

Repercusión hemodinámica del cierre de la fístula arteriovenosa sobre el corazón derecho en trasplantados renales

Hemodynamic impact of arteriovenous fistula closure on the right heart in kidney transplant patients

Rafael Enrique Cruz Abascal^{1*} <http://orcid.org/0000-0002-6028-3255>

José Ignacio Ramírez Gómez¹ <http://orcid.org/0000-0003-3630-5722>

Yuniel González Cárdenas¹ <http://orcid.org/0000-0003-2178-4484>

Milagro Estrella Hernández Fernández¹ <http://orcid.org/0000-0002-8066-8048>

Osmany Antonio Hernández Pérez¹ <http://orcid.org/0000-0001-9976-7401>

Raunel Batista Hernández¹ <http://orcid.org/0000-0003-2726-6100>

¹Hospital Provincial Clínico-Quirúrgico Universitario “Arnaldo Milián Castro”. Villa Clara, Cuba.

*Autor para la correspondencia. rafaelca@infomed.sld.cu

RESUMEN

Introducción: Las complicaciones cardiovasculares constituyen la primera causa de morbilidad y mortalidad en el receptor de trasplante renal.

Objetivo: Caracterizar la repercusión de la fístula arteriovenosa sobre variables hemodinámicas del corazón derecho en trasplante renal.

Métodos: Estudio prospectivo, longitudinal. Se incluyeron 52 pacientes, evaluados clínica y ecocardiográficamente. Se compararon cinco variables hemodinámicas en el corazón derecho, previos y seis meses posteriores al cierre de la fístula arteriovenosa.

Resultados: La edad promedio 46,02 años, 29 masculinos (55,8 %). El diámetro de la aurícula derecha en las fístulas cerradas en la muñeca izquierda ≥ 6 años disminuyó ($p=0,044$), al igual que en el ventrículo derecho <6 años a nivel del pliegue del codo izquierdo ($p=0,004$). La presión sistólica de la arteria pulmonar descendió tras el cierre en el codo izquierdo <6 años ($p=0,002$), en las ≥ 6 ($p=0,05$) y en el derecho ($p=0,006$). La presión media de la arteria pulmonar se redujo en las cerradas en pliegue del codo izquierdo <6 años ($p=0,001$) y ≥ 6 años ($p=0,017$) al igual que en el derecho ($p=0,009$). La fracción de eyección del ventrículo derecho se incrementó al cierre en muñeca izquierda <6 años ($p=0,046$) y en el codo derecho ≥ 6 años ($p=0,027$).

Conclusiones: La permanencia de la fístula arteriovenosa en el receptor de trasplante renal contribuye a la perpetuación y progresión de la disfunción cardiovascular preexistente.

Palabras clave: trasplante renal; cierre de la fístula arteriovenosa; variables hemodinámicas.

ABSTRACT

Introduction: Cardiovascular complications are the leading cause of morbidity and mortality in kidney transplant recipients.

Objective: To describe the consequence of arteriovenous fistula on hemodynamic variables of the right heart in kidney transplantation.

Methods: We conducted a prospective, longitudinal study. Fifty two patients were included, and they were clinically and echocardiographically assessed. Five hemodynamic variables were compared in the right heart, prior to the closure of the arteriovenous fistula and six months after.

Results: The average age was 46.02 years, 29 were male (55.8%). The diameter decreased in the right atrium in closed fistulas in the left wrist ≥ 6 years ($p = 0.044$). The same occurred in the right ventricle <6 years at the level of the left elbow crease ($p = 0.004$). The systolic pressure of the pulmonary artery decreased after closure in the left elbow <6 years ($p = 0.002$), in ≥ 6 ($p = 0.05$) and in the right ($p = 0.006$). The mean pressure of the pulmonary artery was reduced in those closed in the crease of the left elbow <6 years ($p = 0.001$) and ≥ 6 years ($p = 0.017$) as well as in the right ($p = 0.009$). The right ventricular ejection fraction increased at closure in the left wrist <6 years ($p = 0.046$) and in the right elbow ≥ 6 years ($p = 0.027$).

Conclusions: The permanence of arteriovenous fistula in the kidney transplant recipient contributes to the perpetuation and progression of the pre-existing cardiovascular dysfunction.

Keywords: kidney transplantation; closure of the arteriovenous fistula; hemodynamic variables.

Recibido: 18/02/2020

Aprobado: 09/04/2020

Introducción

La terapia de suplencia con hemodiálisis periódica en el tratamiento de la enfermedad renal crónica (ERC) estadio 5 requiere, de manera indispensable para el logro de su eficacia, de un acceso vascular permanente. La fístula arteriovenosa (FAV) es la que con mayor frecuencia se emplea a nivel internacional con resultados positivos sobre la supervivencia de los pacientes en el método depurador, a pesar del riesgo de potenciales complicaciones.^(1,2,3,4)

Sin embargo, existen evidencias de que en pacientes con trasplante renal (TR) funcional, la permanencia de una FAV, los expone a complicaciones que tienen como diana el aparato cardiovascular, primera causa de muerte en individuos con ERC. La disfunción de las cavidades derechas, del sistema valvular cardíaco y la hipertensión pulmonar contribuyen de forma exquisita a potenciar el riesgo de morbimortalidad en receptores de TR, que no precisan de la FAV para enfrentar los efectos de la uremia.^(5,6,7,8,9,10,11,12)

El presente trabajo tuvo como objetivo caracterizar la repercusión de la fístula arteriovenosa sobre variables hemodinámicas del corazón derecho en trasplante renal.

Métodos

Se realizó un estudio longitudinal, descriptivo, prospectivo y observacional antes y después de una intervención, que incluyó a 52 pacientes adultos de ambos sexos con TR funcional, elegidos según criterios de inclusión, entre los años 2013 y 2017 en el Hospital Provincial Clínico Quirúrgico Universitario "Arnaldo Milián Castro" de Villa Clara, Cuba.

Los pacientes seleccionados para el estudio fueron interrogados y se registraron de acuerdo a edad, sexo, color de piel, tiempo de permanencia de la FAV en hemodiálisis y de trasplante renal. La localización de la FAV se consideró en uno u otro miembro superior y la ubicación en la muñeca o en el pliegue del codo. Mediante ecocardiograma transtorácico se estimaron las siguientes variables hemodinámicas, previas y 6 meses posteriores al cierre quirúrgico de la FAV; diámetro anteroposterior de aurícula y ventrículos derechos, presión sistólica y media de la arteria pulmonar, así como la fracción de eyección del ventrículo derecho (FEVD), excursión sistólica plana anular de la válvula tricúspide (TAPSE ≥ 50 %), por sus siglas en inglés. Las manifestaciones clínicas posterior al cierre de la fístula desaparecieron, solo cuatro pacientes refirieron palpitaciones.

Los datos de este estudio se registraron en un libro de Microsoft Excel 2010 y se procesaron posteriormente mediante el software estadístico SPSS versión 20.0. La información resultante

se presentó en tablas y gráficos en los que se muestran frecuencias absolutas, porcentajes y valores promedios. Se utilizó el Test de Wilcoxon como alternativa no paramétrica de la Prueba t de Student para dos muestras relacionadas con el objetivo de comparar las mediciones realizadas previa y posteriormente al cierre de la FAV. De acuerdo al valor de la significación (p) del estadístico de esta prueba, se clasificaron las diferencias en:

- Muy significativas: Si p es menor que 0,01.
- Significativas: Si p es mayor o igual que 0,01 y menor que 0,05.
- No significativas: Si p es mayor o igual que 0,05.

Los pacientes incluidos ofrecieron su consentimiento expreso y documental al ser reclutados para el estudio y al someterse a la cirugía. La información se conserva en estricta confidencialidad, la que es examinada por el personal encargado de la investigación.

Resultados

El grupo de edades mayormente representado fue el de 51 a 60 años; 16 (30,8 %), seguido por el de 41 a 50; 15 (28,8 %). Por otra parte se constata un franco predominio del sexo masculino de manera global 29 vs 23, que representa 55,8 % vs 44,2 % respectivamente, relación que es notable en los grupos etarios preponderantes (tabla 1).

Tabla 1 - Distribución de los pacientes según edad y sexo

Grupos etarios (años)	Sexo				Total	
	Masculino		Femenino			
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
21 a 30	5	9,7	4	7,7	9	17,3
31 a 40	2	3,8	3	5,8	5	9,7
41 a 50	11	21,1	4	7,7	15	28,8
51 a 60	9	17,3	7	13,5	16	30,8
61 y más	2	3,8	5	9,7	7	13,5
Total	29	55,8	23	44,2	52	100

En cuanto a ubicación de la FAV, fue superior en el miembro superior izquierdo hacia el pliegue del codo; 23 (44,23 %) y en la muñeca de esa misma extremidad; 20 (38,46 %) (fig.).

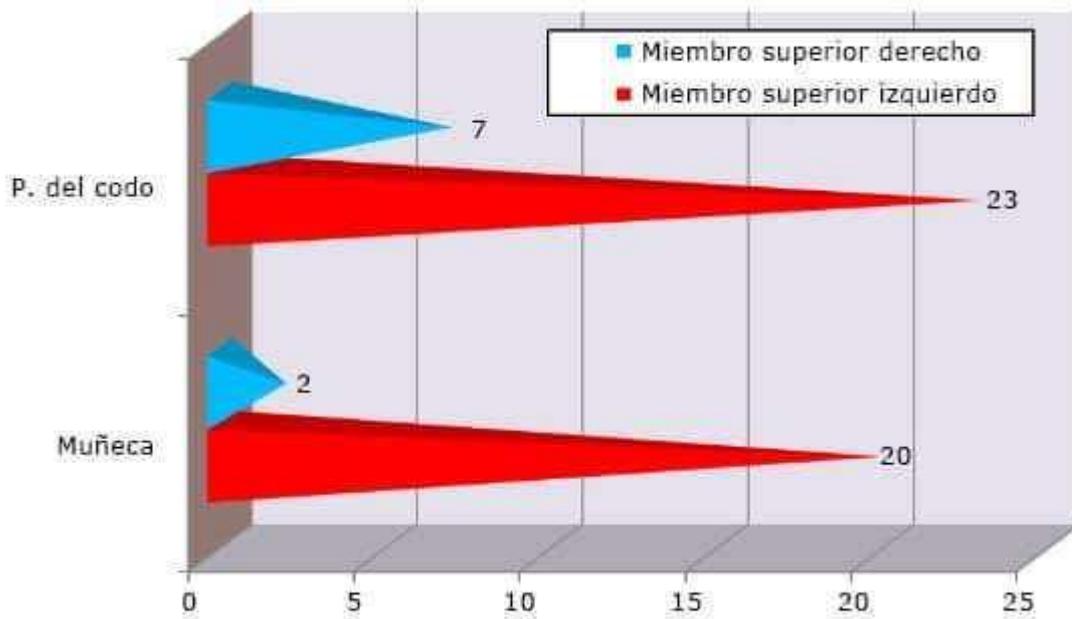


Fig. - Localización y ubicación de la FAV (n=52).

La tabla 2 hace referencia al comportamiento del diámetro anteroposterior de la aurícula derecha para las FAVs localizadas a nivel del miembro superior izquierdo y muñeca ipsilateral, con permanencia menor a 6 años, antes y 6 meses después de su cierre 4 (7,7 %), promediaban 37 y 36,3 mms respectivamente ($Z=0,447$, $p=0,655$), mientras que las que se ubicaban en el pliegue del codo 15 (28,8 %), las medias fueron de 37,1 y 36,9 mms de manera respectiva ($Z=0,142$, $p=0,887$). Para las localizadas a nivel de igual miembro superior y permanencia superior a 6 años, las ubicadas a nivel de la muñeca 16 (30,8 %), con medias previa y posterior a seis meses de 38,7 y 35,4 mms mostraban una relación estadísticamente significativa ($Z=2,011$, $p=0,044$). Las que se encontraban en el pliegue del codo 8 (15,4 %), los diámetros auriculares se redujeron de 36,4 a 33,6 mms sin mostrar relación estadísticamente significativa ($Z=1,119$, $p=0,263$). Por su parte, en el pliegue del codo derecho; 6 (11,5 %), la media de la reducción de los diámetros auriculares fue de 34,7 a 31,7 mms, sin demostrar una relación estadísticamente significativa ($Z=1,367$ $p=0,172$). Para los angioaccesos cerrados en pliegue del codo derecho, con menos y más de seis años de permanencia no se presentó casuística suficiente para análisis estadístico.

Tabla 2 - Diámetro anteroposterior de la aurícula derecha (AD) respecto a la permanencia, localización y ubicación del shunt arteriovenoso, previo y posterior a 6 meses de su cierre

Permanencia (n=52)	Localización (miembro superior)	Ubicación	Nº	%	Diámetro antero-posterior AD (mms)		Valor (p)
					Previo	Posterior	
<6 años Media: 3,3	Izquierdo	Muñeca	4	7,7	37	36,3	0,655
		P. codo	15	28,8	37,1	36,9	0,887
	Derecho	Muñeca	0	0	0	0	--
		P. codo	1	9,6	41	38	--
≥6 años Media: 8,7	Izquierdo	Muñeca	16	30,8	38,7	35,4	0,044
		P. codo	8	15,4	36,4	33,6	0,263
	Derecho	Muñeca	2	3,8	35	31,5	--
		P. codo	6	11,5	34,7	31,7	0,17
Total			52	100			

Las fistulas con influencia sobre el diámetro anteroposterior del ventrículo derecho con menos de 6 años de permanencia se muestran en la tabla 3. Las localizadas en el miembro superior izquierdo y en la muñeca; 4 (7,7 %), exhibían medias de 34,7 previas y 36,7 posterior a su cierre, sin relación estadísticamente significativa ($Z=0,535$ $p=0,593$), sin embargo, en aquellas ubicadas en el pliegue del codo del mismo miembro, las medias previas y posteriores al cierre se encontraban en los 38,6 y los 33,7 mms, con una relación estadística altamente significativa ($Z=2,875$ $p=0,004$). Los angioaccesos con permanencia mayor de 6 años, ubicadas en la muñeca izquierda, 16 (30,8 %), cuyas medias se encontraban en los 38,1 y 36,1 mms, sin precisar significación estadística ($Z=1,517$ $p=0,129$). De las 8 (15,4 %) ubicadas en el pliegue del codo de ese miembro, las medias se encontraban en 39,6 y 36,5 mms, sin demostrarse relación estadísticamente significativa ($Z=1,834$ $p=0,067$), mientras las 6 fistulas (11,5 %) ubicadas en el pliegue del codo derecho, las medias se comportaron antes y después del cierre en 34,2 y 33 mms, sin significación estadística ($Z=0,738$ $p=0,461$).

Tabla 3 - Diámetro anteroposterior del ventrículo derecho (VD) respecto a la permanencia, localización y ubicación del shunt arteriovenoso, previo y posterior a 6 meses de su cierre

Permanencia (n=52)	Localización (miembro superior)	Ubicación	Nº	%	Diámetro antero-posterior VD (mms)		Valor (p)
					Previo	Posterior	
<6 años Media: 3,3	Izquierdo	Muñeca	4	7,7	34,7	36,7	0,593
		P. codo	15	28,8	38,6	33,7	0,004
	Derecho	Muñeca	0	0	0	0	--
		P. codo	1	9,6	42	40	--
≥6 años Media: 8,7	Izquierdo	Muñeca	16	30,8	38,1	36,1	0,129
		P. codo	8	15,4	39,6	36,5	0,067
	Derecho	Muñeca	2	3,8	37	28,5	-¿?
		P. codo	6	11,5	34,2	33	0,461
Total			52	100			

Las localizadas en el miembro superior izquierdo y en la muñeca; 4 (7,7 %), las medias variaban de 45,1 a 30,2 mmHg, sin evidenciar significación estadística ($Z=1,826$ $p=0,068$). Las ubicadas en el pliegue del codo; 15 (28,8 %), comportaban medias de 33,9 contra 22,8 mmHg y demostraban alta significación estadística ($Z=1,826$ $p=0,002$). Respecto a las FAVs con permanencias mayores de 6 años, las del pliegue del codo izquierdo; 8 (15,4 %), con presiones de 35 y 28,1 mmHg revelaban significación estadística ($Z=1,960$ $p=0,05$). A nivel del pliegue del codo contralateral; 6 (11,5 %), las presiones variaban de 34,8 a 25 mmHg, con alta significación estadística ($Z=-2,761$ $p=0,006$). (tabla 4).

Tabla 4 - Comportamiento de la presión sistólica de la arteria pulmonar respecto a la permanencia, localización y ubicación del shunt arteriovenoso, previo y posterior a 6 meses de su cierre (n=52)

Permanencia	Localización (miembro superior)	Ubicación	N°	%	Presión sistólica AP (mm/Hg)		Valor (p)
					Previo	Posterior	
<6 años Media: 3,3	Izquierdo	Muñeca	4	7,7	45,1	30,2	0,068
		P. codo	15	28,8	33,9	22,8	0,002
	Derecho	Muñeca	0	0	0	0	-
		P. codo	1	9,6	35,1	19,2	-
≥6 años Media: 8,7	Izquierdo	Muñeca	16	30,8	36,4	30,0	0,005
		P. codo	8	15,4	35	28,1	0,050
	Derecho	Muñeca	2	3,8	33,3	23,8	-
		P. codo	6	11,5	34,8	25	0,006
Total			52	100			

La tabla 5 muestra el comportamiento de la presión media de la arteria pulmonar bajo la influencia de FAVs con permanencias inferiores y superiores a 6 años. Las localizadas en el miembro superior izquierdo a nivel de la muñeca; 4 (7,7 %) con medias de 32 y 19,9 mmHg, no expresaban significación estadística ($Z=1,826$ $p=0,068$). Las fístulas cerradas en el pliegue del codo izquierdo; 15 (28,8 %), con medias de 24,5 y 15,9 mmHg exhibían una relación altamente significativa ($Z=3,352$ $p=0,001$). A nivel de la muñeca izquierda y con más de seis años; 16 (30,8 %), con medias de 27,5 y 22 mmHg, sin significación estadística ($Z=-1,483$ $p=0,138$). Las localizadas en el pliegue del codo izquierdo; 8 (15,4 %) y medias de 25,6 y 19,1 mmHg, exponían diferencias significativas ($Z=2,380$ $p=0,017$). Por su parte, las del pliegue del codo derecho; 6 (11,5 %) con medias de 24,9 y 18 mmHg, acusaban alta significación estadística ($Z=-2,615$ $p=0,009$).

Tabla 5 - Comportamiento de la presión media de la arteria pulmonar (AP) respecto a la permanencia, localización y ubicación del shunt arteriovenoso, previo y posterior a 6 meses de su cierre (n=52).

Permanencia	Localización (miembro superior)	Ubicación	N°	%	Presión sistólica AP (mm/Hg)		Valor (p)
					Previo	Posterior	
<6 años Media: 3,3	Izquierdo	Muñeca	4	7,7	32	19,9	0,068
		P. codo	15	28,8	24,5	15,9	0,001
	Derecho	Muñeca	0	0	0	0	-
		P. codo	1	9,6	35,1	19,2	-
≥6 años Media: 8,7	Izquierdo	Muñeca	16	30,8	27,5	22	0,138
		P. codo	8	15,4	25,6	19,1	0,017
	Derecho	Muñeca	2	3,8	33,3	23,8	-
		P. codo	6	11,5	24,9	18	0,009
Total			52	100			

En la tabla 6 se expone la influencia de la permanencia de las FAVs en diferentes localizaciones y ubicaciones sobre la fracción de eyección del ventrículo derecho (TAPSE \geq 50 %). Se encontró incremento de la fracción de eyección en la casuística estudiada con relación estadísticamente significativa solo para las FAVs cerradas a nivel del pliegue del codo izquierdo y menos de seis años, 15; ($Z=-1,992$ $p=0,046$), al igual que en el derecho y mayor de seis años de permanencia ($Z=-2,207$ $p=0,027$). No se encontró correlación lineal significativa al aplicar el estadístico de Pearson entre el incremento de la fracción de eyección del ventrículo derecho y el descenso de la frecuencia cardíaca en la segunda evaluación ecocardiográfica ($P\alpha=0,979$).

Tabla 6 - Comportamiento de la fracción de eyección del ventrículo derecho (VD) respecto a la permanencia, localización y ubicación del shunt arteriovenoso, previo y posterior a 6 meses de su cierre (n=52)

Permanencia	Localización (miembro superior)	Ubicación	N°	%	Fracción de eyección VD (mms)		Valor (p)
					Previo	Posterior	
<6 años Media: 3,3	Izquierdo	Muñeca	4	7,7	26,7	28	0,102
		P. codo	15	28,8	24,2	25,6	0,046
	Derecho	Muñeca	0	0	0	0	--
		P. codo	1	9,6	18	21	--
≥6 años Media: 8,7	Izquierdo	Muñeca	16	30,8	22,6	23,3	0,406
		P. codo	8	15,4	23,9	24,6	0,096
	Derecho	Muñeca	2	3,8	25	24,5	--
		P. codo	6	11,5	23,6	26,5	0,027
Total			52	100			

Discusión

Al analizar la edad y el sexo de los pacientes admitidos en nuestro estudio, se observó un predominio del grupo comprendido entre los 51 y 60 años y hombres. Estos resultados concuerdan con los reportes de *Yigla* en Israel⁽⁵⁾ en su estudio sobre hipertensión pulmonar en pacientes en hemodiálisis, cuya edad promedio fue de 61,6 años y una relación hombre-mujer de 1,59:1. *Dundon* y otros⁽¹⁰⁾ informaban media de edades de 59 años y preponderancia del sexo masculino y *Wu*⁽¹³⁾ y otros en un meta análisis, que incluía 9 series con un rango promedio de edades entre 32 y 71,4 años y varones mayoritariamente. Otros autores, demostraban edades y sexo de igual manera que nosotros.^(14,15)

Las manifestaciones clínicas presentadas por los pacientes expuestos, a nuestro juicio, obedecen al efecto del flujo circulatorio y la turbulencia del flujo sanguíneo sobre la pared vascular transmitida a los nervios periféricos y a la influencia directa sobre las cavidades del corazón con la consecuente aceleración del ritmo cardíaco y la aparición de extrasístoles. Por otra parte, mecanismos hemorreológicos implicados formarían parte de un proceso multifactorial complejo con participación del sistema nervioso autónomo y la liberación de mediadores que contribuirían en conjunto a expresiones clínicas diversas con repercusión sobre el gasto cardíaco y otras funciones.^(3,4)

La repercusión de las fístulas sobre el agrandamiento de las cavidades derechas está bien refrendada en lo reportado por *Ragupathi*,⁽²⁾ *Yigla*,⁽⁵⁾ *Dundon*⁽¹⁰⁾ y *Reddy*,⁽¹¹⁾ los evidencian el incremento en los diámetros en relación con la permanencia de la FAV y su regresión una vez cerrada. En nuestro estudio se constató regresión del diámetro anteroposterior de la aurícula derecha en todas las localizaciones y ubicaciones de las fístulas para las permanencias, menor y mayor de seis años. Solo no mostró regresión el diámetro del VD en los shunts cerrados a nivel de la muñeca izquierda y permanencias menores de seis años. Lo anterior se explica como resultado del efecto del flujo y presiones que ejercen las fístulas sobre las paredes de las cavidades cardíacas, lo cual se acentúa en las ubicaciones más proximales, o sea a nivel de los pliegues del codo de ambas extremidades, que exhiben una mayor cercanía al corazón, donde parece influir además, las bajas resistencias en el sistema de retorno del componente venoso de la FAV, sin descartar que probablemente mecanismos de otra naturaleza, más allá de las presiones y el flujo pudieran interactuar de conjunto y determinar tales cambios, que en nuestra opinión se requeriría de estudios profundos al respecto.

En relación con las presiones, sistólica y media de la arteria pulmonar, se constató disminución de las mismas en todas las localizaciones y ubicaciones de las FAVs de igual manera que en las

diferentes permanencias con relaciones estadísticas significativas y altamente significativas para los angioaccesos del miembro superior izquierdo. *Ragupathi* y otros,⁽²⁾ dan fe de este comportamiento en dos pacientes con alto flujo de sus accesos vasculares y cambio total en la sintomatología y expresión imagenológica posterior a la ligadura. Así también lo constató *Akyüz*⁽¹⁶⁾ en Turquía al observar el comportamiento ecocardiográfico de las variables estudiadas en las cavidades derechas, tanto en lo funcional como en lo estructural. Otros estudios efectuados por diferentes autores precisan lo demostrado en el presente reporte.^(5,11,17,18,19) Independientemente de los diversos factores implicados en la hiperpresión que soporta el corazón derecho tras los efectos del flujo y velocidad de la sangre a través de ellas, la tendencia a la aparición de grados variables de hipertensión pulmonar, es un aspecto a considerar como factor de riesgo añadido que contribuye a la disfunción cardiovascular en el TR.

En nuestra serie se evidencia un incremento discreto de la FEVD en las diferentes localizaciones y ubicaciones de las FAVs cerradas; sin embargo, la relación fue estadísticamente significativa a nivel del pliegue del codo derecho, con permanencia del shunt superior a 6 años, cuestión esta que pudiera corresponderse con una mayor cercanía de este a las cavidades cardíacas ipsilaterales, incluida la válvula tricúspide y por ende la influencia de altos volúmenes de sangre a través de ese circuito, según lo sostienen diferentes series.^(19,20,21,22,23,24) De igual forma, al disminuir el retorno venoso y con ello, los diámetros del VD, cabe esperar un incremento de la presión sistólica en menor o mayor proporción. Por otra parte, la modificación de las presiones pulmonares, donde pequeñas disminuciones en este parámetro, aminoran la poscarga del ventrículo derecho y por ende, mejora el vaciamiento ventricular.

En conclusión, el presente estudio demostró que la persistencia de la FAV y su repercusión sobre las variables estudiadas en el corazón derecho de pacientes con TR funcional, constituye un factor de riesgo añadido para el desarrollo y/o empeoramiento de la disfunción cardiovascular preexistente con la consecuente contribución al daño vascular global. Por tanto, consideramos pertinente diseñar estudios prospectivos, multicéntricos y controlados con la finalidad de establecer el momento oportuno para el cierre de los angioaccesos en este grupo de pacientes.

Referencias bibliográficas

1. Lee M, Roberts MA, Smith MR, Chuen J, Mount PF. Clinical outcomes after arteriovenous fistula creation in chronic kidney disease. *Blood Purif.* 2014[acceso: 06/08/2018];37(3):163-71. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24777074>
2. Ragupathi L, Johnson D, Marhefka GD. Right ventricular enlargement within months of arteriovenous fistula creation in 2 hemodialysis patients. *Tex Heart Inst J.* 2016[acceso: 06/08/2018];43(4):350-3. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27547150>
3. Stolic R. Most important chronic complications of arteriovenous fistulas for hemodialysis. *Med Princ Pract.* 2013[acceso: 06/08/2018];22(3):220-8. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23128647>
4. MacRae JM, Ahmed S, Hemmelgarn B, Sun Y, Martin BJ, Roifman I, *et al.* Role of vascular function in predicting arteriovenous fistula outcomes: an observational pilot study. *Can J Kidney Health Dis.* 2015[acceso: 07/08/2018];2:19. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25949818>
5. Yigla M, Fruchter O, Aharonson D, Yanay N, Reisner SA, Lewin M, *et al.* Pulmonary hypertension is an independent predictor of mortality in hemodialysis patients. *Kidney Int.* 2009[acceso: 07/08/2018];75(9):969-75. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19212417>

6. Mukhtar KN, Mohkumuddin S, Mahmood SN. Frequency of pulmonary hypertension in hemodialysis patients. *Pak J Med Sci.* 2014[acceso: 07/08/2018];30(6):1319-22. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25674131>
7. Unal A, Tasdemir K, Oymak S, Duran M, Kocyigit I, Oguz F. The long-term effects of arteriovenous fistula creation on the development of pulmonary hypertension in hemodialysis patients. *Hemodial Int.* 2010[acceso: 07/08/2018];14(4):398-402. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20854331>
8. Unal A, Duran M, Tasdemir K, Oymak S, Sipahioglu MH, Tokgoz B, *et al.* Does arterio-venous fistula creation affects development of pulmonary hypertension in hemodialysis patients? *Ren Fail.* 2013[acceso: 07/08/2018];35(3):344-51. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23356711>
9. Dundon BK, Torpey DK, Nelson AJ, Wong DTL, Duncan RF, Meredith IT, *et al.* Beneficial cardiovascular remodeling following arterio-venous fistula ligation post-renal transplantation: a longitudinal magnetic resonance imaging study. *Clin Transplant.* 2014[acceso: 07/08/2018];28(8):916-25. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/ctr.12402>
10. Dundon BK, Torpey K, Nelson AJ, Wong DTL, Duncan RF, Meredith IT, *et al.* The deleterious effects of arteriovenous fistula-creation on the cardiovascular system: a longitudinal magnetic resonance imaging study. *Int J Nephrol Renovascular Dis.* 2014[acceso: 07/08/2018];7:337-45. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25258554>
11. Reddy YNV, Obokata M, Dean PG, Melenovsky V, Nath KA, Borlaug BA. Long term cardiovascular changes following creation of arteriovenous fistula in patients with end stage renal disease. *Eur Heart J.* 2017[acceso: 07/08/2018];38(24):1913-23. Disponible en: <https://mayoclinic.pure.elsevier.com/en/publications/long-term-cardiovascular-changes-following-creation-of-arterioven>
12. McCullough PA, Rios A, Smith B. Dialysis fistulas and heart failure. *Eur Heart J.* 2017[acceso: 07/08/2018];38(24):1924-5. Disponible en: <https://academic.oup.com/eurheartj/article/38/24/1924/3074213>
13. Wu CC, Jiang H, Cheng J, Zhao LF, Sheng KX, Chen JH. The outcome of the proximal radial artery arteriovenous fistula. *J Vasc Surg.* 2015[acceso: 07/08/2018];61(3):802-8. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25720933>
14. Beigi AA, Sadeghi AMM, Khosravi AR, Karami M, Masoudpour H. Effects of the arteriovenous fistula on pulmonary artery pressure and cardiac output in patients with chronic renal failure. *J Vasc Access.* 2009[acceso: 07/08/2018];10(3):160-6. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19670168>
15. He J, Wang Y, Luo X, Ke J, Du Y, Li M. Risk factors for pulmonary hypertension in maintenance hemodialysis patients: a cross-sectional study. *Int Urol Nephrol.* 2015[acceso: 07/08/2018];47(11):1889-97. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26463080>
16. Akyüz A, Yıldız A, Akıl MA, Bilik MZ, İnci Ü, Kayan F, *et al.* Assessment of right ventricular systolic function in patients with chronic renal failure before and after hemodialysis by means of various echocardiographic modalities. *Turk Kardiyol Dern Ars.* 2014[acceso: 07/08/2018];42(8):717-25. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25620332>
17. Rao NN, Dundon BK, Worthley MI, Faull RJ. The impact of arteriovenous fistulae for hemodialysis on the cardiovascular system. *Semin Dial.* 2016 [acceso: 07/08/2018];29(3):214-21. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26756565>
18. Rao NN, Coates PT. Cardiovascular disease after kidney transplant. *Semin Nephrol.* 2018[acceso: 07/08/2018];38(3):291-7. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29753404>
19. Raza F, Alkhouli M, Rogers F, Vaidya A, Forfia P. Case series of 5 patients with end-stage renal disease with reversible dyspnea, heart failure, and pulmonary hypertension related to

arteriovenous dialysis access. *Pulm Circ.* 2015[acceso: 07/08/2018];5(2):398-406. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26064467>

20. López Quijano JM, Gordillo Moscoso A, Viana Rojas JA, Carrillo Calvillo J, Mandeville PB, Chevaile Ramos A. Clinical and echocardiographic factors associated with right ventricular systolic dysfunction in hemodialysis patients. *Cardiorenal Med.* 2016[acceso: 07/08/2018];6(3):230-6. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27275159>

21. McCullough PA, Roberts WC. Influence of chronic renal failure on cardiac structure. *J Am Coll Cardiol.* 2016[acceso: 14/08/2018];67(10):1183-85. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26965539>

22. Abdullamir HMS, Al-Sultani AJM, Al-Hamdany AKA. Evaluation of pulmonary artery pressure in end stage renal disease in Babylon province. *MJB.* 2016[acceso: 07/08/2018];13(2):459-67. Disponible en: <https://www.iasj.net/iasj?func=fulltext&ald=113356>

23. Hassanin N, Alkemyary A. Evaluation of pulmonary artery pressure and resistance by pulsed Doppler echocardiography in patients with end-stage renal disease on dialysis therapy. *J Saudi Heart Assoc.* 2016[acceso: 07/08/2018];28(2):101-12. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27053900>

24. Grabysa R, Wańkiewicz Z. Can echocardiography, especially tricuspid annular plane systolic excursion measurement predict pulmonary hypertension and improve prognosis in patients on long-term hemodialysis. *Med Sci Monit.* 2015[acceso: 07/08/2018];21:4015-22. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26697754>

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

Contribuciones de los autores

Rafael Enrique Cruz Abascal, José Ignacio Ramírez Gómez y Yuniel González Cárdenas: Revisión bibliográfica y material y método.

Milagro Estrella Hernández Fernández, Raunel Batista Hernández y Eduardo Gerardo Fernández Ruiz: Conformación del objetivo, de tablas y gráficos, resultados y discusión.