

Implicaciones clínicas de la variante accesoria de arteria renal. Revisión sistemática de la literatura

Clinical implications of the accessory renal artery. A systematic literature review

Martha Bernal-García¹, Liseth Johana Matamoros Parra², Gina Sofía Montaña Padilla³, Mayra Alejandra Borda Cárdenas³

RESUMEN

Objetivo: Establecer las posibles implicaciones clínicas y quirúrgicas asociadas a la presencia de arterias renales accesorias y su relación con desenlaces relevantes para la salud como la hipertensión arterial sistémica resistente y el rechazo agudo de trasplantes renales. **Material**

y métodos: Revisión sistemática de la literatura registrada en International Prospective Register of Systematic Reviews. Cuatro autores cegados realizaron su búsqueda de 2008 a 2018, según criterios de inclusión, términos y combinaciones preestablecidos, en cinco bases de datos y gestor de referencias bibliográficas Zotero, evaluación de calidad con la herramienta *Study Quality Assessment Tools, del National Heart, Lung, and Blood Institute* y cálculo de índice Kappa. **Resultados:** 32 estudios seleccionados, superaron el mínimo de puntuación en la evaluación de la calidad metodológica, revelando bajo riesgo de sesgo. El grado de acuerdo entre los revisores, fue de 0.81-1.0, interpretado como concordancia, casi perfecta. Las características de los estudios, según el año de publicación fue considerable para los años 2013 y 2009. La mayoría de los estudios fueron realizados en Estados Unidos, seguido de otros países. Como desenlaces se encontraron seis estudios para Hipertensión arterial sistémica y 26 para Trasplante renal. **Conclusiones:** La presencia de arterias renales accesorias es una de las posibles causas a valorar en pacientes

hipertensos con refractariedad al tratamiento convencional. Por su parte, la incidencia de rechazo y pérdida de viabilidad post trasplante renal se aproxima al 20% en pacientes con arterias renales accesorias y se asocia con complicaciones urológicas o sistémicas.

PALABRAS CLAVE: arteria renal; arteria renal accesoria; hipertensión; trasplante de riñón; revisión sistemática

ABSTRACT

Objective: To establish some of the possible surgical and clinical implications related to the presence of accessory renal arteries and their relationship with relevant health outcomes like resistant systemic hypertension and acute rejection of renal transplantation. **Methods:** Systematic review of the literature registered in the International prospective register of systematic reviews. Four blinded authors carried out their search from 2008 to 2018, according to the inclusion criteria, pre-established terms, and combinations, in five databases and the Zotero bibliographic reference manager, quality assessment with the *Study Quality Assessment Tools, from the National Heart, Lung, and Blood Institute*, and calculation of Kappa indices. **Results:** 32 selected studies exceeded the minimum score in the assessment of methodological quality, revealing a low risk of bias. The degree of agreement between

1) Profesor Titular, Unidad Académica de Morfología, Programa de Medicina, Universidad de Boyacá, Tunja, Colombia

2) Profesor Auxiliar, Unidad Académica de Fisiología, Programa de Medicina, Universidad de Boyacá, Tunja, Colombia

3) Profesor Auxiliar, Unidad Académica de Morfología, Programa de Medicina, Universidad de Boyacá, Tunja, Colombia

Correspondencia:

Dra. Martha Bernal-García
ORCID: 0000-0003-0753-5916
mibernal@uniboyaca.edu.co

Financiamiento:

Ninguno.

Conflicto de intereses:

Ninguno que declarar

Recibido: 13-01-2021

Aceptación: 26-03-2021

the reviewers was 0.81-1.0, interpreted as almost perfect concordance. The characteristics of the studies, according to the year of publication, were considerable for the years 2013 and 2009. Most of the studies were carried out in the United States, followed by other countries. Based on the outcomes, the following studies were found, six for Systemic arterial hypertension and 26 for kidney transplantation. **Conclusions:** The presence of accessory renal arteries is one of the possible causes when assessing hypertension patients with refractoriness to conventional treatment. For its part, incidence of acute rejection and post-transplantation loss of viability are near 20% in patients treated with accessory renal arteries; it is associated with urological and systemic complications.

KEYWORDS: renal artery; accessory renal artery; hypertension; renal transplantation; systematic review

INTRODUCCIÓN

Las arterias renales accesorias (ARA), son estructuras vasculares adicionales a las arterias renales derecha e izquierda, originadas de la división abdominal de la arteria aorta, que surgen de las alteraciones en el proceso de embriogénesis. Fueron definidas de manera sencilla por Mir *et al.* en 2008⁽¹⁾ como aquellas que “pueden ingresar a través del hilio o de las superficies del riñón”, caracterizando una de las variantes de la vascularización renal, descritas desde el siglo XVI, con diferentes nomenclaturas como, adicionales, múltiples, supernumerarias, suplementarias, aberrantes, terminales y otras; difieren en los individuos de ambos géneros, en su origen, lateralidad, posición, y en todos los casos son concernientes con la presencia de un número mayor de arterias renales que ingresan al riñón.

Aproximadamente el 70% de las personas presentan una única arteria renal para cada riñón, el porcentaje restante, según estudios anatómicos, presenta ARA en cantidad variable,⁽²⁾ que puede oscilar en un 22 a 50% en la población sana,⁽³⁾ un 35% en pacientes con hipertensión arterial refractaria⁽⁴⁾ y de 8 a 30% en posibles donantes renales.⁽⁵⁾ En ese sentido, aunque se ha referido que las ARA no causan sintomatología clínica evidente,⁽⁶⁾ la importancia de su hallazgo radica en la asociación que presentan con diferentes

implicaciones tanto clínicas como quirúrgicas.^(2,7) De esa manera, algunos autores han inferido la relación de ARA con el desarrollo de hipoperfusión renal, hipersecreción de renina y el progreso a hipertensión arterial refractaria a medicamentos secundaria a estenosis vascular del vaso accesorio,^(4,8) además del desarrollo de necrosis tubular aguda y trombosis vascular en trasplantes renales que conllevaría al subsecuente rechazo agudo del órgano,⁽⁵⁾ disfunción del injerto⁽⁹⁾ o el avance de morbimortalidades de origen renal, como en la enfermedad renal crónica,⁽¹⁰⁾ cuya conducta clínica en etapas terminales se ve abocada al trasplante, tanto de donantes vivos como cadavéricos, por lo que es conveniente el análisis de la influencia de las ARA en estas situaciones clínicas.

Así, el propósito de este trabajo es revisar sistemáticamente la literatura, los estudios con el fin de establecer las posibles implicaciones clínicas y quirúrgicas asociadas a la presencia de arterias renales accesorias y su relación con desenlaces relevantes para la salud como la hipertensión arterial sistémica resistente y el rechazo agudo de trasplantes renales.

MATERIAL Y MÉTODOS

Esta revisión sistemática, se basó en búsqueda de literatura, evaluación de calidad y registro de información, formalmente inscrita en PROSPERO International prospective register of systematic reviews, PROSPERO 2019 CRD42019114123, de acuerdo con las siguientes etapas:

Estrategia de búsqueda e identificación de estudios: Inicialmente, se realizó la selección de las palabras clave, términos de búsqueda y fuentes de información, como estrategia para la identificación de estudios publicados a partir del año 2008 que cumplieran con los criterios de selección sobre las implicaciones clínicas de la presencia de la arteria renal accesorio identificada quirúrgica o imagenológicamente.

Se incluyeron términos de búsqueda y combinación de términos que aparecieran en títulos, abstracts o palabras clave, para limitar la selección de los artículos. A lo largo de esta etapa se propuso desarrollar la búsqueda de información por sensibilidad, con los siguientes operadores booleanos: (kidney transplant OR renal patient OR imaging diagnosis) AND (accessory renal artery OR others anatomic variations) AND

(kidney transplant rejection OR systemic arterial hypertension) NOT (surgical complications OR vascular complications).

La búsqueda fue realizada por cuatro autores cegados e independientes frente a los resultados. Se exploró en las bases de datos electrónicas Google Scholar, Pubmed, Ovid, Proquest y Science Direct, y se completó con una búsqueda manual, consultando la bibliografía de los artículos seleccionados. Los registros identificados en las búsquedas se introdujeron de forma secuencial en el gestor de referencias bibliográficas Zotero, identificando y eliminando los duplicados.

Fueron considerados como unidad de interés, según el tipo de estudios, los observacionales (Transversales y de cohorte), así como estudios de casos y controles, y series de casos; teniendo en cuenta los criterios: 1) *geográfico*: a nivel mundial, *temporal* con ventana de tiempo definida sobre estudios publicados entre el 1° de enero de 2008 al 30 de diciembre de 2018; 2) *lingüístico*: idiomas inglés y español, para la inclusión de los estudios en coherencia con la guía *PRISMA Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses*.

Criterios de Inclusión

Dos autores cegados evaluaron independientemente la inclusión de estudios, comprobando los criterios de selección establecidos según estrategia del acrónimo PICO (población, intervención, comparación, resultados),⁽¹¹⁾ con la siguiente adaptación definida:

- **Population** (población): Pacientes adultos de ambos géneros entre 18-65 años y niños o jóvenes entre 5 y 17 años, con cirugía de trasplante renal y/o estudios imagenológicos de abdomen.
- **Intervention** (intervención): Identificación de variante accesoria de arteria renal.
- **Comparison** (comparación): Características del método de hallazgo quirúrgicos o imagenológicos para la presencia de arterias renales accesorias
- **Outcome** (desenlace o resultado): Rechazo agudo de trasplante, hipertensión arterial sistémica.

Participó un tercer autor, quien se encargó de realizar consenso frente a desacuerdos.

Extracción de datos

Se realizó de manera independiente y cegada por tres autores, quienes leyeron el texto completo de todos los estudios incluidos en la primera etapa, cada autor, diligenció en una tabla de

almacenamiento en una hoja de cálculo formato electrónica en formato Excel estándar, los siguientes criterios establecidos: Por asignación de colores fue discriminada la base de datos correspondiente al alojamiento del artículo, por columnas fueron tituladas, el consecutivo, el título, la Información bibliográfica, correspondiente al autor(es) y año de publicación, resumen, tipo/diseño de estudio, objetivo principal; Características del estudio relacionadas con ámbito territorial, fecha de realización, tamaño muestral; características de los participantes; principales resultados/Medidas de resumen y observaciones adicionales. Un cuarto autor cegado, verificó todo el proceso de los demás autores, frente a los resultados.

Criterios de exclusión

Se excluyeron aquellas publicaciones que por su tipo, publicación, idioma, población o resultado abordado no cumplieran con las características previamente expuestas.

Evaluación de la calidad metodológica

Tres autores cegados, realizaron la evaluación de la calidad metodológica de los estudios seleccionados, para lo cual fue empleada la herramienta Study Quality Assessment Tools, del National Heart, Lung, and Blood Institute, NHLBI del Departamento de Salud de Estados Unidos,⁽¹²⁾ que se basa en listas de verificación, como guía para informar la *evaluación crítica de la calidad*. Fueron utilizadas, tres de las seis listas, a saber: *Quality Assessment Tool for Observational Cohort and Cross-Sectional Studies*, con 14 criterios; *Quality Assessment of Case-Control Studies*, con 12 criterios y *Quality Assessment Tool for Case Series Studies*, con 9 criterios.

Estas listas proponen escalas cualitativas de valoración que incluyen: Yes, No, CD (cannot determine), NA (not applicable), NR (not report), de asignación por criterio.

Selección de estudios

De acuerdo con la evaluación de la calidad metodológica de los estudios, realizada por los tres autores revisores cegados, se estableció una puntuación según cumplimiento por un número de criterios, otorgando para los estudios observacionales de 8/14, casos y controles 7/12 y serie de casos 5/9, estableciendo así el puntaje mínimo para la selección de estudios en la presente

revisión. Para el caso de las escalas con criterios cualitativos CD, NA y NR, se tuvo en cuenta por autor revisor, para medir el grado de acuerdo, y no como determinante para selección del estudio. Así, un autor cegado evaluó de forma independiente la elegibilidad de los estudios recopilados. Finalmente, se elaboró un diagrama de flujo del proceso, teniendo en cuenta las recomendaciones PRISMA.⁽¹³⁾

Análisis estadístico

Con base en la actividad y juicio cegado e independiente de los autores, y con el fin de acceder a la reproducibilidad de la selección de los estudios, según la naturaleza, para el análisis de las variables cualitativas, se calcularon índices Kappa con el fin de determinar el grado de acuerdo de los datos extraídos entre los autores revisores, en relación con la valoración de la evaluación crítica de cada uno de los estudios elegidos, los datos de los tres autores, fueron almacenados inicialmente en el programa Microsoft Excel 2016 y posteriormente transportados y procesados estadísticamente en el programa R studio para determinar el grado de acuerdo con el coeficiente Kappa de Fleiss, cuyo

resultado fue interpretado de acuerdo con los criterios establecidos por Landis y Koch 1977,⁽¹⁴⁾ de valoración numérica/fuerza de concordancia, así: 0,00= Pobre (Poor); 0,1-0,20= Leve (Slight); 0,21-0,40= Aceptable (Fair); 0,41-0,60= Moderada (Moderate); 0,61-0,80= Considerable (Substantial); 0,81-1,0= Casi perfecta (Almost perfect).

RESULTADOS

Un total de 32 estudios fueron seleccionados en la presente revisión sistemática, conforme con las puntuaciones obtenidas, en las cuales se evidencia que todos los estudios superaron el mínimo de puntuación, revelando una calidad metodológica con bajo riesgo de sesgo. Así como el grado de acuerdo con el coeficiente Kappa de Fleiss, mantenido en el rango de 0,81-1,0, interpretado con una fuerza de concordancia, casi perfecta, entre los autores revisores. A continuación, se detallan los resultados en la **Tabla 1**. Así como es representado en el diagrama de flujo PRISMA, las cuatro fases del proceso de búsqueda y selección de estudios de la presente revisión, en la **Figura 1**.

Tabla 1. Evaluación de la calidad metodológica de los estudios seleccionados

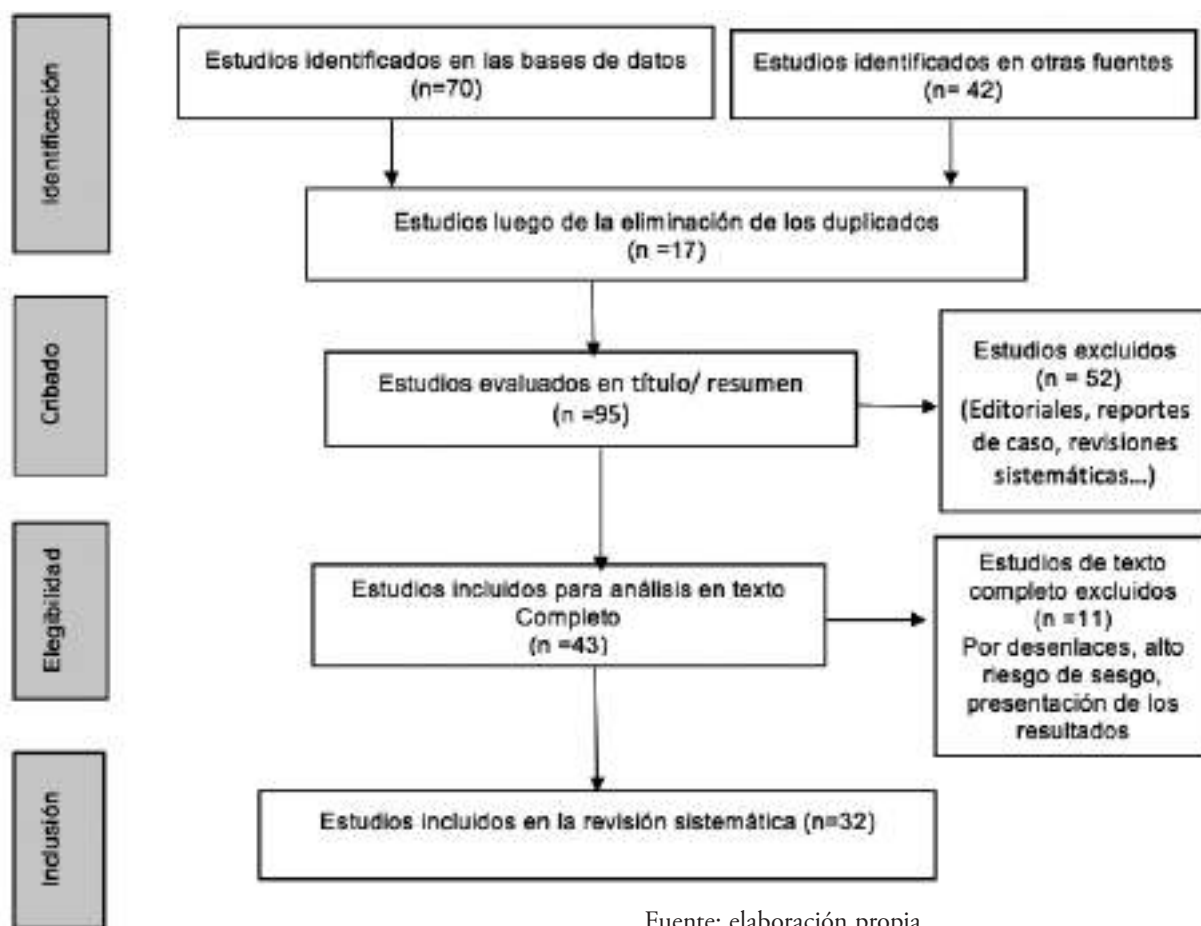
EVALUACIÓN DE LA CALIDAD																
Criterios de calidad de estudios - STUDY QUALITY ASSESSMENT TOOLS																
Estudios observacionales de cohorte																
Estudio	Nº de criterio (1 a 14) evaluado por lista de verificación de <i>Quality Assessment Tool for Observational Cohort and Cross-Sectional Studies</i> ⁽¹²⁾														Evaluación de la calidad	Coeficiente Kappa de Fleiss
	1	2	-3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
Hering <i>et al.</i> , 2016 ¹⁵	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	99	13/14	1
Saidi <i>et al.</i> , 2009 ¹⁶	1	1	99	1	1	99	1	99	99	1	1	99	1	1	9/14	1
Lafranca <i>et al.</i> , 2016 ¹⁷	1	1	1	1	1	1	1	1	1	99	1	1	99	99	11/14	0,81
Abbaszadeh <i>et al.</i> , 2009 ¹⁸	1	1	1	1	99	1	1	1	1	99	1	99	1	1	11/14	0,85
Kok <i>et al.</i> , 2008 ¹⁹	1	1	99	1	1	1	1	99	1	99	1	99	1	1	10/14	0,85
García-López <i>et al.</i> , 2010 ²⁰	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	99	1	99	12/14	0,95
Hwang <i>et al.</i> , 2010 ²¹	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	99	13/14	1
Paragi <i>et al.</i> , 2011 ²²	1	1	99	1	1	99	1	99	1	99	1	99	1	1	9/14	1

Estudio	N° de criterio (1 a 14) evaluado por lista de verificación de <i>Quality Assessment Tool for Observational Cohort and Cross-Sectional Studies</i> ⁽¹²⁾														Evaluación de la calidad	Coeficiente Kappa de Fleiss
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
Kamali <i>et al.</i> , 2012 ²³	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	99	1	99	12/14	1
Ghazanfar <i>et al.</i> , 2010 ²⁴	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	99	1	13/14	1
Tyson <i>et al.</i> , 2011 ²⁵	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	99	1	1	13/14	0,95
Chedid <i>et al.</i> , 2013 ²⁶	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	99	13/14	0,95
Paramesh <i>et al.</i> , 2009 ²⁷	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	99	1	99	12/14	1
Omoto <i>et al.</i> , 2014 ²⁸	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14/14	1
Estudios Transversales																
Kuczera <i>et al.</i> , 2009 ¹⁰	1	1	99	1	1	99	1	99	1	99	1	99	1	1	9/14	0,95
Saba <i>et al.</i> , 2008 ³	1	1	99	1	1	1	1	99	1	99	1	99	1	1	10/14	0,85
Keller <i>et al.</i> , 2009 ²⁹	1	1	99	1	1	99	99	99	1	99	1	1	1	1	9/14	0,95
Reyna-Sepúlveda <i>et al.</i> , 2017 ³⁰	1	1	99	1	1	1	1	99	1	99	1	99	1	1	10/14	0,90
Casos y controles																
Estudio	N° de criterio (1 a 12) evaluado por lista de verificación de <i>Quality Assessment of Case-Control Studies</i> ⁽¹²⁾														Evaluación de la calidad	Coeficiente Kappa de Fleiss
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	-	-		
VonAchen <i>et al.</i> , 2016 ⁸	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	99	99	-	-	10/12	0,94
Id D <i>et al.</i> , 2013 ³¹	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	99	99	-	-	10/12	0,94
Verloop <i>et al.</i> , 2014 ⁴	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	99	1	-	-	11/12	0,88
Taghizadeh <i>et al.</i> , 2016 ⁵	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	99	1	-	-	11/12	1
Ashraf <i>et al.</i> , 2013 ³²	1	1	99	1	1	1	1	1	1	1	99	1	-	-	10/12	0,94
Yamanaga <i>et al.</i> , 2018 ³³	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	99	99	-	-	10/12	0,88
Laouad <i>et al.</i> , 2012 ³⁴	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	99	1	-	-	11/12	1
Kapoor <i>et al.</i> , 2011 ³⁵	1	1	1	1	99	1	99	1	1	1	99	99	-	-	8/12	0,94
Kuo <i>et al.</i> , 2010 ³⁶	1	1	1	1	99	1	1	1	1	1	99	1	-	-	10/12	0,94
Cho <i>et al.</i> , 2012 ³⁷	1	1	1	1	99	1	1	1	1	1	99	1	-	-	10/12	0,94

Serie de casos																
Estudio	Nº de criterio (1 a 9) evaluado por lista de verificación de <i>Quality Assessment Tool for Case Series Studies</i> ⁽¹²⁾													Evaluación de la calidad	Coeficiente Kappa de Fleiss	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	-	-	-	-			-
Singh <i>et al.</i> , 2008 ³⁸	1	1	1	1	1	1	1	99	1	-	-	-	-	-	8/9	0,92
Bozkurt <i>et al.</i> , 2013 ³⁹	1	1	1	1	1	1	1	99	99	-	-	-	-	-	7/9	0,85
Vaccarisi <i>et al.</i> , 2013 ⁴⁰	1	1	1	1	1	1	99	99	1	-	-	-	-	-	7/9	0,92
Genc <i>et al.</i> , 2011 ⁴¹	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	9/9	1

1 (si cumple el criterio), 2 (no cumple con el criterio), 99 (no se puede determinar; no aplicable; no reportado)

Figura 1. Diagrama de flujo de la selección de artículos, según directrices PRISMA



Fuente: elaboración propia

Características de los estudios incluidos

Según el año de publicación, se incluyeron 32 estudios publicados en 20018(n 1), 2017(n 1), 2016 (n 3), 2015(n 1), 2014(n 2), 2013(n 5), 2012(n 4), 2011(n 4), 2010(n 4), 2009 (n 5) y 2008 (n 3), los estudios fueron realizados principalmente en Estados Unidos (n 7), seguido por Holanda e Irán cada uno de ellos con tres estudios; Japón, Turquía, Italia, México, cada uno de ellos con dos estudios;

así como Australia, Polonia, Corea, Inglaterra, Alemania, Pakistán, Francia, Canadá, Singapur, Corea del Sur e India, cada uno de ellos con un estudio. Para la presentación de las características de los estudios incluidos en la revisión sistemática, se estimó agruparlos de acuerdo con los desenlaces, a saber: veintiséis estudios para trasplante renal, seis estudios para hipertensión arterial sistémica. (Tabla 2 y 3)

Tabla 2. Características de los estudios incluidos en la revisión sistemática, para el desenlace de trasplante renal (Tabla a doble hoja)

AUTOR	País	Muestra n=	Método de hallazgo	Edad receptor Años	GÉNERO Receptor		Número de ARA	TRASPLANTE	
					F n=	M n=		Rechazo agudo injerto %	
								ARU	ARA
Saidi <i>et al.</i> , 2009 ¹⁶	Estados Unidos	350	LDKT ¹	NR	NR	NR	31	NR	NR
Taghizadeh <i>et al.</i> , 2016 ⁵	Irán	115	Angio TC	37,9 ± 14,5	59	56	42	50	50
Lafranca <i>et al.</i> , 2016 ¹⁷	Holanda	914	CTA ² MRA ³	52	507,3	406,7	238	0,5 ⁵ 6,9 ⁶	1,1 ⁵ 13,9 ⁶
Singh <i>et al.</i> , 2008 ³⁸	India	36	TC	NR	NR	NR	10	0	0
Kok <i>et al.</i> , 2008 ¹⁹	Holanda	288	TC, Angio	50	174	114	66	22	24
Abbasza <i>et al.</i> , 2009 ¹⁸	Irán	320	NR	GI: 40 ± 14,3	80	150	90	18.6	
				GII: 38 ± 13,5	34	49		33.7 (P value II vs III 0.3)	
				G3: 39 ± 17,0	4	3		57,1	
García-López <i>et al.</i> , 2010 ²⁰	México	477	Angiografía AngioRNM	NR	202	275	77	NR	
Hwang <i>et al.</i> , 2010 ²¹	Corea	1186	TC, Angio	GI: 38.8 ± 10.9	333	557	296	34,5	
				GII: 41,0 ± 12,3	11	15		34,6	
				GIII: 38.2 ± 11	87	149		33,5	
				GIV: 39,0 ± 9,5	19	15		32.4 P I-IV value= 0,705	
Paragi <i>et al.</i> , 2011 ²²	Estados Unidos	873	NR	46,9	601	375	155	11	10
Kamali <i>et al.</i> , 2012 ²³	Irán	718	Doppler	41,4 ± 12,7	276	442	60	3,2	6,4
Laouad <i>et al.</i> , 2012 ³⁴	Francia	259	Donador Cadavérico	40,2	50	20	70	27,5	27,1
Ashraf <i>et al.</i> , 2013 ³²	Pakistán	105	Medical Re- cords	31,5 ± 9,7	7 ARA	26 ARA	33	0	3
Ghazanfar <i>et al.</i> , 2010 ²⁴	Inglaterra	201	Medical Re- cords	37,4	M to F Ratio 6:1		62	NR	NR
Tyson <i>et al.</i> , 2011 ²⁵	Estados Unidos	510	LDN ⁴	49,3	305	205	117	14	17
Bozkurt <i>et al.</i> , 2013 ³⁹	Turquía	196	Medical Records	35,6 ± 13,3	66	130	14	NR	3,1
Chedid <i>et al.</i> , 2013 ²⁶	Estados Unidos	1134	Base de datos, medical records	51 (39 – 62)	82	128	210	NR	NR

Continuación **Tabla 2**

TRASPLANTE							Grupos comparativos
Supervivencia injerto ARA			Otras complicaciones ARA				
1a %	5a %	10a %	Vasculares %	Urológicas %	Infección %	Linfocele sintomático %	
96.8	87.1	NR	1	1	1	1	NR
NR			69 ¹⁰	23,8	NR	NR	ARU ¹³ vs ARA ¹⁴
NR			2,3 ¹¹	NR	2,9	NR	ARU ¹³ vs ARA ¹⁴
100	NR	NR	10%	NR	NR	NR	NA
NR			NR	31	NR	NR	NA
95	NR		0	3	6	2	ARU ¹³ vs ARD ¹⁵ vs ART ¹⁶
95			1	0	0		
71			0	0	0		
CrARA ⁷ : 1,4 CrARU ⁸ : 1,4	CrARA ⁷ : 1.8 CrARU ⁸ : 1.7	NR	NR	2,4	NR	NR	ARU ¹³ vs ARA ¹⁴
Cr ⁹ : 1,43 ± 0,98	Cr ⁹ : 1.67 ± 1.61	NR	5,2	2	0,6	1,4	ARU ¹³ vs ARA ¹⁴ m vs ARA ¹⁴ ms Vs LP
Cr ⁹ : 1,42 ± 0,70	Cr ⁹ : 1.39 ± 0.22		0,3	0	0	0,2	
Cr ⁹ : 1,52 ± 1,39	Cr ⁹ : 1.62 ± 1.69		1,2	10	0.1	0,7	
Cr ⁹ : 1,39 ± 0,68	Cr ⁹ : 1,33 ± 0,28		0,5	1	0	0,1	
93,5	83,8	82,1	NR	5,8	NR	NR	ARU ¹³ vs > 1 AR
93,6	NR	NR	30	9,9	NR	NR	ARU ¹³ vs ARA ¹⁴
95,7 P= .40	72,8 P=.70	NR	25,8	NR	NR	NR	ARU ¹³ vs ARA ¹⁴
97.8	NR	NR	NR	15,1	NR	NR	ARU ¹³ E-E vs ARA ¹⁴ E-E vs ARA ¹⁴
93	87	NR	8,9	6 (vs 4,2)	NR	NR	ARA ¹⁴ vs ARU ¹³
NR			4	5	NR	NR	ARU ¹³ vs ARA ¹⁴
96,9	NR	NR	NR	1	NR	3	ARU ¹³ vs ARA ¹⁴
96,1	82,6	NR	2,4	2,9	4,8	6,7	ARU ¹³ vs ARA ¹⁴

Yamanaga <i>et al.</i> , 2018 ³³	Japón	1714	Base de datos electrónica	46	1076	638	311	19,3	18,0
Keller <i>et al.</i> , 2009 ²⁹	Estados Unidos	230	LDN ⁴	NR	NR	NR	37	11,4	21,6
								P= 0,11	
Kapoor <i>et al.</i> , 2011 ³⁵	Canadá	171	TC	NR	79	92	21	NR	NR
Kuo <i>et al.</i> , 2010 ³⁶	Singapur	50	TC angio	35,25 ± 4,03	27	23	8	NR	NR
Cho <i>et al.</i> , 2012 ³⁷	Corea del Sur	325	LDN ⁴		148	177	86	1,7	2,3
Vaccarisi <i>et al.</i> , 2013 ⁴⁰	Italia	154	Donador Cadavérico	NR	NR	NR	30	NR	NR
Reyna-Sepúlveda <i>et al.</i> , 2017 ³⁰	México	55	Donador Cadavérico	49,5	24	31	9	NR	NR
Paramesh <i>et al.</i> , 2009 ²⁷	Estados Unidos	278	LDN ⁴	41,8 ± 1,8	NR	NR	60	10,1	23,3
Omoto <i>et al.</i> , 2014 ²⁸	Japón	533	LDN ⁴	40	353	180	127	12	10
Genc <i>et al.</i> , 2011 ⁴¹	Turquía	86	LDN ⁴	39,7	17	69	13	11	15,3

LDKT:¹ living donor kidney transplantation; CTA:² computed tomography angiography; MRA:³ magnetic resonance angiography; LDN:⁴ laparoscopic donor nephrectomy; PNF:⁵ presión neta de filtración/disfunción primaria del injerto; DGF:⁶ función retrasada de injerto; CrARA:⁷ creatinina sérica arteria renal accesoria; CrARU:⁸ creatinina sérica arteria renal única; Cr:⁹ creatinina sérica; HTA:¹⁰ hipertensión

Tabla 3. Características de los estudios incluidos en la revisión sistemática, para el desenlace de hipertensión arterial sistémica (Tabla a doble hoja)

ESTUDIO	País	Tamaño muestra n=	Hallazgo	EDAD años Receptor	GÉNERO Receptor	
					F	M
Von Achen <i>et al.</i> , 2016 ⁸	Estados Unidos	58	TAC IRM	60.8+/- 10.6	17	41
Id D <i>et al.</i> , 2013 ³¹	Alemania	74	NR	59	35	
Kuczera <i>et al.</i> , 2009 ¹⁰	Polonia	1554	Angiografía	45 ± 14 Rango de edad: 0-20 (n 94) 21-30 (n 171) 31-40 (n 186) 41-50 (n 477) 51-60 (n 408) 61-70 (n 167) >70 (n 51)	747	807
Hering <i>et al.</i> , 2016 ¹⁵	Australia	91	NR	63 ±	34	57
Saba <i>et al.</i> , 2008 ³	Italia	214	MDCTA ⁴	66	72	142
Verloop <i>et al.</i> , 2014 ⁴	Holanda	126	TAC	60 ± 10	19	24

NR: No reporta¹, RDN: denervación renal², ARU: Arteria renal única³, MDCTA: multidetector-row spiral computed tomographic angiography⁴

	NR		0,96	6,4	NR	NR	ARU ¹³ vs ARA ¹⁴
	NR		8,1	16	NR	NR	NA
CrARA ⁷ :123,83 umol/l CrARU ⁸ :117,11 umol/l		NR	NR	NR	NR	NR	ARU ¹³ vs ARA ¹⁴
100	NR	NR	25	NR	NR	NR	ARU ¹³ vs ARA ¹⁴
95,3 CrARA ⁷ 1,27 ± 0,38 CrARU ⁸ 1,24 ± 0,25	90,4	NR	NR	NR	NR	NR	ARU ¹³ vs ARA ¹⁴
NR	NR	89	NR	NR	NR	30	NA
Cr: 1,3	NR	NR	10	4	4	2	NR
90	90	NR	5	8,3	3,3	NR	ARU ¹³ vs ARA ¹⁴
	NR		32 ¹²	1	0,5%	NR	ARU ¹³ vs ARA ¹⁴
100	NR	NR	0	NR	NR	0	ARU ¹³ vs ARD ¹⁵ vs ART ¹⁶

arterial; TC:¹¹ trombosis; HTA postrasplante¹²; ARU¹³: arteria renal única; ARA:¹⁴ arteria renal accesorias; ARD:¹⁵ arteria renal doble; ART:¹⁶ arteria renal triple

Continuación **Tabla 3**

Número de ARA	HTA Receptor			Grupos comparativos
	N	PAS Mm/Hg	PAD mm/Hg	
34 (58.6%)	34/58 58,6%	181,6 +- 17,5	99,2 +- 14,2	RDN ² vs Healthy
20	9 RDN	163,6 ± 27	93,8 ± 18,4	ARA denervadas vs ARA no denervado/ incompleta
	11 sin RDN o incompleta	164,6 +-13,1	85,3 +- 11,9	
411 (25,7%)		NR		ARA vs signos radiológicos de aterosclerosis (10.1 vs 11.5%; P = 0.45) y estenosis de la arteria renal principal, incluida la oclusión vascular
16	16	155 ± 17	83 ± 15	ARU ³ vs ARA
56 (26,1%)	21 (p=0,2092)	NR	NR	NA
43 (34%)	43	187 ± 29	101 ± 16	NR

DISCUSIÓN

Se ha reportado que las arterias renales accesorias se identifican de forma incidental en el 25% de los pacientes,⁽¹⁾ y se ha especulado su posible impacto clínico. En ese sentido, de acuerdo con los desenlaces de interés, los estudios analizados en esta revisión bibliográfica permiten mencionar:

Respecto al desarrollo de HTA refractaria a manejo convencional, se encontró que el 30,9% de los pacientes presentaban ARA, la mayoría identificados imagenológicamente mientras se estudiaban para denervación renal, cifra ampliamente inferior comparativamente con los datos estimados por VonAchen *et al.* (2016) que estudiaron a 58 pacientes con edades promedio de 60,8 años, la mayoría hombres (n=41), a quienes también se les estudio con imágenes diagnósticas por presentar HTA refractaria (cifras tensionales promedio de 181.6 mmHg PAS y una PAD de 99,2 mmHg), encontrando que el 58,6% (n=34) presentaban ARA.⁽⁸⁾

Kuczera *et al.* (2009), analizaron las angiografías de 1554 pacientes de edades entre 0 a >70 años encontrando que el 25,7% (n=411) presentaban ARA, de los pacientes de entre 0 a 20 años (n=94), 16% tenían ARA, cifras similares a las publicadas por Hering *et al.* (2016), que estudiaron los angiogramas renales de 91 pacientes a quienes se les realizaría DRN, la mayoría hombres (n=57), encontrando 14,5% (n=16) con ARA cuyas cifras tensionales oscilaban entre 155-83 mmHg, posterior a la denervación presentaron descenso de la tensión arterial a 147-79 mmHg a los 3 meses, efectividad terapéutica también estimada por Id D *et al.* (2013), en 74 pacientes con HTA refractaria, de los cuales 27% (n=20) presentaban ARA, 17 bilaterales y 3 unilaterales, a 9 de ellos se les realizó RDN como tratamiento, resultando en un descenso de las cifras sistólicas de 16,6 mmHg y de las diastólicas en 6,7 mmHg⁽¹⁰⁾.

De igual forma, Saba *et al.* (2008) estudiaron a 214 pacientes con tomografía-angiografía en espiral encontrando que el 26,1% (n=56) tenían ARA, de los cuales 37,5% (n=21) presentaban HTA, sin embargo, no encontraron asociación estadística entre la presencia de ARA e HTA y Verloop *et al.* (2014) estudiaron 4 TACs y 122 MRA de pacientes que serían sometidos a RDN, encontrando 34% (n=43) pacientes con ARA, la

mayoría en el lado izquierdo, sus cifras tensionales promediaban entre 187/101 mmHg.⁽³⁾

En esa secuencia es posible establecer que la incidencia promedio de la variación anatómica de interés en la población adulta mediante identificación imagenológica oscila entre 30-60% aproximadamente, mientras que en el caso de la población pediátrica se encontró que el 16% de los infantes con HTA de difícil manejo, presentaban ARA (Kuczera *et al.* (2009)).⁽¹⁰⁾

En el contexto de trasplante renal y la implicación de ARA en el rechazo agudo del injerto, Said *et al.* (2009) estudiaron a 350 donadores renales vivos, encontrando que 8,8% (n=31) tenían ARA, para los trasplantes de ARA se reportó una supervivencia de 96,8% al primer año y 87,1% al quinto año, tan solo se reportó un caso por complicación vascular, urológica, un caso que desarrollo infección y un caso de linfocele sintomático,⁽¹⁶⁾ datos contrastados con Taghizadeh *et al.* (2016) quienes estudiaron con AngioTC a 115 donadores renales, de los cuales 48,3% (n=42) presentaban ARA y la mitad de estos (n=21) rechazo agudo del injerto, así como 69% desarrolló HTA y 23,8% complicaciones urológicas.⁽⁵⁾

Se destaca también el reporte de Lafranca *et al.* (2016) de 914 CTA y MRA de pacientes candidatos a donación de trasplante renal encontrando que el 26% (n=238) presentaban ARA, de las cuales 58,4% (n=139) eran bilaterales y 41,6% (n=99) unilaterales, con porcentaje de rechazo agudo del injerto con la presión neta de filtración/disfunción primaria del injerto (PNF) de 0,5 para ARU y de 1,1 para ARA; así como la función retrasada del injerto (DGF) fue de 6,9 para ARU y 13,9 para ARA, dado complicaciones adicionales asociadas al trasplante renal (trombosis en un 2,3% y en un 2,9% infección).⁽¹⁷⁾

Otros autores, como Singh *et al.* (2008) estudiaron las tomografías de 36 donantes de trasplante renal encontrando que el 27,7% (n=10) tenían ARA, 8 bilaterales y 2 unilaterales, de los trasplantes con ARA el 100% sobrevivieron en el primer año, y el 10% presentaron complicaciones vasculares, cohorte contrastada con la muestra de Kok *et al.* (2008) de 288 pacientes (AngioTAC) donantes renales, de los que el 22,9% (n=66) presentaron ARA, 22% de los riñones con ARU presentaron rechazo agudo comparado con el 24% presentado en los riñones donados con

ARA. Un año más tarde⁽³⁸⁾ Abbaszadeh *et al.* (2009) estudiaron las historias clínicas de 320 donantes renales y los dividieron en tres grupos según la edad y el número de arterias renales encontradas, encontraron 90 ARA (28,1%); en el grupo II donde se encontraban las arterias renales accesorias se presentó un 33,7% de rechazo agudo al trasplante con una supervivencia de 95% al primer año y complicaciones urológicas en un 1%; comparado con el grupo I donde solo se incluyeron riñones con ARU, se presentó rechazo agudo en el 18,6%, con una supervivencia de 95% al primer año y con 3% de complicaciones urológicas y 2% de linfocel sintomático; en el tercer grupo donde se incluyeron las arterias triples se presentó un rechazo agudo de 57,1% con una supervivencia de 71% al primer año y sin reporte de complicaciones, hecho que resalta la importancia del seguimiento clínico y tomográfico,⁽¹⁸⁾ estamento también defendido por García-López *et al.* (2010), quienes en 477 angiografías de donantes renales, encontraron que el 16,1% (n=77) presentaban ARA, y cuyo seguimiento al primer y quinto año reportó que los pacientes con injertos renales con ARA presentaron una creatinina de 1,4 en el primer año y de 1,8 en el quinto año; los pacientes con injertos renales con ARU presentaron una creatinina de 1,46 en el primer año y 1,7 en el quinto año, lo que revela la influencia de la variante de interés sobre la viabilidad biológica del injerto.⁽²⁰⁾ Hwang *et al.* (2010) en 1.186 historias clínicas, TC y angioTAC de donantes renales, hallaron que el 24,9% (n=296) de ellos presentaban ARA, de quienes hicieron seguimiento y clasificaron en 4 grupos, según el número de ARA encontradas y la edad; así, en el grupo 1, se incluyeron los donantes con ARU, con 34,5% de rechazo agudo y valores de creatinina séricos en el primer año de 1,43 y en el quinto año de 1,67; el 5,2% desarrolló complicaciones vasculares, 2% complicaciones urológicas, 0,6% desarrolló infección y 1,4% linfocel sintomático; comparados con los grupo 2 a 4, que incluyeron las ARA, se encontró un rechazo agudo de 33,5%. En este grupo el seguimiento de creatinina fue de 1,44 en el primer año y de 1,45 en el quinto año. En el grupo de trasplante con ARA se presentó 0,67% de complicaciones vasculares, 3,3% de complicaciones urológicas, 0,03% de infecciones y 0,33% de linfocel sintomático.⁽²¹⁾

Referencias adicionales, como Keller *et al.* (2009),⁽²⁹⁾ Paragi *et al.* (2011),⁽²²⁾ Tyson *et al.* (2011),⁽²⁵⁾ Kamali *et al.* (2012),⁽²³⁾ Laouad *et al.* (2012),⁽³⁴⁾ Ashraf *et al.* (2013)⁽³²⁾, Bozkurt *et al.* (2013),⁽³⁹⁾ Kapoor *et al.* (2011),⁽³⁵⁾ y Ghazanfar *et al.* (2010),⁽²⁴⁾ destacan incidencia de ARA en individuos donantes renales vivos entre un 8 a 31%, con tasas de rechazo agudo fluctuantes entre 6 y 27% respecto a los pacientes con ARU, quienes presentaron esta complicación entre un 3,2 y 37% de los casos, con una supervivencia del injerto al primer y quinto año en el grupo ARA en 94 y 80%, respectivamente, Kuo *et al.* (2010); Cho *et al.* (2012),^(36,37) Vaccarisi *et al.* (2013),⁽⁴⁰⁾ con una tasa de complicaciones fluctuantes entre 0,96% (vasculares), 6,4% (urológicas), 4,8% infecciosas, 6,7% linfocel sintomático de acuerdo a Yamanaga *et al.* (2018)⁽³³⁾ y Chedid *et al.* (2013).⁽²⁶⁾

Por otra parte, Reyna-Sepúlveda *et al.* (2017),⁽³⁰⁾ Paramesh *et al.* (2009),⁽²⁷⁾ Omoto *et al.* (2014),⁽²⁸⁾ Genc *et al.* (2011),⁽⁴¹⁾ estudiaron a receptores de donantes renales cadavéricos, entre los cuales 16,3% (n=9) tenían ARA, con creatinina promedio de 1,3 al año de supervivencia. Los pacientes presentaron las siguientes complicaciones: vasculares en 10%, complicaciones urológicas e infecciones en 4% y en 2% linfocel sintomático.

Paramesh *et al.* (2009) estudiaron a 278 donadores renales cadavéricos, con hallazgo de ARA en un 16-21% de los especímenes, de quienes se reportó rechazo en el receptor en cerca del 20%, a pesar de supervivencia del injerto al primer año posintervención en el 90% de los casos, dado tasa de complicaciones vasculares y sistémicas inferiores al 10%.⁽²⁷⁾

LIMITACIONES

La presente revisión sistemática tuvo algunas limitaciones: puede presentar un sesgo mínimo porque no incluye estudios publicados en otros idiomas distintos al español e inglés. De los estudios incluidos por desenlaces de interés, pocos no reportaron datos relacionados con el rechazo agudo o supervivencia del injerto, no obstante, contribuyeron con otras complicaciones derivadas de la presencia de las ARA. Así como no fue constante el reporte de hallazgo de estas ARA, no obstante todos los estudios reportaron presencia variable en el número de ARA.

CONCLUSIONES

- La identificación de ARA en pacientes hipertensos adultos e infantes radica en una estrategia de búsqueda secundaria ante escenarios de refractariedad al manejo convencional.
- El hallazgo imagenológico incidental en el contexto pretrasplante renal es frecuente tanto en donante vivo como cadavérico.
- De acuerdo los estudios revisados, la incidencia de rechazo y pérdida de viabilidad post trasplante renal se aproxima al 20% en pacientes con ARA, especialmente posterior al primer y quinto año, dado alta viabilidad biológica durante este periodo.
- Cerca de una cuarta parte de pacientes receptores de trasplante renal de un donante con ARA, cursan con alguna complicación urológica o sistémica.
- Es prudente realizar un ensayo experimental en centros clínicos adscritos a la red nacional de trasplantes que permitan optimizar la validez externa de los datos propuestos, así como establecer posibles relaciones entre las variables demográficas-clínicas y los desenlaces de interés.

BIBLIOGRAFÍA

- 1) Mir NS, Ul Hassan A, Rangrez R, Hamid S, Sabia, Tabish SA, et al. Bilateral duplication of renal vessels: anatomical, medical and surgical perspective. *Int J Health Sci (Qassim)*. 2008;2(2):179-85.
- 2) Ankolekar V, Sengupta R. Renal artery variations: a cadaveric study with clinical relevance. *Int J Curr Res Rev*. 2013;5(5):154-61.
- 3) Saba L, Sanfilippo R, Montisci R, Conti M, Mallarini G. Accessory renal artery stenosis and hypertension: are these correlated? Evaluation using multidetector-row computed tomographic angiography. *Acta Radiol*. 2008;49(3):278-84. doi: 10.1080/02841850701777408.
- 4) Verloop WL, Vink EE, Spiering W, Blankestijn PJ, Doevendans PA, Bots ML, et al. Renal denervation in multiple renal arteries. *Eur J Clin Invest*. 2014;44(8):728-35. doi: 10.1111/eci.12289.
- 5) Taghizadeh Afshari A, Mohammadi Fallah MR, Alizadeh M, Makhdoomi K, Rahimi E, Vossoghian S. Outcome of kidney transplantation from living donors with multiple renal arteries versus single renal artery. *Iran J Kidney Dis*. 2016;10(2):85-90.
- 6) Cruzat C, Olave E. Irrigación renal: multiplicidad de arterias. *Int J Morphol*. 2013;31(3):911-4. doi: 10.4067/S0717-95022013000300022.
- 7) Shashikala P, Anjali W, Anshuman N, Jayshree D. A case report: double renal arteries. *Int J Anat Var*. 2012;5:22-4.
- 8) VonAchen P, Hamann J, Houghland T, Lesser JR, Wang Y, Caye D, et al. Accessory renal arteries: Prevalence in resistant hypertension and an important role in nonresponse to radiofrequency renal denervation. *Cardiovasc Revasc Med*. 2016;17(7):470-3. doi: 10.1016/j.carrev.2016.07.009.
- 9) Nerli Rajendra B, Shankar K, Ghagane Shridhar C, Dixit Neeraj S. Multiple renal arteries in kidney transplantation. *Indian J Health Sci Biomed Res*. 2019;12(3):211-4. doi: 10.4103/kleuhsj.kleuhsj_318_18.
- 10) Kuczera P, Włoszczyńska E, Adamczak M, Pencak P, Chudek J, Wiecek A. Frequency of renal artery stenosis and variants of renal vascularization in hypertensive patients: analysis of 1550 angiographies in one centre. *J Hum Hypertens*. 2009;23(6):396-401. doi: 10.1038/jhh.2008.149.
- 11) Higgins JPT, Thomas J, Chandler J, Cumpston M, Li T, Page MJ, Welch VA (editors). *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions*. 2nd ed. Chichester (UK): John Wiley & Sons, 2019.
- 12) National Heart, Lung, and Blood Institute. *Study Quality Assessment Tools* [Internet]. Bethesda, MD: NHLBI. Disponible en: <<https://www.nhlbi.nih.gov/health-topics/study-quality-assessment-tools>> (consulta: 23/11/2019).
- 13) Liberati A, Altman DG, Tetzlaff J, Mulrow C, Gøtzsche PC, Ioannidis JP, et al. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: Explanation and elaboration. *J Clin Epidemiol*. 2009;62(10):e1-34. doi: 10.1016/j.jclinepi.2009.06.006.
- 14) Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*. 1977;33(1):159-74.
- 15) Hering D, Marusic P, Walton AS, Duval J, Lee R, Sata Y, et al. Renal artery anatomy affects the blood pressure response to renal denervation in patients with resistant hypertension. *Int J Cardiol*. 2016;202:388-93. doi: 10.1016/j.ijcard.2015.09.015.
- 16) Saidi R, Kawai T, Kennealey P, Tsouflas G, Elias N, Hertl M, et al. Living donor kidney transplantation with multiple arteries: recent increase in modern

- era of laparoscopic donor nephrectomy. *Arch Surg*. 2009;144(5):472-5. doi: 10.1001/archsurg.2009.49.
- 17) Lafranca JA, van Bruggen M, Kimenai HJ, Tran TC, Terkivatan T, Betjes MG, *et al*. Vascular Multiplicity Should Not Be a Contra-Indication for Live Kidney Donation and Transplantation. *PLoS One*. 2016;11(4):e0153460. doi: 10.1371/journal.pone.0153460.
 - 18) Abbaszadeh S, Nourbala M, Alghasi M, Sharaf M, Einollahi B. Does renal artery multiplicity have impact on patient and allograft survival rates? *Int J Nephrol Urol*. 2009;1(1):45-50.
 - 19) Kok NF, Dols LF, Hunink MG, Alwayn IP, Tran KT, Weimar W, *et al*. Complex vascular anatomy in live kidney donation: imaging and consequences for clinical outcome. *Transplantation*. 2008;85(12):1760-5. doi: 10.1097/TP.0b013e318172802d.
 - 20) García-López R, Gracida-Juárez C, Cedillo U, Cancino-López J, Espinoza R. Variaciones vasculares en el injerto renal y sus resultados en el trasplante renal. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc*. 2010;48(2):193-8.
 - 21) Hwang JK, Kim SD, Park SC, Choi BS, Kim JI, Yang CW, *et al*. The long-term outcomes of transplantation of kidneys with multiple renal arteries. *Transplant Proc*. 2010;42(10):4053-7. doi: 10.1016/j.transproceed.2010.09.075.
 - 22) Paragi PR, Klaassen Z, Fletcher HS, Tichauer M, Chamberlain RS, Wellen JR, *et al*. Vascular constraints in laparoscopic renal allograft: comparative analysis of multiple and single renal arteries in 976 laparoscopic donor nephrectomies. *World J Surg*. 2011;35(9):2159-66. doi: 10.1007/s00268-011-1168-6.
 - 23) Kamali K, Abbasi MA, Ani A, Zargar MA, Shahrokh H. Renal transplantation in allografts with multiple versus single renal arteries. *Saudi J Kidney Dis Transpl*. 2012;23(2):246-50.
 - 24) Ghazanfar A, Tavakoli A, Zaki MR, Pararajasingam R, Campbell T, Parrott NR, *et al*. The outcomes of living donor renal transplants with multiple renal arteries: a large cohort study with a mean follow-up period of 10 years. *Transplant Proc*. 2010;42(5):1654-8. doi: 10.1016/j.transproceed.2009.12.067.
 - 25) 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):1116-21. doi: 10.1016/j.urology.2010.07.503.
 - 26) Chedid MF, Muthu C, Nyberg SL, Lesnick TG, Kremers WK, Prieto M, *et al*. Living donor kidney transplantation using laparoscopically procured multiple renal artery kidneys and right kidneys. *J Am Coll Surg*. 2013;217(1):144-52. doi: 10.1016/j.jamcollsurg.2013.04.010.
 - 27) Paramesh A, Zhang R, Florman S, Yau CL, McGee J, Al-Abbas H, *et al*. Laparoscopic procurement of single versus multiple artery kidney allografts: is long-term graft survival affected? *Transplantation*. 2009;88(10):1203-7. doi: 10.1097/TP.0b013e3181ba343a.
 - 28) Omoto K, Nozaki T, Inui M, Hirai T, Sawada Y, Shimizu T, *et al*. Retroperitoneoscopic donor nephrectomy with multiple renal arteries does not affect graft survival and ureteral complications. *Transplantation*. 2014;98(11):1175-81. doi: 10.1097/TP.0000000000000326.
 - 29) Keller JE, Dolce CJ, Griffin D, Heniford BT, Kercher KW. Maximizing the donor pool: use of right kidneys and kidneys with multiple arteries for live donor transplantation. *Surg Endosc*. 2009;23(10):2327-31. doi: 10.1007/s00464-009-0330-9.
 - 30) Reyna-Sepúlveda F, Ponce-Escobedo A, Guevara-Charles A, Escobedo-Villarreal M, Pérez-Rodríguez E, Muñoz-Maldonado G, *et al*. Outcomes and surgical complications in kidney transplantation. *Int J Organ Transplant Med*. 2017;8(2):78-84.
 - 31) Id D, Kaltenbach B, Bertog SC, Hornung M, Hofmann I, Vaskelyte L, *et al*. Does the presence of accessory renal arteries affect the efficacy of renal denervation? *JACC Cardiovasc Interv*. 2013;6(10):1085-91. doi: 10.1016/j.jcin.2013.06.007.
 - 32) Ashraf HS, Hussain I, Siddiqui AA, Ibrahim MN, Khan MU. The outcome of living related kidney transplantation with multiple renal arteries. *Saudi J Kidney Dis Transpl*. 2013;24(3):615-9. doi: 10.4103/1319-2442.111087.
 - 33) Yamanaga S, Rosario A, Fernandez D, Kobayashi T, Tavakol M, Stock PG, *et al*. Inferior long-term graft survival after end-to-side reconstruction for two renal arteries in living donor renal transplantation. *PLoS One*. 2018; 13(7):e0199629. doi: 10.1371/journal.pone.0199629.
 - 34) Laouad I, Bretagnol A, Fabre E, Halimi JM, Al-Najjar A, Boutin JM, *et al*. Kidney transplant with multiple renal artery grafts from deceased donors: are long-term graft and patient survival compromised? *Prog Transplant*. 2012;22(1):102-9. doi: 10.7182/pit2012992.
 - 35) Kapoor A, Lambe S, Kling AL, Piercey KR, Whelan PJ. Outcomes of laparoscopic donor nephrectomy in the presence of multiple renal arteries. *Urol Ann*. 2011;3(2):62-5. doi: 10.4103/0974-7796.82169.

- 36) Kuo T, Yip SK, Ng CF, Ng LG, Cheng CW. Outcome of laparoscopic live donor nephrectomy and impact of double renal arteries: results from two transplant centres. *Asian J Surg.* 2010;33(2):70-5. doi: 10.1016/S1015-9584(10)60012-7.
- 37) Cho HJ, Lee JY, Kim JC, Kim SW, Hwang TK, Hong SH. How safe and effective is routine left hand-assisted laparoscopic donor nephrectomy with multiple renal arteries? A high-volume, single-center experience. *Transplant Proc.* 2012;44(10):2913-7. doi: 10.1016/j.transproceed.2012.04.038.
- 38) Singh PB, Goyal NK, Kumar A, Dwivedi US, Trivedi S, Singh DK, et al. Renal transplantation using live donors with vascular anomalies: a salvageable surgical challenge. *Saudi J Kidney Dis Transpl.* 2008;19(4):554-8.
- 39) Bozkurt B, Koçak H, Dumlu EG, Mesci A, Bahadir V, Tokaç M, et al. Favorable outcome of renal grafts with multiple arteries: a series of 198 patients. *Transplant Proc.* 2013;45(3):901-3. doi: 10.1016/j.transproceed.2013.02.096.
- 40) Vaccarisi S, Bonaiuto E, Spadafora N, Garrini A, Crocco V, Cannistrà M, et al. Complications and graft survival in kidney transplants with vascular variants: our experience and literature review. *Transplant Proc.* 2013;45(7):2663-5. doi: 10.1016/j.transproceed.2013.07.007.
- 41) Genc V, Karaca AS, Orozakunov E, Cakmak A, Sevim Y, Ustuner E, et al. Multiple renal arteries challenge in laparoscopic donor nephrectomy: how far can we go? *J Korean Surg Soc.* 2011;80(4):272-7. doi: 10.4174/jkss.2011.80.4.27.