



**DENERVACIÓN RENAL EN PACIENTES CON ENFERMEDAD RENAL
CRÓNICA AVANZADA**

Autores:

María Fernanda Estupiñán Beltrán

Santiago Moreno Tobón

Directores:

Asesor temático: Alejandra Molano T.

Asesor metodológico: Juan Camilo Castellanos

Trabajo presentado como requisito para optar por el
título de especialistas en Nefrología

Bogotá - Colombia

2024

**DENERVACIÓN RENAL EN PACIENTES CON ENFERMEDAD RENAL
CRÓNICA AVANZADA**

Autores:

María Fernanda Estupiñán Beltrán

Santiago Moreno Tobón

Tutores:

Asesor temático: Alejandra Molano T.

Asesor metodológico: Juan Camilo Castellanos

Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud

Programa de Nefrología

Universidad del Rosario

Bogotá - Colombia

2024

Identificación del proyecto

Institución académica: Universidad del Rosario

Dependencia: Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud

Título de la investigación: Denervación renal en pacientes con enfermedad renal crónica avanzada

Instituciones participantes: Fundación cardiointantil- LaCardio

Tipo de investigación: Observacional descriptivo retrospectivo de serie de casos

Investigador principal: María Fernanda Estupiñán Beltrán, Santiago Moreno Tobón

Asesor clínico o temático: Alejandra Molano T.

Asesor metodológico: Juan Camilo Castellanos

Contenido

1. Resumen	6
2. Abstract	7
3. Introducción	8
3.1 <i>Planteamiento del problema y justificación</i>	9
4. Marco Teórico	10
5. Pregunta de investigación	13
6. Objetivos	14
6.1 <i>Objetivo general</i>	14
6.2 <i>Objetivos específicos</i>	14
7. Formulación de hipótesis	15
8. Metodología	16
8.1 <i>Tipo y diseño de estudio</i>	16
8.2 <i>Población y muestra</i>	16
8.2.1 <i>Población de referencia</i>	16
8.2.2 <i>Población objeto</i>	16
8.3 Criterios de inclusión y exclusión	16
8.3.1 <i>Criterios de inclusión</i>	16
8.3.2 <i>Criterios de exclusión</i>	17
8.4 Muestra	17
8.4.1 <i>Muestreo</i>	17
8.4.2 <i>Tamaño de la muestra</i>	17
8.5 <i>Definición y operacionalización de variables</i>	18
8.5.1 <i>Tabla de operacionalización de variables</i>	18
8.6 <i>Procesamiento de datos</i>	25
8.7 <i>Plan de análisis</i>	25
8.8 <i>Alcances y límites de la investigación</i>	26
9. Aspectos éticos	27
9.1 <i>Equipo de investigación</i>	28
9.2 <i>Categoría de la investigación</i>	28
9.3 <i>Población sujeta de investigación</i>	28
9.4 <i>Uso de datos personales</i>	29

9.5	<i>Riesgos y Beneficios</i>	29
10.	Resultados	30
11.	Discusión	38
12.	Conclusiones	40
13.	Administración del proyecto	41
13.1	<i>Presupuesto</i>	41
13.2	<i>Cronograma</i>	42
14.	Referencias bibliográficas	43

1. Resumen

La denervación de arterias renales (RAD) es una técnica de modulación nerviosa que ayuda a controlar la hipertensión arterial sistémica resistente mediante la inhibición de la estimulación de los nervios simpáticos, se basa en dispositivos endovasculares que interrumpen la comunicación entre los riñones y el cerebro, reduciendo la actividad simpática. En enfermedad renal crónica, la hipertensión arterial es una comorbilidad frecuente, la activación persistente del sistema nervioso simpático representa un factor esencial para la progresión de la hipertensión arterial en la enfermedad renal, sin embargo, en los estudios pivotaes de denervación renal, ha sido excluida la población con enfermedad debido a la exposición a contrastes yodados. El objetivo del presente estudio es describir el comportamiento de la tensión arterial en pacientes llevados a denervación renal en pacientes con enfermedad renal crónica avanzada e hipertensión arterial resistente en un Hospital de alta complejidad en la ciudad de Bogotá, Colombia en el periodo comprendido entre 2012 y 2022.

2. Abstract:

Renal artery denervation (RAD) is a nerve modulation technique that helps control resistant systemic arterial hypertension by inhibiting sympathetic nerve stimulation. It relies on endovascular devices that disrupt communication between the kidneys and the brain, thereby reducing sympathetic activity. In chronic kidney disease, arterial hypertension is a common comorbidity, and persistent activation of the sympathetic nervous system is an essential factor in the progression of arterial hypertension in renal disease. However, in pivotal studies of renal denervation, the population with renal disease has been excluded due to exposure to iodinated contrasts. The objective of this study is to describe blood pressure behavior in patients undergoing renal denervation with advanced chronic kidney disease and resistant arterial hypertension at a high-complexity hospital in the city of Bogotá, Colombia, during the period from 2012 to 2022.

3. Introducción

La enfermedad renal crónica (ERC) es una afección en la que los riñones pierden gradualmente su capacidad para filtrar los desechos y el exceso de líquidos de la sangre. La etiología de la ERC ha sido descrita por diversas condiciones como la diabetes, hipertensión arterial, enfermedades autoinmunes, infecciones, medicamentos o de causas genéticas (1). La hipertensión arterial es común en pacientes con ERC y en muchas ocasiones puede ser difícil de controlar, inclusive siendo tan grave que se considere refractaria a tratamiento farmacológico (2).

La hipertensión arterial resistente se define como la falta de control de la presión arterial a pesar del uso de tres o más medicamentos antihipertensivos de diferentes clases a dosis óptimas, incluyendo un diurético, para alcanzar el control de la presión arterial (2); adicionalmente se ha denominado el término de hipertensión refractaria para aquellos pacientes no controlados a pesar de usar ≥ 5 medicamentos antihipertensivos de diferentes clases, incluido un diurético tiazídico de acción prolongada y un antagonista del receptor de mineralocorticoides en dosis máximas o máximas toleradas (3). En pacientes con enfermedad renal en etapa terminal en diálisis, la prevalencia de hipertensión arterial resistente es particularmente alta (42,2%), de los cuales hasta el 91,4% de los pacientes se consideran no controlados incluso con el uso de polifarmacia y el 6,6% son considerados refractarios (4). La hipertensión arterial resistente puede tener un impacto significativo en la calidad de vida y el pronóstico de estos pacientes (5), por lo que dentro de las estrategias más novedosas para el control de la hipertensión arterial se encuentra la denervación renal.

El procedimiento de denervación renal implica la eliminación de los nervios que rodean las arterias renales para ayudar a reducir la presión arterial en pacientes con hipertensión resistente utilizando técnicas especiales como la ablación por radiofrecuencia, ultrasonido o inyección de neurotoxinas (6). El objetivo del presente estudio es describir el comportamiento de la tensión arterial en pacientes con

enfermedad renal crónica sometidos a denervación renal uni o bilateral en un hospital de alta complejidad.

3.1 Planteamiento del problema y justificación

La hipertensión arterial (HTA) es común en los pacientes con ERC y puede ser difícil de controlar con medicamentos. En algunos casos, la hipertensión puede ser tan grave que se considera refractaria y no responde al tratamiento farmacológico (2). Los pacientes con hipertensión refractaria pueden estar en mayor riesgo de eventos cardiovasculares, incluyendo insuficiencia cardíaca y accidente cerebrovascular (7). La denervación renal (RAD) es un procedimiento que implica la eliminación de los nervios que rodean las arterias renales se realiza a través de un catéter que se inserta en la arteria femoral. Una vez que el catéter alcanza su objetivo, se utiliza un dispositivo especial para destruir los nervios que rodean las arterias renales(6).

Los pacientes con ERC en diálisis son particularmente vulnerables a la hipertensión refractaria debido a la naturaleza de su afección y los efectos secundarios de los medicamentos que toman (4). Aunque la denervación renal ha demostrado ser efectiva en pacientes con hipertensión refractaria, existe una falta de evidencia de uso en pacientes con enfermedad renal crónica en estadios avanzados, por lo que es importante conocer cuál es la efectividad de esta terapia en esta población.

4. Marco Teórico

La denervación renal es una técnica de modulación nerviosa que ayuda a controlar la hipertensión arterial sistémica resistente mediante la inhibición de la estimulación del nervio simpático. Esta técnica se basa en dispositivos endovasculares que interrumpen la comunicación entre los riñones y el cerebro, reduciendo la actividad simpática (5). Actualmente, en los Estados Unidos se han desarrollado 3 técnicas de denervación de la arteria renal que utilizan una vía de acceso percutáneo. Estos métodos incluyen ablación por radiofrecuencia, ultrasonido y neurotoxina inyectada. La ablación por radiofrecuencia usa electrodos que generan calor para dañar los nervios simpáticos renales, mientras que el ultrasonido entrega fuentes de ultrasonido para alterar la temperatura. El tercer enfoque utiliza micro agujas para inyectar una neurotoxina líquida a través de la pared de la arteria renal en el espacio perivascular. Independientemente del método, los tres buscan interrumpir los nervios simpáticos renales para alcanzar el efecto de denervación. La estimulación de los nervios simpáticos renales produce aumento en la liberación de renina, disminución de la excreción de sodio y aumento de la resistencia vascular renal (6).

Desde el advenimiento de la terapia, se ha estudiado respecto a la eficacia de esta en diferentes ensayos clínicos. Los primeros ensayos demostraron reducciones de 25 a 30 mmHg en la presión arterial sistólica (PAS) (8). El estudio controlado con placebo SIMPLICITY HTN3 mostró una reducción de 14 mmHg en la PAS en aquellos que habían sido sometidos a denervación renal y reducción de 12 mmHg en el grupo control (9). En el estudio de Kairo et al, se demostró que de la denervación renal (RDN) redujo significativamente la presión arterial sistólica (SBP) en pacientes hipertensos que tomaban al menos 3 medicamentos antihipertensivos a los 36 meses, en comparación con los pacientes del grupo control (10).

En enfermedad renal crónica, la hipertensión arterial es una comorbilidad frecuente, la activación persistente del sistema nervioso simpático representa un factor esencial para la progresión de la hipertensión arterial en la enfermedad renal, sin embargo en los estudios pivotaes de denervación renal, ha sido excluida la población con tasa de filtración glomerular menor de 45 ml/min/1.73 m² debido a la exposición a contrastes yodados (11), por lo que los estudios en esta población son escasos y se enfocan en evaluar la seguridad y eficacia de la denervación renal. Ott et al, realizaron un estudio observacional en 27 pacientes con enfermedad renal crónica estadios 3 y 4 e hipertensión arterial resistente (PA \geq 140/90 con al menos tres clases de medicamentos antihipertensivos, incluido un diurético, en este estudio se utilizó denervación renal mediante ablación por radiofrecuencia. Se evaluó la función renal 3 años antes y 1 año después de la denervación; un año después la tensión arterial se redujo en PAS 20 ± 20 y PAD 8 ± 14 mmHg, así mismo se evaluó la seguridad de la terapia mediante el seguimiento de la TFG la cual mejoró en $1,5 \pm 10$ ml/min por 1,73 m² a los 12 meses (12,13,14).

Con una muestra más grande de pacientes, en el 2016, Kiuchi et al, realizaron un estudio longitudinal prospectivo de 108 pacientes hipertensos con enfermedad renal crónica, divididos en 60 con hipertensión arterial controlada y 48 con hipertensión arterial no controlada. Se realizó seguimiento a los 6 meses del procedimiento y se evidenció un aumento de la TFG de $22,6 \pm 3,8$ ml/min/1,73 m² y $38,6 \pm 5,3$ ml/min/1,73 m² en pacientes con hipertensión arterial controlada y no controlada respectivamente, concluyendo mayor eficacia en pacientes con hipertensión arterial no controlada (15).

Finalmente, dentro de las complicaciones de la denervación renal se incluye el dolor abdominal como un efecto secundario que puede ocurrir inmediatamente después del procedimiento o en los días posteriores. Las infecciones, aunque son poco comunes, pero potencialmente graves, que pueden ocurrir en el sitio de la incisión o en el sistema urinario. El daño de estructuras vasculares durante el procedimiento,

lo que puede provocar hemorragias o problemas de flujo sanguíneo. Lesión renal que posteriormente afecte la función renal y aumente el riesgo de progresión de enfermedad renal crónica. Los efectos secundarios de la anestesia como reacciones alérgicas o toxicidad de algún medicamento empleado para la anestesia, y adicionalmente en algunos casos puede provocar un aumento de la presión arterial que incluso puede requerir ajuste de medicamentos antihipertensivos.

5. Pregunta de investigación

¿Cuál es el comportamiento de la tensión arterial posterior a la realización de denervación renal en pacientes con enfermedad renal crónica terminal e hipertensión arterial resistente en pacientes de la LaCardio en el periodo de 2012 a 2022?

6. Objetivos

6.1 Objetivo general

Describir el comportamiento de la tensión arterial en pacientes llevados a denervación renal como alternativa de manejo en pacientes con enfermedad renal crónica terminal e hipertensión arterial refractaria en un Hospital de alta complejidad en la ciudad de Bogotá, Colombia en el periodo comprendido entre 2012 y 2022.

6.2 Objetivos específicos

- Realizar la caracterización clínica y sociodemográfica de los pacientes con enfermedad renal terminal e hipertensión arterial refractaria llevados a denervación renal.
- Describir la respuesta en la disminución de presión arterial posterior a la denervación renal en pacientes con enfermedad renal crónica terminal.
- Describir las complicaciones postoperatorias inmediatas y tardías del procedimiento de denervación renal en pacientes con enfermedad renal crónica terminal.

7. Formulación de hipótesis

La hipertensión arterial refractaria, es una de las principales complicaciones que vemos en pacientes con enfermedad renal crónica terminal o en terapia de reemplazo renal y es uno de los principales motivos de consulta e ingresos hospitalarios en esta población, lo cual afecta la calidad de vida de estos pacientes, y aumenta la mortalidad.

A pesar de esto, como se ha mencionado, los estudios de denervación de arterias renales solo incluyen pacientes con tasas de filtración glomerular hasta 45 ml/min/1.73 m².

Con esta serie de caso, queremos plantear la hipótesis de que la denervación de arterias renales en pacientes con enfermedad renal crónica terminal es útil, segura y mejorara la calidad de vida de estos pacientes, permitiendo en un futuro la posibilidad de realizar un estudio analítico o de intervención para hacer de este procedimiento una opción viable en esta población.

8. Metodología

8.1 Tipo y diseño de estudio

Observacional descriptivo retrospectivo de serie de casos

8.2 Población y muestra

8.2.1 Población de referencia

Pacientes con diagnóstico de hipertensión arterial refractaria que fueron llevados a denervación renal en un hospital de cuarto nivel en la ciudad de Bogotá, Colombia

8.2.2 Población objeto

Pacientes mayores de 18 años con diagnóstico establecido de enfermedad renal crónica estadio terminal e hipertensión arterial refractaria, que sean llevados a denervación renal, en un hospital de cuarto nivel en la ciudad de Bogotá, Colombia durante el periodo comprendido entre los años 2012 y 2022.

8.3 Criterios de inclusión y exclusión

8.3.1 Criterios de inclusión:

- Pacientes hombres y mujeres mayores de 18 años.
- Pacientes con diagnóstico de enfermedad renal crónica terminal
- Pacientes con diagnóstico de hipertensión arterial refractaria definida como paciente con uso de tres o más medicamentos antihipertensivos de diferentes

clases a dosis óptimas o máximas toleradas, incluyendo un diurético.

- Pacientes sometidos a procedimiento de denervación renal uní o bilateral.

8.3.2 Criterios de exclusión:

- Pacientes con alteraciones anatómicas o hemodinámicas de las arterias renales
- Pacientes con enfermedad valvular cardíaca
- Pacientes con antecedente de cateterización venosa 6 meses previos a procedimiento de denervación renal
- Pacientes en estado de gestación

8.4 Muestra

8.4.1 Muestreo:

Para la selección de muestra se utilizó un método no aleatorio o no probabilístico, debido a que la muestra es muy restringida y se limita a una serie de casos; los pacientes incluidos en el análisis son seleccionados directamente según la definición de caso por los investigadores y no de forma aleatoria

8.4.2 Tamaño de la muestra:

Debido a que este estudio se trata de un estudio observacional descriptivo retrospectivo de serie de casos, en donde no se debe demostrar un poder estadístico, no se requiere calcular el tamaño de la muestra.

8.5 Definición y operacionalización de variables

8.5.1 Tabla 1. Operacionalización de variables

Variable	Naturaleza de la variable	Definición operativa	Categorías / dimensiones	Unidad de medida	Instrumento	Objetivo que cubre
Edad	Cuantitativa discreta de razón	Medición de tiempo para determinar edad cronológica del paciente en años desde el nacimiento al momento de la revisión de historia clínica	N/A	Años	Historia clínica	Objetivo general y específicos
Sexo	Cualitativa nominal dicotómica	Características biológicas y fisiológicas del cuerpo humano que diferencian hombre / mujer según sexo	Masculino y femenino	N/A	Historia clínica	Objetivo general y específicos
Peso	Cuantitativa continua de razón	Medida en Kilogramos de la masa corporal	N/A	Kilogramos	Historia clínica	Objetivo general y específicos
Talla	Cuantitativa continua de razón	Medida en centímetros de la altura corporal	N/A	Centímetros	Historia clínica	Objetivo general y específicos
Índice de masa corporal	Cuantitativa continua de razón	Razón matemática que asocia la masa y la talla de un individuo para evaluar estado nutricional	<18 kg/m ² 18-25 kg/m ² 25-30 kg/m ² > 30	Kilogramos / metro al cuadrado	Historia clínica	Objetivo general y específicos

			kg/m ²			
Enfermedad renal crónica (antecedente)	Cualitativa nominal dicotómica	Antecedente de enfermedad renal crónica que es confirmada por historia clínica del paciente	Si y no	N/A	Historia clínica	Objetivo general y específicos
Clasificación de enfermedad renal crónica	Cualitativa ordinal	Escala de guías KDIGO que clasifica la enfermedad renal crónica según la tasa de depuración renal por CKD-EPI.	Grado I: > o = a 90 ml/min. Grado II: 60 a 89 ml/min. Grado IIIa: 45 a 59 ml/min. Grado III B: 30 a 44 ml/min. Grado IV: 15 a 29 ml/min. Grado V: < 15 ml/min.	Medido en ml/min x 1.73 m ²	Historia clínica	Objetivo general y específicos
Hipertensión arterial (antecedente)	Cualitativa nominal dicotómica	Valores de presión arterial sistólica mayores de 140 mmHg y de presión arterial diastólica mayores de 90 mmHg	Si y no	N/A	Historia clínica	Objetivo general y específicos
Hipertensión arterial resistente (antecedente)	Cualitativa nominal dicotómica	Hipertensión arterial que persisten con valores de presión arterial sistólica mayores de 140 mmHg y de presión arterial diastólica mayores de 90 mmHg	Si y no	N/A	Historia clínica	Objetivo general y específicos

		después de 3 fármacos diferentes a dosis óptimas				
Hipertensión arterial (años de diagnóstico)	Cuantitativa discreta de razón	Medición de tiempo para determinar tiempo cronológico que el paciente ha tenido diagnóstico de hipertensión en años desde su diagnóstico al momento de la revisión de historia clínica	N/A	Años	Historia clínica	Objetivo general y específicos
Crisis hipertensiva (antecedente)	Cualitativa nominal dicotómica	Elevación aguda de la presión arterial sistólica mayor de 180 mmHg y de presión arterial diastólica mayor de 120 mmHg con o sin compromiso de órgano blanco	Si y no	N/A	Historia clínica	Objetivo general y específicos
Diabetes mellitus (antecedente)	Cualitativa nominal dicotómica	Valores de glucosa en sangre > 126 mg/dl en ayunas, valores de glucosa en sangre > 200 mg/dl aleatorio, hemoglobina glicosilada > 6.5%	Si y no	N/A	Historia clínica	Objetivo general y específicos
Terapia de reemplazo renal (antecedente)	Cualitativa nominal dicotómica	Terapias de purificación sanguínea extracorpórea que sustituye la función renal de forma parcial o completa	Si y no	N/A	Historia clínica	Objetivo general y específicos

Tipo de terapia de reemplazo renal	Cualitativa nominal dicotómica	Tipo de terapia de reemplazo renal que utiliza el paciente como técnica de purificación sanguínea	Diálisis peritoneal o hemodiálisis	N/A	Historia clínica	Objetivo general y específicos
Años en terapia de reemplazo renal	Cuantitativa discreta de razón	Medición de tiempo para determinar edad cronológica de tiempo del paciente en terapia de reemplazo renal en años desde su inicio al momento de la revisión de historia clínica	N/A	Años	Historia clínica	Objetivo general y específicos
Antihipertensivo (fármaco)	Cualitativa nominal dicotómica	Medicamento o sustancia utilizada para el manejo de la hipertensión arterial	Si y no	N/A	Historia clínica	Objetivo general y específicos
Número de antihipertensivos	Cuantitativa discreta de razón	Cantidad de medicamentos antihipertensivos diferentes que toma un mismo paciente	N/A	Números decimales	Historia clínica	Objetivo general y específicos
Diurético (medicamento)	Cualitativa nominal dicotómica	Medicamento antihipertensivo cuyo mecanismo de acción consiste en estimular la eliminación hidrosalina por parte del riñón	Si y no	N/A	Historia clínica	Objetivo general y específicos
Inhibidor de enzima convertidora de angiotensina (medicamento)	Cualitativa nominal dicotómica	Medicamento antihipertensivo cuyo mecanismo de acción consiste en inhibir la enzima que convierte angiotensina I en angiotensina II y	Si y no	N/A	Historia clínica	Objetivo general y específicos

		limitar efectos vasoconstrictores de angiotensina II				
Antagonista del receptor de angiotensina 2 (medicamento)	Cualitativa nominal dicotómica	Medicamento antihipertensivo cuyo mecanismo de acción es bloquear la unión de la angiotensina II con su receptor AT1 y limitar efectos vasoconstrictores de angiotensina II	Si y no	N/A	Historia clínica	Objetivo general y específicos
Antagonista del receptor de mineralocorticoides (medicamento)	Cualitativa nominal dicotómica	Medicamento antihipertensivo cuyo mecanismo de acción consiste en la inhibición del receptor de aldosterona limitando reabsorción de sodio	Si y no	N/A	Historia clínica	Objetivo general y específicos
Bloqueador de canales de calcio (medicamento)	Cualitativa nominal dicotómica	Medicamento antihipertensivo cuyo mecanismo de acción es inhibir canales de calcio dependientes del voltaje del músculo liso y evitar contracción.	Si y no	N/A	Historia clínica	Objetivo general y específicos
Bloqueador adrenérgico beta (medicamento)	Cualitativa nominal dicotómica	Medicamento antihipertensivo cuyo mecanismo de acción consiste en bloquear receptores adrenérgicos y generar vasodilatación	Si y no	N/A	Historia clínica	Objetivo general y específicos

Antagonistas alfa adrenérgicos (medicamento)	Cualitativa nominal dicotómica	Medicamento antihipertensivo cuyo mecanismo de acción es bloquear receptores adrenérgicos alfa 1 y generando vasodilatación	Si y no	N/A	Historia clínica	Objetivo general y específicos
Vasodilatador (medicamento)	Cualitativa nominal dicotómica	Medicamento antihipertensivo cuyo mecanismo de acción es un efecto vasodilatador directo sobre el músculo liso arterial	Si y no	N/A	Historia clínica	Objetivo general y específicos
Denervación renal	Cualitativa nominal dicotómica	Procedimiento que implica la eliminación de los nervios que rodean las arterias renales	Si y no	N/A	Historia clínica	Objetivo general y específicos
Edad (paciente) de denervación renal	Cuantitativa discreta de razón	Medición de tiempo para determinar edad cronológica del paciente en años en el momento que recibe tratamiento con denervación renal	N/A	Años	Historia clínica	Objetivo general y específicos
Fecha de denervación renal	Cuantitativa discreta de razón	Fecha cronológica de tiempo exacta que determina momento en el que el paciente recibe tratamiento con denervación renal	N/A	Fecha	Historia clínica	Objetivo general y específicos
Tipo de denervación renal	Cualitativa nominal politómica	Tipo de dispositivo endovascular utilizado como método de denervación renal	Radiofrecuencia, ultrasonido o neurotoxina	N/A	Historia clínica	Objetivo general y específicos

			inyectada			
Sistema de denervación renal por radiofrecuencia	Cualitativa nominal politómica	Tipo de catéter utilizado para realización de denervación renal por radiofrecuencia	Symplicity , Symplicity y spyral	N/A	Historia clínica	Objetivo general y específicos
Hallazgos en imágenes	Cualitativa nominal politómica	Hallazgos morfológicos en imágenes realizadas previamente o durante la realización de la denervación renal	Monorren o, riñón en herradura, estenosis de arteria renal, hipoplasia renal, malrotación renal, displasia fibromuscular.	N/A	Historia clínica	Objetivo general y específicos
Complicaciones	Cualitativa nominal politómica	Complicaciones presentadas durante o posterior a la realización de la denervación renal	Hematoma, pseudoaneurisma, ruptura vascular, disección arterial, arritmia, parada cardíaca, muerte	N/A	Historia clínica	Objetivo general y específicos

8.6 Procesamiento de datos

Se realizó un estudio descriptivo retrospectivo de serie de casos. En primer lugar, realizó la identificación de los pacientes con enfermedad renal crónica estadio 4 y 5 e hipertensión renal refractaria que hayan sido llevados a denervación renal atendidos en la LaCardio, Bogotá, Colombia. Se solicitó autorización con el fin tener acceso a la base de datos de los pacientes. Al finalizar la recolección de datos de las historias clínicas se seleccionaron las historias de los pacientes que cumplieran con los criterios de elegibilidad. Inicialmente se realizó un breve relato de cada caso y su desenlace. Posteriormente, se registró la descripción de las características clínicas de los pacientes antes del procedimiento de denervación renal y del procedimiento incluyendo información acerca de dispositivo usado, hallazgos intraoperatorios y complicaciones para así dar respuesta a los objetivos específicos planteados al inicio del estudio. La recolección de la información se llevó a cabo mediante formato de recolección de información de fuente secundaria en la revisión de la historia clínica de los participantes.

8.7 Plan de análisis

La descripción de las características sociodemográficas de la población se realizó de acuerdo con las variables establecidas en el anexo. El análisis de la teniendo en cuenta el tipo de estudio, se realizó mediante análisis univariado de cada una de las variables dependiendo de su naturaleza y su forma de distribución. Las variables cualitativas se registraron con frecuencias absolutas y relativas, para Adicionalmente se realizó un análisis de series temporales mediante la descripción del comportamiento de la presión arterial y cantidad de medicamentos necesarios las variables cuantitativas se utilizaron medidas de tendencia central y dispersión.

para el control de la presión arterial a 24 meses en los 4 pacientes analizados, de igual forma se graficó dicha información con los datos de frecuencias.

El control de las variables confusoras se realizó al inicio del estudio mediante los criterios de inclusión y exclusión.

8.8 Alcances y límites de la investigación

La presente investigación será sometida en modalidad de poster, en el próximo World Congress of Nephrology 2024, ISN, Argentina No WCN24-AB-97. Adicionalmente se presentará como artículo de investigación junto con una revisión sistemática de la literatura con el fin de exponer los resultados encontrados en la serie de casos de la Fundación Cardioinfantil.

9. Aspectos éticos

El presente trabajo respetará los principios éticos promulgados en la declaración de Helsinki de la asamblea médica mundial y la normatividad local consignada en la resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud, que habla sobre normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud en Colombia, en su artículo 11 clasifica la investigación en humanos en tres categorías: Investigación sin riesgo, investigación con riesgo mínimo e investigación con riesgo mayor que el mínimo.

Este estudio se considera sin riesgo, puesto que no se harán intervenciones directas ni indirectas sobre los pacientes, sin requerimiento de consentimiento informado y se realizará la revisión de historias clínicas acorde a los criterios de inclusión, para la recolección de las variables de interés para el estudio serán revisadas únicamente por los 2 investigadoras principales, teniendo en cuenta el derecho de Habeas Datas (Ley 1266 de 2008) garantizando el anonimato de las historias clínicas, la reserva de la información personal mediante la categorización numérica de cada paciente, inclusive después de finalizado el estudio, sin abstraer ni revelar datos confidenciales que puedan afectar la integridad del paciente.

La información de los pacientes será entregada a los investigadores principales en formato digital y serán almacenados en único equipo portátil personal. Esta información será utilizada durante un periodo de 6 meses en donde se espera finalizar la recolección de pacientes que cumplan los criterios de inclusión para posteriormente ser eliminada permanentemente del equipo.

Como investigadores principales en posición de garantes, rectificamos uso de datos recolectados y resultados obtenidos únicamente con intención de divulgación de en eventos académicos.

9.1 Equipo de investigación

María Fernanda Estupiñán Beltrán, médico internista de la Universidad de la Sabana y actualmente cursando una especialidad en Nefrología adultos en la Universidad del Rosario.

Santiago Moreno Tobón, médico internista de la Universidad el Bosque y actualmente cursando una especialidad en Nefrología adultos en la Universidad del Rosario.

El rol de estos médicos como investigadores principales es el desarrollo de este protocolo, la recolección de datos y publicación de resultados.

9.2 Categoría de la investigación

Según la resolución No 008430 de 1993 en esta investigación se hará revisión de historias clínicas sin ninguna intervención, por lo cual se considera: **investigación sin riesgo**.

9.3 Población sujeta de investigación

Pacientes mayores de 18 años con diagnóstico establecido de enfermedad renal crónica terminal e hipertensión arterial refractaria, que sean llevados a denervación renal, en un hospital de cuarto nivel en la ciudad de Bogotá, Colombia durante el periodo comprendido entre los años 2012 y 2022.

9.4 Uso de datos personales

Se garantizará la confidencialidad de la información y el anonimato de las personas participantes, con intención de divulgación de resultados de este trabajo de investigación en eventos académicos mas no se contempla la divulgación de los resultados a los

participantes. La información revisada y los datos recogidos se van a salvaguardar bajo los lineamientos del comité de ética del centro donde se hará la recolección.

9.5 Riesgos y Beneficios

Al no realizarse ninguna intervención en este estudio y solo contemplar la revisión de historias clínicas, no existen riesgos en la realización de este estudio. En cuanto a beneficios, no hay un beneficio directo para el paciente incluido en este estudio, ya que su participación es indirecta a través de la revisión de historias clínicas. El beneficio del estudio se basa en adquisición de conocimiento médico y divulgación de resultados para enriquecer la literatura médica sobre una paciente con bajo registro en nuestro medio.

10. Resultados

Se realizó un análisis retrospectivo de la base de datos de denervación de arteria renal de la Fundación Cardioinfantil- LaCardio, durante los años comprendidos entre el de 2012 a 2022. Se seleccionaron pacientes con enfermedad renal crónica estadio 5, en diálisis o predialisis (terminal) y se analizó la tendencia de la presión arterial y el ingreso a urgencias o UCI por crisis hipertensiva antes y después del procedimiento. Entre 2012 y 2014, el procedimiento de denervación de arterial renal se realizó mediante el dispositivo Symplicity® (Medtronic, Minneapolis, EE. UU.). Uno de los pacientes en este rango de tiempo se encontraba en hemodiálisis (HD) y recibió dicho procedimiento. Del 2019 al 2022, 9 pacientes fueron considerados para denervación de arteria renal, cinco pacientes tenían enfermedad renal crónica estadio 5: uno estaba en predialisis (en espera de trasplante de riñón), dos en diálisis peritoneal (DP) y dos en HD. Dos pacientes en diálisis (1 HD y 1 PD) tenían estenosis grave de la arteria renal bilateral y no se sometieron al procedimiento. Los otros tres pacientes con enfermedad renal crónica terminal recibieron RD con un dispositivo en espiral simple. En la **tabla 1**. Se muestran las características clínicas de los 4 pacientes. Se observó que todos los pacientes fueron menores de 60 años al momento de la realización de la denervación renal; el tiempo desde el diagnóstico de hipertensión arterial variable, y el tiempo promedio de requerimiento de diálisis fue de 3,3 años para aquellos que se encontraban en terapia de sustitución renal.

Respecto al número de antihipertensivos, los 4 pacientes tenían más de 6 medicamentos con lo cual cumplían con los criterios de hipertensión arterial refractaria. El promedio de presión arterial media (PAM) antes del procedimiento fue de 125,5 mmHg y se analizó un promedio de 4,75 hospitalizaciones anuales por crisis hipertensivas antes de la denervación de arteria renal. Los 4 pacientes contaban con ecografía renal antes del procedimiento en donde 2 de ellos tenían

riñones hipoplásicos. Ninguno de los pacientes tuvo complicaciones postoperatorias inmediatas al procedimiento.

Tabla 1. Características clínicas de los pacientes – pre-RAD						
	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Media (DE)	IC 95%
Género	F	F	M	F	N/A	N/A
Año de RAD	2012	2019	2021	2022	N/A	N/A
Edad	21	23	52	58	38,5 (19,22)	22,18-54,81
Años desde el diagnóstico de hipertensión arterial	8	3	18	3	8 (7,07)	2,0 -14
Diabetes	Tipo 1	no	no	Tipo 2	N/A	N/A
Años en diálisis	1,7	3,9	N/A: pre-diálisis	2,6	2,7 (1,10)	1,71 - 3,75
# de medicamentos antihipertensivos	6	6	6	7	6,25 (0,5)	5,82 - 6,67
IMC (Kg/m ²)	17,5	19,71	20,91	22,96	20,2 (2,28)	18,33-22,2
Promedio PAM (mmHg)*	112	130	124	135	125,2 (9,9)	116,8 - 133,6
Ingresos anuales por crisis hipertensivas	5	6	3	5	5 (1,25)	3,9 - 6,06
PROCEDIMIENTO						
Hallazgos en ecografía renal	Hipoplasia	None	None	Hipoplasia	N/A	N/A
Equipo de RAD	Symplicity	Symplicity Spyrál	Symplicity Spyrál	Symplicity Spyrál	N/A	N/A
Hallazgos en arteriografía	unilateral RAD: Diámetro insuficiente de arteria renal	normal	normal	unilateral RAD: Diámetro insuficiente de arteria renal	N/A	N/A
Complicaciones	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	N/A	N/A

*Promedio de tensión arterial media previo a la realización de denervación de arteria renal

CASO 1

Mujer de 21 años, con antecedente de hipertensión arterial desde los 15 años de edad, enfermedad renal crónica estadio 5 en hemodiálisis, secundario a nefropatía lúpica con inicio de diálisis en 2011, con adecuada adherencia a la misma. Adicionalmente antecedente de miocardiopatía infiltrativa diagnosticada por RNM cardíaca, glomerulopatía membranoproliferativa diagnosticada por biopsia en la adolescencia, lupus eritematoso sistémico (LES) asociado a síndrome antifosfolípidos. Anúrica desde el inicio de la diálisis. Requirió múltiples hospitalizaciones por crisis hipertensiva, manejada con minoxidil 10 mg cada 12 horas, prazosina 3 mg cada 8 horas, nifedipina 60 mg cada 12 horas, clonidina 300 mcg cada 8 horas. En sesiones de hemodiálisis TAS de inicio en promedio de 195 mm Hg, al final de diálisis 170 mmHg; IMC 16.5, sin signos de congestión al examen físico, marcado hirsutismo facial, pigmentación oscura de la piel y xerostomía.

Fue llevada a denervación de arterias renales en 2012 con electrodo monopolar Symplicity. El procedimiento se realizó de forma unilateral por imposibilidad técnica en la arteria renal izquierda por diámetro muy pequeño. Posterior al procedimiento presentó mejoría de cifras tensionales en diálisis con promedio de TAS en 138 desde el ingreso a sesión. Por eventos de hipotensión en casa se disminuyó dosis de minoxidil.

Se obtuvo al año de seguimiento reducción de 6 medicamentos a 3. Desde el 2012 hasta el 2020 solo tuvo un evento de hospitalización por crisis hipertensiva asociado a interrupción de diálisis con hipervolemia secundaria.

CASO 2

Mujer de 23 años, sin antecedentes, quien consultó a los 19 años por cefalea y astenia, con hallazgo de cifras tensionales altas (TA 162/109 mmHg), asociadas a aumento de creatinina, proteinuria y edema, por lo que se realizó biopsia renal con diagnóstico de nefropatía por C3, con rápida progresión a enfermedad renal crónica estadio 5 y necesidad de inicio de diálisis peritoneal a los 20 años de edad.

Tuvo adecuada adherencia a DP, con diuresis residual 1000 mL hasta el año segundo años después del inicio de la diálisis peritoneal. Su esquema antihipertensivo era de 5 medicamentos: minoxidil 10 mg cada 12 horas, prazosina 4 mg cada 8 horas, nifedipino 60 mg cada 8 horas, eplerenona 25 mg cada día, irbesartán 150 mg cada 12 horas, clonidina

300 mcg cada 6 horas, metoprolol 50 mg cada 8 horas y furosemida 40 mg cada 8 horas, pese a lo cual, todas las cifras tensionales en casa y en consulta estaban fuera de metas. El promedio de TAS era de 172 mm Hg y tuvo un promedio de 6 hospitalizaciones por crisis hipertensiva cada año desde su inicio de diálisis. Al examen físico con IMC 19.6, con hirsutismo facial y corporal que le producía síntomas depresivos por el deterioro de su autoimagen, adicionalmente presentaba edema maleolar a pesar de adecuada diuresis y ultrafiltración.

Como estigmas de hipertensión arterial mal controlada se encontró desde los 20 años hipertrofia ventricular izquierda y 2 años después se asoció a deterioro de fracción de eyección y dilatación severa de la aurícula izquierda, motivo por el cual fue aceptada en proceso de estudio pre-trasplante renal por hipertensión arterial no controlada con estigmas cardiovasculares progresivos.

Fue llevada a denervación de arterias renales en el año 2019, a los 23 años, con Symplicity Spyral, tras lo obtuvo control de cifras tensionales y reducción de medicación a nifedipino e irbesartán. El promedio de TAS era de 140 mm Hg. Posterior al procedimiento, fue aprobada por junta de trasplante y anestesiología y recibió injerto renal de donante vivo, logrando suspensión de tratamiento antihipertensivo. El ecocardiograma de control tras el primer año post trasplante, mostró normalización de la FEVI, a pesar de la persistencia de la hipertrofia ventricular izquierda. No tuvo necesidad de nuevas hospitalizaciones por crisis hipertensivas desde la denervación y la función de su injerto renal es adecuada, no ha tenido complicaciones.

CASO 3

Hombre de 50 años, con antecedente de hipertensión arterial sistémica desde hace 18 años, accidente cerebrovascular agudo en 2018, con secuela de hemiparesia izquierda. Desde los 42 años con enfermedad renal crónica en predialisis, no realizaron biopsia dada la cronicidad renal que presentaba al momento del diagnóstico. Durante estudio de hipertensión arterial renovascular se descartaron causas endocrinológicas y secundarias, se realizó estudio para Fabry el cual negativo y Doppler renal del 2016 que reportaba pérdida del pico sistólico y disminución de la aceleración, sugiriendo estenosis de la arteria renal derecha. Dentro de su esquema antihipertensivo se encontraba tomando carvedilol

25 mg cada 12 horas, prazosina 2 mg cada 8 horas, clonidina 150 mcg cada 8 horas, amlodipino 10 mg día furosemida 40 mg día y minoxidil 10 mg cada 12 horas, sin lograr control de cifras de tensión arterial y presentando como síntoma cefalea persistente. Al examen físico con TAS promedio de 184, TAD de 61 y con TAM de 124, y un IMC de 20,91.

En los estudios complementarios se solicitó ecocardiograma TT que documentó hipertrofia concéntrica moderada del ventrículo izquierdo y función sistólica preservada FEVI 55%. En febrero de 2020 ingresa a estudios pretrasplante en donde por hallazgos en Doppler se solicitó valoración por hemodinamia para evaluar posibilidad de intervención. En agosto de 2021 se realizó arteriografía renal para evaluar posibilidad de implante de stent renal, sin embargo, durante procedimiento no se evidenció estenosis de arterias renales, y solo se documentaron signos de nefropatía hipertensiva por ausencia de llenado capilar y cortical adecuado. Dado lo anterior y teniendo en cuenta el mal control de cifras de tensión arterial en paciente sintomático, con eventos cardiovasculares reportados y alto riesgo de requerir terapia de sustitución renal, se consideró candidato a denervación de arteria renal. En septiembre de 2021 se realizó denervación renal de arteria renal derecha, con catéter de denervación renal Tetra-polar y se realizan ablaciones múltiples en un total de 38, posteriormente se cánula selectivamente arteria renal izquierda y se realizan ablaciones múltiples en un total de 39, sin evidencia de complicaciones post ablación. Actualmente paciente con mejor control de cifras de tensión arterial TAS promedio de 135, TAD de 75, activo en lista de trasplante renal.

CASO 4

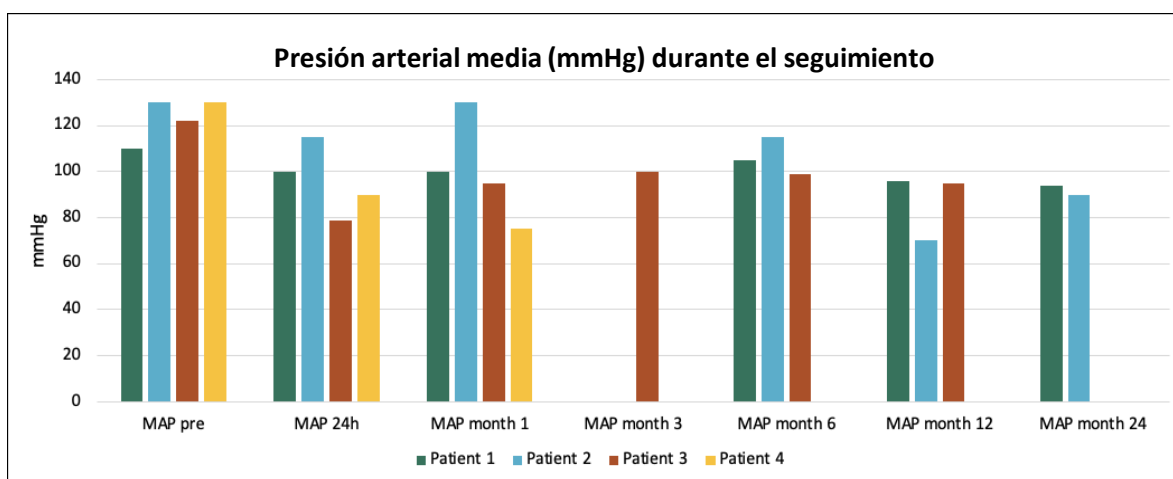
Mujer de 58 años de edad, con enfermedad renal crónica 5 en hemodiálisis desde los 55 años de edad, secundaria a nefropatía por diabetes tipo 2, cardiopatía dilatada isquémica, Hipertensión arterial de difícil control, Hipotiroidismo, Derrame pericárdico sin compromiso hemodinámico, con sesiones de hemodiálisis 3 veces por semana, 4 horas, con estabilidad clínica hasta el año 3 desde el inicio de hemodiálisis cuando inicia con cifras tensionales mal controladas en casa, en consulta y en sesiones de hemodiálisis, con cefalea, angina hipertensiva y necesidad de ingreso a urgencias por crisis hipertensivas. 3 eventos en 6 meses. Requirió incremento de número de medicamentos, con efectos secundarios dados por derrame pericárdico, hirsutismo, ortostatismo, edema maleolar. Recibía: prazosina 3 mg

cada 6 horas, amlodipino 10 mg cada 12 h, bisoprolol 10 mg/d, clonidina 300 mcg cada 8h, minoxidil 10 mg cada 12h. Se encontraba Anúrica desde el inicio de la diálisis.

Por el incremento en cifras tensionales de novo, se realizaron imágenes de abdomen y no se encontró alteración vascular o en adrenales, su función tiroidea era normal, Se realizó ecocardiograma que mostró hipertrofia ventricular izquierda y coronariografía con enfermedad coronaria mínima. Fue rechazada del proceso pre-trasplante renal por deterioro de FEVI (20% y PSAP 107mm/Hg). Se hizo bioimpedancia que mostraba euvolemia. Adecuada adherencia a diálisis, dieta y medicación sin problemas de ganancia intradialítica alta.

Por hipertensión arterial no controlada, fue llevada a denervación simpática de una sola arteria (imposibilidad de hacerlo bilateral por anatomía), con mejoría inicial de cifras tensionales que se mantuvo durante un mes en sala de diálisis, pero, nuevamente aumentaron cifras tensionales a pesar de mantener la medicación en dosis altas. Se solicitó nueva denervación por respuesta inicial favorable, pero, no se realizó por temas de autorización de aseguradora. La paciente presentó evento coronario agudo y falleció.

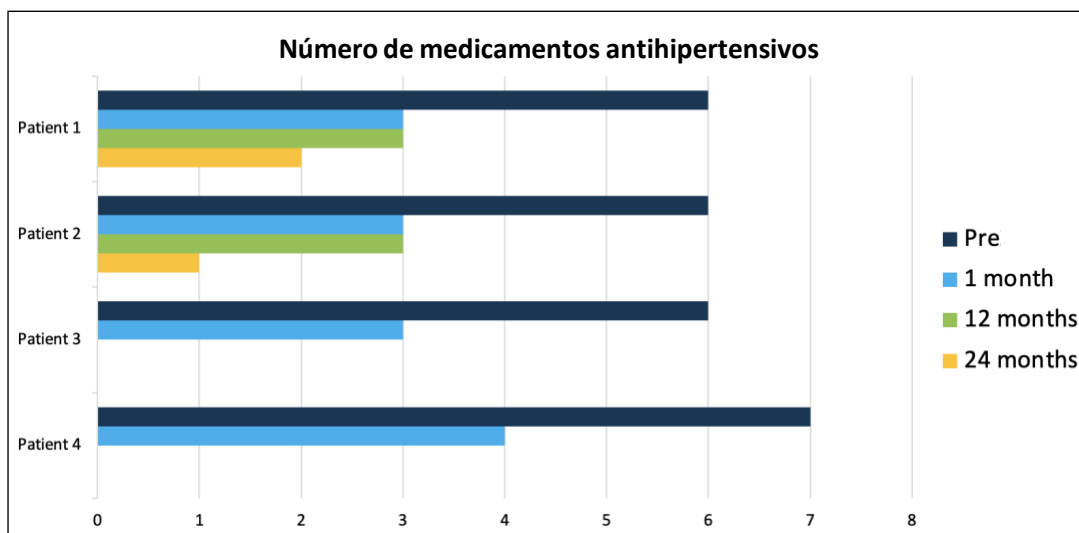
Seguimiento de la presión arterial posterior al procedimiento de RAD



Gráfica 1. Comportamiento de la presión arterial media previo a la realización de la RAD y durante el seguimiento a 24 meses

En la gráfica 1, vemos representado el control de la presión arterial media (MAP) en el tiempo. No todos los pacientes tuvieron el mismo tiempo de seguimiento, sin embargo, el seguimiento a los 4 pacientes se dio de forma periódica hasta el primer mes, en donde encontramos que el promedio de MAP previo al procedimiento fue de 122.5 mmHg (IC95% 114,3-130,6) y al primer mes de 97.5 mmHg (IC95% 76,2-118,7), lo que implica una reducción del 20.5%. En el seguimiento de los pacientes 1 y 2, el cual se llevó a cabo hasta el mes 24, se promedia una MAP previa al procedimiento de 120 mmHg (IC95% 106,1-133,8) y una MAP a 24 meses de 90 mmHg (IC95% 89-95,9), equivalente a una reducción porcentual del 15% a 24 meses.

Se encontró reducción de la PA, medida durante la hemodiálisis y en la consulta de nefrología. No hubo hospitalizaciones después de RAD en todos los pacientes. En 2 pacientes la RAD se realizó unilateralmente (diámetro insuficiente). En uno de ellos se percibió reducción de la PA sólo durante el primer mes, volviendo a ser hipertenso en HD, el paciente presentó muerte súbita, 3 meses después de la RAD al parecer en relación con un evento coronario. Un paciente recibió un trasplante de riñón, autorizado en función del control de la PA después de la RAD.



Gráfica 2. Cantidad de medicamentos requeridos para control de la presión arterial antes de RAD y durante seguimiento a 24 meses.

En la gráfica 2 vemos representado el seguimiento de la cantidad de antihipertensivos necesarios para el control de la presión arterial. Teniendo en cuenta la misma muestra, no todos los pacientes tuvieron el mismo tiempo de seguimiento. Por lo en que el seguimiento del total de la muestra se encontró un uso promedio de 6.25 medicamentos previo al procedimiento (IC95% 5,8 - 6,6) y un promedio de 3.25 medicamentos al primer mes posterior al procedimiento (IC95% 2,8 - 3,6), encontrándose una reducción del 48% en la necesidad de uso de antihipertensivos. En el seguimiento a 24 meses de los pacientes 1 y 2 se encontró un promedio de 6 medicamentos por paciente previos al procedimiento (no desviación de la media por valores idénticos) y a los 24 meses un promedio de 1.5 medicamentos (IC95% 0,8- 2,19), equivalente a 75% en reducción de consumo de antihipertensivos a 24 meses.

Respecto a la disminución en la cantidad de medicamentos se evidencia que desde el primer mes posterior a la realización de la RAD de 30 a 50% y a 24 meses uno de ellos logró mantener TAM en metas con el requerimiento de un solo medicamento antihipertensivo, el paciente del caso número 4 no se obtiene seguimiento posterior del mes 3 dado que fallece a los 3 meses de la RAD como se mencionó previamente.

11. Discusión

La denervación renal, es una técnica relativamente novedosa en el tratamiento de la hipertensión arterial resistente, se ha destacado como un enfoque prometedor para controlar la presión arterial en pacientes que no responden adecuadamente a los tratamientos farmacológicos convencionales. Esta técnica se basa en la interrupción de la señal nerviosa que viaja desde los riñones hasta el cerebro a través del sistema nervioso simpático, contribuyendo así a la regulación de la presión arterial. La intervención se lleva a cabo mediante dispositivos endovasculares que se introducen en los vasos sanguíneos hacia los riñones, donde se realiza la denervación de las arterias renales, reduciendo así la actividad nerviosa simpática y, por ende, la presión arterial (5).

En los Estados Unidos, se han desarrollado varias técnicas para llevar a cabo la denervación renal, todas las cuales comparten el objetivo común de interrumpir la actividad nerviosa simpática. Estas técnicas incluyen la ablación por radiofrecuencia, el uso de ultrasonido para alterar la temperatura y la aplicación de neurotoxinas. La ablación por radiofrecuencia implica el uso de electrodos que generan calor para dañar los nervios simpáticos renales, mientras que el ultrasonido se utiliza para modificar la temperatura y la neurotoxina se inyecta directamente en la pared de la arteria renal para bloquear la actividad nerviosa (6).

Los resultados de los primeros estudios clínicos sobre denervación renal fueron alentadores, mostrando reducciones significativas en la presión arterial sistólica, en algunos casos de hasta 25-30 mmHg (8). Sin embargo, estudios más recientes, como el SIMPLICITY HTN3, han arrojado resultados más moderados, con una reducción promedio de alrededor de 14 mmHg en la presión arterial sistólica para los pacientes sometidos a denervación renal, en comparación con los controles (9).

A pesar de estas variaciones en los resultados, estudios adicionales, como el realizado por Kario et al., han demostrado que la denervación renal puede ser efectiva, especialmente en pacientes con hipertensión resistente a múltiples medicamentos (10).

En el contexto de la enfermedad renal crónica, donde la hipertensión arterial es una comorbilidad frecuente y la activación persistente del sistema nervioso simpático puede contribuir a su progresión, la denervación renal podría representar una opción terapéutica valiosa. Sin embargo, es importante tener en cuenta que los estudios pivotaes de denervación renal han excluido a pacientes con una tasa de filtración glomerular inferior a 45 ml/min/1.73 m² debido al riesgo asociado con los contrastes yodados, lo que limita nuestra comprensión de su efectividad en esta población (15). A pesar de estas limitaciones, estudios como el realizado por Ott et al. han investigado la seguridad y eficacia de la denervación renal en pacientes con enfermedad renal crónica y han encontrado mejoras significativas en la función renal y la presión arterial (16).

En conclusión, la denervación renal emerge como una opción terapéutica prometedora para el tratamiento de la hipertensión arterial resistente, particularmente en pacientes que no responden adecuadamente a los tratamientos farmacológicos convencionales. Aunque se necesitan más estudios para comprender completamente su efectividad y seguridad, los resultados hasta ahora son prometedores, especialmente en pacientes con enfermedad renal crónica quienes podrían disminuir notablemente su polifarmacia.

12. Conclusiones

En pacientes con enfermedad renal crónica estadio 5, la denervación de arterias renales puede ser útil para mejorar el control de la presión arterial, reducir la medicación y consecuentemente sus efectos adversos, evitando la necesidad de hospitalización. Hay escasez de experiencias de denervación de arterias renales en pacientes en diálisis por lo que se necesitan más estudios en el futuro para medir los resultados a largo plazo, con cohortes más grandes de pacientes en donde se permita evaluar el efecto de la reducción de la presión arterial con la progresión de la enfermedad renal y desenlaces clínicos.

13. Administración del proyecto

13.1 Presupuesto

Presupuesto global de fuentes de financiación (en miles de pesos colombianos)		
Rubro	Fuente de financiación (contrapartida)	Total
Personal	0	0
Equipos	5.000	5.000
Salidas de campo	768	768
TOTAL	5.768	5.768

13.2 Cronograma

Actividades	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Diseño del y propuesta de investigación	■	■	■									
Revisión, corrección y presentación final del protocolo			■	■	■							
Presentación del proyecto al comité metodológico y temático del hospital de recolección de datos					■	■	■					
Solicitar autorización al comité de ética e inicio de recolección de datos							■	■	■			
Desarrollo de resultados y análisis									■	■	■	
Presentación de propuesta final de investigación											■	■

14. Referencias bibliográficas

1. KDIGO. KDIGO 2012 Clinical practice guideline for the evaluation and management of chronic kidney disease. *Kidney Int Suppl.* 2013;3(1):1-150.
2. Carey RM, Calhoun DA, Bakris GL, Brook RD, Daugherty SL, DennisonHimmelfarb CR, Egan BM, Flack JM, Gidding SS, Judd E, Lackland DT, Laffer CL, Newton-Cheh C, Smith SM, Taler SJ, Textor SC, Turan TN, White WB; American Heart Association Professional/Public Education and Publications Committee of the Council on Hypertension; Council on Cardiovascular and Stroke Nursing; Council on ClinicalCardiology; Council on Genomic and Precision Medicine; Council on Peripheral Vascular Disease; Council on Quality of Care and Outcomes Research; and Stroke Council. Resistant hypertension: detection, evaluation, and management: a scientific statement from the American Heart Association. *Hypertension* 2018; 72:e53–e90.
3. Matanes, F., Khan, M.B., Siddiqui, M. *et al.* An Update on Refractory Hypertension. *Curr Hypertens Rep* **24**, 225–234 (2022). <https://doi.org/10.1007/s11906-022-01185-6>
4. Li D, Huo Z, Liu D, Gong N, Zhang F, Kong Y, Zhang Y, Su X, Xu Q, Feng J, Luo F, Wang C, Dou X, Sun G, Zhang D, Qin X, Zhang G, Lu F, Ai J. Current apparent treatment-resistant hypertension in patients undergoing peritoneal dialysis: A multi-center cross-sectional study. *J Clin Hypertens (Greenwich)*. 2022 Apr;24(4):493-501. doi: 10.1111/jch.14455. Epub 2022 Mar 2. PMID: 35235248; PMCID: PMC8989747.
5. Mogi M. Is renal denervation a natural antihypertensive treatment?. *Hypertension Research* (2023) 46:289–290
6. Rey J, Townsend R. Renal Denervation: A Review. Townsend. *Am J Kidney (2022) Dis.* 80(4):527-535
7. Carey RM, Calhoun DA, Bakris GL, et al. Resistant hypertension: detection, evaluation, and management: a scientific statement from the American heart association. *Hypertension*. 2018; 72: e53–e90

8. Krum H, Schlaich M, Whitbourn R, et al. Catheter-based renal sympathetic denervation for resistant hypertension: a multicentre safety and proof-of-principle cohort study. *Lancet*. 2009;373(9671):1275-1281.
9. Kandzari DE, Bhatt DL, Sobotka PA, et al. Catheter-based renal denervation for resistant hypertension: rationale and design of the SYMPPLICITY HTN-3 trial. *Clin Cardiol*. 2012;35(9):528- 535. doi:10.1002/clc.22008
10. Kario K, Mahfoud F, Kandzari DE, Townsend RR, Weber MA, Schmieder RE, et al. Long-term reduction in morning and nighttime blood pressure after renal denervation: 36-month results from SPYRAL HTN-ON MED trial. *Hypertens Res*. 2022.
11. Schmieder RE. Renal denervation: where do we stand and what is the relevance to the nephrologist? *Nephrol Dial Transplant*. 2020;37(4):1-7. doi:10.1093/ndt/gfaa237 35.
12. Ott C, Mahfoud F, Schmid A, et al. Renal denervation preserves renal function in patients with chronic kidney disease and resistant hypertension. *J Hypertens*. 2015;33(6):1261-1266.
13. Tsikliras N, Georgianos PI, Vaios V, Minasidis E, Anagnostara A, Chatzidimitriou C, et al. Prevalence and control of hypertension among patients on haemodialysis. *European Journal of Clinical Investigation*. 2020;50(10).
14. Bansal N, McCulloch CE, Rahman M, et al. Blood pressure and risk of all-cause mortality in advanced chronic kidney disease and hemodialysis: the chronic renal insufficiency cohort study. *Hypertension*. 2015;65:93-100.
15. Kiuchi MG, Chen S. Improvement of renal function after renal sympathetic denervation in CKD patients with controlled vs. uncontrolled hypertension. *Int J Cardiol*. 2016;223:494-496. doi:10.1016/j.ijcard.2016.08.262