p 288- 295.
4. Shoja M.M , Tubbs R.S, Shakeri A, Loukas M, Ardalan M.R, Khosroshahi H.T, Oakes W.J. Peri-hilar branching patterns and morphologies of the renal artery: a review and anatomical study. Surg Radiol Anat 2008; 30: 375-382.
5. Pestemalci T, Mavi A, Yildiz Y.Z, Yildirim M, Gumusburum E. Bilateral Triple Renal Arteries. Saudi J Kidney Dis Transpl 2009; 20 (1): 468-470.
6. Satyapal K.S, Haffejee A.A, Singh B, Ramsaroop L, Robbs J.V, Kalideen J.M. Additional renal arteries incidence and morphometry. Surg Radiol Anat 2001; 23(1): 33-38.
7. Granata A , Fiorini F, Andrulli S, Logias F, Gallieni M, Romano G. Doppler ultrasound and renal artery stenosis: An overview. Journal of Ultrasound 2009; 12, 133e143
8. Cic-ekcibas-i A. E, Ziylan T, Salbacak A, Seker M, Bu'yu'kmumcu M, Tuncer I. An investigation of the origin, location and variations of the renal arteries in human fetuses and their clinical relevance. Ann Anat 2005; 187: 421 – 427.
9. Hassani K, Navidbakhsh M, Rostami M. Modeling of the aorta artery aneurysms and renal artery stenosis using cardiovascular electronic system. BioMedical Engineering On-Line 2007; 6:22.
10. Bayazit A. K, Yalcinkaya F, Cakar N, Duzova A, Bircan Z, Bakkaloglu A. Renovascular hypertension in childhood: a nationwide survey. Pediatr Nephrol 2007; 22:1327-1333.

11. Chai JW, Lee W, Yin Y H, Jae H J, Chung J W, Kim H H, Park JC. CT Angiography for Living Kidney Donors: Accuracy, Cause of Misinterpretation and Prevalence of Variation. Korean J Radiol 2008; 9: 333-339.
  12. Jetty R, Jevoor PS, Ramana V, Kumar Potu B, Ravishankarand MV, Virupaxi RD. Multiple variations of the urogenital vascular system in a single cadaver: a case report. Cases Journal 2008, 1: 343-346.
  13. Özkan U, Oğuzkurt L, Tercan F, Kızılkılıç O, Koç Z, Koca N. Renal artery origins and variations: angiographic evaluation of 855 consecutive patients. Diagn Interv Radiol 2006; 12:183-186.
  14. R. Pardo, L. Somalo, S. Málaga, F., Santos. Hipertensión secundaria a coartación de aorta y estenosis de arteria renal en adolescente con neurofibromatosis tipo 1. Nefrología 2008; 28 (2) 216-217.
  15. Datos obtenidos de: Satyapal1 K.S, Haffjee A.A, Singh B, Ramsaroop1 L, Robbs J.V, Kalideen1 J.M. Additional renal arteries incidence and morphometry. Surg Radiol Anat 2001; 23(1): 33-38.
- 