

REPOSITORIO ACADÉMICO DIGITAL INSTITUCIONAL

“VOLUMEN CORTICAL RENAL DEL DONADOR Y SU ASOCIACIÓN CON EL FILTRADO GLOMERULAR DEL PACIENTE RECEPTOR DE TRASPLANTE RENAL”

Autor: Rodríguez Bañuelos Noé

**Tesis presentada para obtener el título de:
Licenciado en Medicina**

**Nombre del asesor:
Campos González Israel David / Mariscal Ramírez Luis Alfonso / Fernández Ramos Lucía**

Este documento está disponible para su consulta en el Repositorio Académico Digital Institucional de la Universidad Vasco de Quiroga, cuyo objetivo es integrar, organizar, almacenar, preservar y difundir en formato digital la producción intelectual resultante de la actividad académica, científica e investigadora de los diferentes campus de la universidad, para beneficio de la comunidad universitaria.

Esta iniciativa está a cargo del Centro de Información y Documentación “Dr. Silvio Zavala” que lleva adelante las tareas de gestión y coordinación para la concreción de los objetivos planteados.

Esta Tesis se publica bajo licencia Creative Commons de tipo “Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada”, se permite su consulta siempre y cuando se mantenga el reconocimiento de sus autores, no se haga uso comercial de las obras derivadas.





**UNIVERSIDAD VASCO DE QUIROGA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**



HOSPITAL GENERAL

"Dr. Miguel Silva"

**Título de la Tesis: Volumen cortical renal del donador y su asociación con el
filtrado glomerular del paciente receptor de trasplante renal**

TESIS

Que, para obtener el grado de:

LICENCIADO EN MEDICINA GENERAL

PRESENTA:

MPSS. Noé Rodríguez Bañuelos

ASESORES:

Dr. Israel David Campos González

Dr. Luis Alfonso Mariscal Ramírez

MSP. Lucía Fernández Ramos

CLAVE:16PSU0181N

ACUERDO: LIC170213

MORELIA, MICHOACÁN

2025-2026

AUTORIZACIÓN DE TESIS

El siguiente comité revisor de examen designado por la Dirección de la Escuela de Medicina y la Coordinación Técnica de Investigación, aprobó la tesis para ser presentada para su defensa por el C. Noé Rodríguez Bañuelos, con matrícula de 20140150, bajo la dirección de: Dr. David Israel Campos González, Dr. Luis Alfonso Mariscal Ramírez, MSP. Lucía Fernández Ramos. Titulada: "Volumen cortical renal del donador y su asociación con el filtrado glomerular del paciente receptor de trasplante renal"

Dra. Blanca de Jesús Martínez Chagolla
PRESIDENTE

Dra. Bertha Araceli Marín Alejandre
SECRETARIA

M.C. Diana García Cerrillo
VOCAL

SECRETARIO DE SALUD MICHOACÁN

DR. ELÍAS IBARRA TORRES

SUBDIRETOR DE CALIDAD Y ENSEÑANZA

DR. EVA JENNIFER VILLAFÁN VIDALES

**JEFE DEL DEPARTAMENTO DE CAPACITACIÓN Y FORMACIÓN EN
RECURSOS HUMANOS**

LIC. JULIO VÁZQUEZ PEÑALOZA

DIRECTOR DEL HOSPITAL GENERAL DR. MIGUEL SILVA

DR. RAFAEL GERMÁN GARCÍA RAMOS

**JEFA DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN DEL HOSPITAL GENERAL “DR.
“MIGUEL SILVA**

DRA. CLAUDIA AGUSTINA RAMOS OLMOS

DIRECTOR DE TESIS

DR. DAVID ISRAEL CAMPOS

ASESOR METODOLÓGICO

MSP. LUCÍA FERNÁNDEZ RAMOS

AGRADECIMIENTOS

Al llegar al final de esta etapa, quiero agradecer a todas las personas que me acompañaron durante estos años y que hicieron posible que pudiera llegar hasta aquí. Esta tesis representa no solo el esfuerzo académico, sino también los aprendizajes, las dificultades y las experiencias que formaron parte de mi camino para cumplir uno de mis mayores sueños.

A mi familia, gracias por estar siempre, por creer en mí incluso cuando yo mismo dudaba, por sus consejos, su paciencia y por darme la fuerza para seguir adelante. Cada logro que he alcanzado lleva una parte de ustedes, porque sin su amor y apoyo este camino habría sido mucho más difícil.

A mi pareja, gracias por acompañarme durante todo este proceso, por tu paciencia en los momentos de estrés, por escucharme, comprenderme y estar a mi lado cuando más lo necesitaba. Tu compañía hizo que este camino fuera más llevadero y especial.

A mis asesores, tutores y médicos, gracias por compartir sus conocimientos, por sus enseñanzas, observaciones y por el tiempo dedicado a orientarme durante la realización de esta tesis. Sus aportaciones fueron importantes tanto para este trabajo como para mi formación como médico.

A todas las personas que estuvieron presentes durante estos años, compañeros, amigos y profesores, gracias por cada palabra de apoyo, cada enseñanza y cada momento compartido. De alguna manera, todos forman parte de este logro.

Finalmente, quiero agradecerme a mí mismo por no haber renunciado a este sueño, por seguir adelante a pesar de las dificultades y por haber dado lo mejor de mí. No fue un camino sencillo, pero cada esfuerzo valió la pena.

Terminar la carrera de Medicina y concluir esta tesis representa el cierre de una etapa muy importante de mi vida. Espero que sea también el comienzo de un camino en el que pueda seguir aprendiendo, creciendo y ejerciendo la Medicina con compromiso, empatía y humanidad.

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1. Definiciones operacionales de las variables del estudio.	38
Tabla 2 Características clínicas y antropométricas de los receptores de trasplante renal.	44
Tabla 3. Características clínicas, bioquímicas e imagenológicas de los donadores renales	45
Tabla 4. Comparación de las características clínicas, bioquímicas e imagenológicas de donadores y receptores de acuerdo con la relación volumen cortical renal/talla del donador.	46
Tabla 5. Correlación entre la relación volumen cortical renal/talla y la función del injerto renal al primer, tercer y sexto mes postrasplante.	47
Tabla 6. Evolución de la función renal del receptor durante el seguimiento postrasplante	48
Figura 1. Clasificación pronóstica de la enfermedad renal crónica basada en la tasa de filtración glomerular y albuminuria según KDIGO. Adaptado de KDIGO.	24
Figura 2. Asociación entre el volumen cortical renal ajustado por talla del donador y la tasa de filtración glomerular estimada al primer mes postrasplante.	50
Figura 3. Asociación entre el volumen cortical renal ajustado por talla del donador y la tasa de filtración glomerular estimada al tercer mes postrasplante	51

Abreviatura Significado

AJR	American Journal of Roentgenology
CKD-EPI	Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration
CJASN	Clinical Journal of the American Society of Nephrology
DE	Desviación estándar
ERC	Enfermedad renal crónica
eGFR	Tasa de filtración glomerular estimada
IMC	Índice de masa corporal
MDRD	Modification of Diet in Renal Disease
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
SCT	Superficie corporal total
TC	Tomografía computarizada
TFG	Tasa de filtración glomerular
TFGe	Tasa de filtración glomerular estimada
VCR	Volumen cortical renal
VCR/talla	Relación volumen cortical renal/talla
VRT	Volumen renal total

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	9
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN:	13
JUSTIFICACIÓN	13
Magnitud:	13
Trascendencia:	14
Vulnerabilidad:	15
Factibilidad:	15
Contribución de la investigación a la solución del problema:	17
Objetivo:	17
Objetivos específicos:	18
FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS:	18
Hipótesis de trabajo (H_1)	18
Hipótesis nula (H_0)	18
MARCO TEÓRICO	18
Enfermedad renal crónica y trasplante renal	19
Evaluación del donador renal vivo	20
Filtración glomerular y capacidad funcional renal	21
Evaluación renal mediante tomografía computarizada en el donador renal	23
Creatinina y tasa de filtración glomerular estimada	24
Anatomía renal, corteza renal y masa nefronal funcional	25
Volumen cortical renal: definición, métodos de medición y utilidad clínica	26
Factores asociados a la función del injerto renal	28
Antecedentes de investigación y evidencia científica sobre volumen renal, volumen cortical y función del injerto	30
METODOLOGÍA	33
Tipo y diseño de estudio	33
Tipo y clasificación del estudio	33
Universo o población.	33

Muestra.	33
Definición de las unidades de observación:	34
Definición del grupo control:	34
Criterios de inclusión:	34
Criterios de exclusión:	35
Criterios de eliminación:	35
ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE DATOS	35
DEFINICIONES OPERACIONALES	37
TRABAJO DE CAMPO:	42
RESULTADOS:	43
Características generales de la población estudiada	50
Comparación de las características clínicas y anatómicas según la relación volumen cortical renal/talla	50
Función renal del injerto durante el seguimiento	51
Asociación entre la relación volumen cortical renal/talla y la función del injerto	52
DISCUSIÓN	53
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	58
CONSIDERACIONES BIOÉTICAS	59
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	61
RECURSOS	62
Recursos humanos:	62
Recursos materiales:	62
Presupuesto:	63
PLAN DE DIFUSIÓN	63
BIBLIOGRAFÍA	64
ANEXOS	67
Datos generales del receptor	68
Antecedentes clínicos	68
Causa de enfermedad renal	69
Datos del donador	69
Cuantificación de volumen cortical (angiotac)	69

Riñón derecho	69
Riñón izquierdo	69
Función del injerto	70
1 mes	70
3 meses	70
6 meses	70

RESUMEN

Introducción: La función del injerto renal posterior al trasplante depende de múltiples factores relacionados tanto con el donador como con el receptor. Entre ellos, el volumen cortical renal ha sido propuesto como un marcador indirecto de la masa nefronal funcional, con posible influencia sobre la recuperación funcional temprana del injerto.

Objetivo: Evaluar la asociación entre la relación volumen cortical renal/talla del donador, determinada mediante angiotomografía pretrasplante, y la función del injerto renal en receptores de trasplante renal de donador vivo.

Materiales y métodos: Se realizó un estudio observacional, retrospectivo, analítico, longitudinal y unicéntrico mediante la revisión de expedientes clínicos y estudios de angiotomografía de pares donador–receptor sometidos a trasplante renal de donador vivo. El volumen cortical renal se determinó mediante el software OsiriX® y posteriormente se calculó la relación volumen cortical renal/talla. La función del injerto se evaluó mediante la tasa de filtración glomerular estimada (TFGe) al primer, tercer y sexto mes posteriores al trasplante. La asociación entre las variables se analizó mediante la prueba de correlación de Spearman.

Resultados: Se incluyeron catorce pares donador–receptor. Se observó una correlación positiva moderada entre la relación volumen cortical renal/talla y la TFGe al primer mes ($\rho = 0.481$; $p = 0.081$) y al tercer mes ($\rho = 0.459$; $p = 0.098$); sin embargo, dichas asociaciones no alcanzaron significancia estadística. Al sexto mes, la correlación fue prácticamente nula ($\rho = 0.046$; $p = 0.876$).

Conclusiones: La relación volumen cortical renal/talla del donador no mostró una asociación estadísticamente significativa con la función del injerto renal durante los primeros seis meses posteriores al trasplante. No obstante, se identificó una tendencia positiva durante el seguimiento temprano, lo que sugiere que este parámetro podría complementar la valoración pretrasplante del donador renal vivo.

Se requieren estudios prospectivos con mayor tamaño muestral para confirmar su utilidad clínica.

Palabras clave: trasplante renal; volumen cortical renal; masa nefronal funcional; tasa de filtración glomerular; donador vivo.

ABSTRACT

Introduction: Renal graft function after kidney transplantation depends on multiple donor- and recipient-related factors. Among these, renal cortical volume has been proposed as an indirect marker of functional nephron mass and may influence early graft functional recovery.

Objective: To evaluate the association between the donor renal cortical volume-to-height ratio, determined by pre-transplant computed tomography angiography, and renal graft function in recipients of living donor kidney transplantation.

Materials and Methods: A retrospective, observational, analytical, longitudinal, single-center study was conducted through the review of medical records and computed tomography angiography studies of living donor kidney transplant donor–recipient pairs. Renal cortical volume was measured using OsiriX® software, and the renal cortical volume-to-height ratio was subsequently calculated. Graft function was assessed using the estimated glomerular filtration rate (eGFR) at 1, 3, and 6 months after transplantation. The association between variables was analyzed using Spearman's correlation test.

Results: Fourteen donor–recipient pairs were included. A moderate positive correlation was observed between the renal cortical volume-to-height ratio and eGFR at 1 month ($\rho = 0.481$; $p = 0.081$) and 3 months ($\rho = 0.459$; $p = 0.098$); however, these associations did not reach statistical significance. At 6 months, the correlation was negligible ($\rho = 0.046$; $p = 0.876$).

Conclusions: The donor renal cortical volume-to-height ratio was not significantly associated with renal graft function during the first six months after living donor kidney transplantation. Nevertheless, a positive trend was observed during the early follow-up period, suggesting that this parameter may complement the pre-transplant evaluation of living kidney donors. Further prospective studies with larger sample sizes are needed to confirm its clinical utility.

Keywords: kidney transplantation; renal cortical volume; functional nephron mass; estimated glomerular filtration rate; living donor.

INTRODUCCIÓN

La enfermedad renal crónica (ERC) constituye actualmente uno de los principales problemas de salud pública a nivel mundial debido a su elevada prevalencia, morbimortalidad y repercusiones económicas y sociales. Se estima que aproximadamente el 10% de la población mundial presenta algún grado de ERC (1). Su incidencia continúa en aumento debido principalmente al incremento de enfermedades crónicas como la diabetes mellitus y la hipertensión arterial, consideradas las principales causas de daño renal crónico (2). En México, la ERC representa una de las principales causas de atención hospitalaria y mortalidad asociada a enfermedades crónicas, generando además un importante impacto económico para los sistemas de salud (3).

En etapas avanzadas de la enfermedad, cuando la función renal resulta insuficiente para mantener el equilibrio metabólico del organismo, es necesario iniciar terapia de reemplazo renal. Entre las modalidades terapéuticas disponibles se encuentran la hemodiálisis, la diálisis peritoneal y el trasplante renal. La hemodiálisis es un procedimiento extracorpóreo que permite eliminar toxinas y exceso de líquidos mediante un sistema de filtración sanguínea (4). Por su parte, la diálisis peritoneal utiliza la membrana peritoneal como superficie de intercambio para realizar la depuración de sustancias de desecho y mantener el equilibrio hidroelectrolítico (5). Aunque ambas modalidades han permitido aumentar la supervivencia de los pacientes con ERC terminal, continúan asociándose con complicaciones cardiovasculares, infecciosas y una disminución considerable en la calidad de vida del paciente (6).

De las diferentes terapias de reemplazo renal, el trasplante renal es considerado el tratamiento de elección para pacientes con ERC terminal debido a que ofrece mejores resultados en términos de supervivencia (7). Asimismo, se asocia con menor morbimortalidad cardiovascular y mejor calidad de vida en comparación con las terapias dialíticas (8). De igual forma, permite una mayor reintegración social y

funcional del paciente, lo que favorece la reincorporación a sus actividades cotidianas y disminuyendo la dependencia a tratamientos sustitutivos permanentes (9).

La adecuada función del injerto renal posterior al trasplante constituye uno de los principales objetivos del seguimiento clínico. Para ello, se utilizan distintos parámetros que permiten evaluar la capacidad funcional del riñón trasplantado, siendo la tasa de filtrado glomerular estimada (TFGe) uno de los indicadores más empleados en la práctica clínica (10). Una disminución del filtrado glomerular posterior al trasplante puede asociarse con mayor riesgo de disfunción del injerto y pérdida del órgano trasplantado (11).

Existen diversos factores que pueden influir sobre la función renal posterior al trasplante. Entre ellos destacan la edad del donador y del receptor, el tiempo de isquemia fría y caliente, la compatibilidad inmunológica, el manejo inmunosupresor y la presencia de rechazo agudo (12). Otro sería, las características anatómicas y funcionales del riñón donado también desempeñan un papel importante en la evolución del injerto (13).

Dentro de estas variables, la evaluación de la masa renal funcional del donador ha adquirido relevancia debido a su posible asociación con la función renal posterior al trasplante. Se ha propuesto que un mayor número de nefronas funcionales transferidas al receptor podría favorecer una mejor adaptación fisiológica y mejores resultados funcionales del injerto (14). La corteza renal representa la región anatómica con mayor concentración de glomérulos y estructuras funcionales responsables de la filtración glomerular, (15). Por lo cual, el volumen cortical renal ha sido considerado un marcador indirecto de la masa nefronal funcional, que recibe el receptor.

Actualmente, mediante estudios de imagen como la tomografía computarizada y la angiotomografía renal, es posible realizar mediciones volumétricas preoperatorias del riñón donador, lo cual nos permite estimar de manera más precisa la cantidad de tejido renal funcional disponible para el trasplante (16). Diversos estudios han

sugerido que el volumen cortical renal del donador podría relacionarse con la función renal posterior al trasplante (17). Sin embargo, otros trabajos han reportado resultados variables respecto a esta asociación (18). Por ello, aún existe controversia sobre la utilidad clínica de este parámetro como predictor funcional.

Asimismo, gran parte de la evidencia disponible proviene de estudios realizados en poblaciones extranjeras, por lo que su aplicabilidad en población latinoamericana y mexicana continúa siendo limitada (19). A pesar de los avances que se tienen en la evaluación del donador renal vivo, aún existen limitaciones para predecir de manera temprana la función renal del receptor posterior al trasplante, lo que dificulta una adecuada estratificación del riesgo individual y la optimización de los protocolos de seguimiento clínico de cada paciente.

Por lo anterior, el presente estudio tiene como finalidad analizar la asociación entre el volumen cortical renal del donador medido mediante tomografía computarizada pretrasplante y la función renal temprana del receptor evaluada mediante la tasa de filtrado glomerular estimada posterior al trasplante renal evaluándose al primer, tercer y sexto mes.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN:

¿Existe asociación entre el volumen cortical renal en el donador y el filtrado glomerular del receptor de trasplante renal en el Hospital General de Morelia 'Dr. Miguel Silva'?

JUSTIFICACIÓN

Magnitud:

La enfermedad renal crónica (ERC) constituye un problema de salud pública de alta prevalencia a nivel mundial y nacional, todo esto con un incremento sostenido en su incidencia debido al envejecimiento poblacional y al aumento de enfermedades crónicas como la diabetes mellitus y la hipertensión arterial. En México, la ERC representa una de las principales causas de demanda de terapia sustitutiva renal, esto de la mano de otras patologías como la diabetes y la hipertensión arterial, las cuales son de alta prevalencia en la población mexicana, generando una carga significativa para el sistema de salud en términos de morbilidad y costos. Esta situación ha condicionado una necesidad creciente de trasplante renal como alternativa terapéutica definitiva.

A nivel nacional, el riñón es el órgano con mayor demanda para trasplante. De acuerdo con cifras del Centro Nacional de Trasplantes, con corte a febrero del 2026, más de 18 600 pacientes se encontraban en lista de espera para recibir un órgano, de los cuales aproximadamente 16 217 requerían un trasplante renal, lo que representa la gran mayoría de las solicitudes registradas en el país. Estas cifras evidencian la magnitud del problema y la problemática existente entre la necesidad de órganos y su disponibilidad, lo que hace indispensable optimizar los criterios de selección y evaluación del donador. El trasplante renal es el tratamiento de elección para los pacientes con enfermedad renal terminal, ya que mejora la supervivencia y la calidad de vida en comparación con la diálisis. Sin embargo, a pesar de los avances en el manejo perioperatorio e inmunosupresor, un porcentaje relevante de pacientes post trasplante presenta disfunción temprana del injerto o una

recuperación subóptima del filtrado glomerular durante los primeros meses posteriores al trasplante, existen muchos factores por los cuales esto puede suceder, lo que incrementa el riesgo de hospitalización, pérdida del injerto y progresión a falla renal crónica.

La identificación de factores anatómicos asociados con la función del injerto renal es un aspecto relevante para mejorar la evaluación pretrasplante. Entre ellos, el volumen cortical renal del donador, medido mediante angiotomografía, esto constituye un indicador indirecto de la masa nefronal funcional que será transferida al receptor, con esto al poder analizar su relación con el filtrado glomerular después del trasplante permitirá generar evidencia que complemente la estratificación del riesgo y apoye la valoración del órgano donado. Esta información podría contribuir a optimizar la selección de donadores y de esta forma favorecer mejores resultados clínicos, especialmente en un contexto de alta demanda de trasplantes y disponibilidad limitada de órganos.

Trascendencia:

La caracterización estructural del riñón donado representa un aspecto clave para comprender el desempeño funcional del injerto posterior al trasplante. Enfocándonos en el volumen cortical renal, el cual constituye un parámetro anatómico de interés, ya que la corteza renal alberga la mayor proporción de nefronas funcionales responsables del proceso de filtración glomerular. Al evaluar corteza cortical renal, mayor índice predictor de función renal, la cuantificación del volumen cortical del donador mediante angiotomografía pretrasplante podría ofrecer una aproximación indirecta a la masa nefronal que será transferida al receptor.

El análisis de la relación entre el volumen cortical renal del donador y la evolución del filtrado glomerular del receptor durante el seguimiento temprano posterior al trasplante renal permitirá evaluar la influencia de las características anatómicas del órgano donado sobre la recuperación funcional del injerto. Conocer esta asociación proporcionará información útil para una valoración más integral del riñón donado, al considerar tanto sus características estructurales como su posible repercusión

funcional. Los resultados obtenidos podrán complementar y ayudar a mejorar los procesos de evaluación pretrasplante mediante la incorporación de parámetros anatómicos relacionados con la masa cortical renal. De igual forma, servirán como base para futuras investigaciones dirigidas a comprender mejor los determinantes estructurales del desempeño del injerto renal.

Vulnerabilidad:

La principal limitación del presente estudio radica en su diseño retrospectivo, ya que la información disponible depende de la calidad de los registros contenidos en los expedientes clínicos. Esta situación puede ocasionar datos incompletos o la ausencia de algunas variables de interés para el análisis. Asimismo, únicamente podrán incluirse los pacientes que cuenten con estudios de angiotomografía pretrasplante accesibles en el servidor del hospital, y que cuenten con la calidad suficiente para realizar la medición del volumen cortical renal. Finalmente, al tratarse de un estudio realizado en un solo centro hospitalario, los resultados deberán interpretarse dentro del contexto de la población estudiada y su extrapolación a otros hospitales o poblaciones deberá realizarse con cautela.

Una limitación importante del presente estudio fue el reducido tamaño de la muestra, constituida por 14 pares donador–receptor. Este tamaño muestral limita la potencia estadística para detectar asociaciones de magnitud moderada. En especial, las correlaciones observadas entre la relación volumen cortical renal/talla y la TFGe al primer y tercer mes fueron de magnitud moderada ($p = 0.481$ y $p = 0.459$), aunque no alcanzaron significancia estadística ($p = 0.081$ y $p = 0.098$).

En este contexto, la ausencia de significancia estadística no necesariamente implica la ausencia de una asociación, sino que puede estar relacionada con una potencia estadística limitada debido al reducido tamaño de la muestra. Por lo cual no puede descartarse la posibilidad de un error tipo II, es decir, que una asociación existente no haya sido detectada. Estos resultados deben interpretarse como exploratorios y requieren ser confirmados mediante estudios con mayor tamaño muestral y suficiente potencia estadística.

Factibilidad:

En el Hospital General “Dr. Miguel Silva” se cuenta con un programa activo de trasplante renal, en el que se realizan aproximadamente 32 procedimientos al año. Cada uno de estos casos dispone de un expediente clínico institucional que documenta las características clínicas del receptor, estudios de imagen del donador y el seguimiento posterior al trasplante, lo que facilita la recopilación de la información necesaria para el presente estudio. El proyecto es factible desde el punto de vista metodológico, operativo y ético, ya que se trata de un estudio observacional retrospectivo basado en la revisión de expedientes clínicos de pacientes sometidos a trasplante renal en esta institución. La información requerida se encuentra disponible en los registros clínicos y en los sistemas de imagen institucionales, lo que permite su obtención sin necesidad de intervención directa sobre los pacientes ni modificación de su manejo clínico. Asimismo, el desarrollo del estudio no implica costos adicionales significativos ni requiere infraestructura especializada o personal adicional, por lo que puede realizarse dentro del tiempo establecido para el protocolo. Durante todo el proceso se garantizará la confidencialidad de los datos y el cumplimiento de los principios éticos establecidos para la investigación en salud.

Se analizará la asociación entre el volumen cortical renal del donador en sus estudios pretrasplante mediante procesamiento de imagen renal en sus características angiotomografías y la función del injerto mediante el filtrado glomerular del receptor en el seguimiento postrasplante. El trasplante renal constituye el tratamiento de elección para pacientes con enfermedad renal crónica terminal; sin embargo, la función del injerto renal posterior al trasplante depende de múltiples factores relacionados tanto con el donador como con el receptor. Entre estos factores, las características anatómicas del riñón del donador, particularmente el volumen cortical renal, han sido propuestas como posibles predictores de la función renal postrasplante, al reflejar la masa funcional de nefronas disponibles.

La evaluación del filtrado glomerular estimado durante el primer, tercer y sexto mes posteriores al trasplante constituye una herramienta fundamental para valorar la recuperación funcional del injerto renal. Su seguimiento permite conocer la

evolución de la función renal en las etapas iniciales posteriores al trasplante e identificar oportunamente cambios que puedan sugerir alteraciones en el funcionamiento del injerto. Debido a que el filtrado glomerular estimado se obtiene a partir de la creatinina sérica, su uso forma parte de la evaluación clínica habitual de los receptores de trasplante renal.

Sin embargo, la función del injerto no depende únicamente del seguimiento bioquímico. Las características anatómicas del riñón donado también podrían influir en su desempeño funcional. En este sentido, estudiar la relación entre el volumen cortical renal del donador y el filtrado glomerular estimado del receptor permitirá explorar si la cantidad de masa cortical transferida tiene relación con la recuperación funcional del injerto. La información obtenida podría complementar los protocolos de valoración de los potenciales al y ampliar el conocimiento sobre la influencia de los factores anatómicos en la evolución temprana del trasplante renal.

Contribución de la investigación a la solución del problema:

La presente investigación busca generar evidencia sobre la relación entre el volumen cortical renal del donador, cuantificado mediante angiotomografía pretrasplante, y la evolución del filtrado glomerular del receptor durante el seguimiento posterior al trasplante renal. El análisis de esta asociación permitirá ampliar el conocimiento acerca de la influencia que las características anatómicas del órgano donado, y como pueden influir sobre la recuperación funcional del injerto durante los primeros meses posteriores al procedimiento.

De igual forma, los resultados obtenidos podrán complementar el proceso de evaluación pretrasplante mediante el análisis del volumen cortical renal como una variable anatómica asociada con el desempeño funcional del injerto. La incorporación de este parámetro proporcionará información adicional sobre las características estructurales del riñón destinado al trasplante y podrá servir como

referencia para futuras investigaciones dirigidas a comprender mejor los determinantes estructurales del desempeño del injerto renal. De esta manera, la evidencia generada contribuirá a fortalecer el conocimiento disponible sobre este tema y podrá apoyar el desarrollo de estrategias orientadas a optimizar la evaluación de los órganos donados y los resultados clínicos de los receptores de trasplante renal.

Objetivo:

Evaluar la asociación entre el volumen cortical renal del donador, determinado mediante estudios tomográficos pretrasplante, y el filtrado glomerular del receptor posterior al trasplante renal.

Objetivos específicos:

- 1- Analizar las características clínicas y bioquímicas e imagenológicas de los donadores de trasplante renal
- 2-Determinar las características clínicas y bioquímicas del receptor renal, así como la función del injerto renal a los meses 1, 3 y 6 postrasplante
- 3- Asociar la función del injerto en el seguimiento postrasplante con el volumen cortical renal al momento de la donación.

FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS:

Hipótesis de trabajo (H_1)

Existe una asociación entre el volumen cortical renal en el donador y el filtrado glomerular del receptor de trasplante renal

Hipótesis nula (H_0)

No existe una asociación entre el volumen cortical renal en el donador y el filtrado glomerular del receptor de trasplante renal.

MARCO TEÓRICO

Enfermedad renal crónica y trasplante renal

La enfermedad renal crónica (ERC) constituye un importante problema de salud pública a nivel mundial y se caracteriza por la pérdida progresiva e irreversible de la función renal. En sus etapas avanzadas puede evolucionar hacia enfermedad renal terminal, situación en la cual es necesario iniciar terapia de reemplazo renal mediante diálisis o trasplante renal. El trasplante renal se considera el tratamiento de elección para los pacientes con enfermedad renal terminal, ya que se asocia con mejores resultados en supervivencia y calidad de vida en comparación con la terapia dialítica (1).

El trasplante renal consiste en la implantación quirúrgica de un riñón sano proveniente de un donador vivo o fallecido en un paciente con insuficiencia renal avanzada. Este procedimiento permite restablecer de manera significativa la función renal, mejorar el estado clínico del paciente y disminuir las complicaciones asociadas a la diálisis (9).

Diversos estudios han demostrado que los pacientes sometidos a trasplante renal presentan menor mortalidad en comparación con aquellos que permanecen en tratamiento dialítico (7). Además, se han descrito mejores resultados clínicos y cardiovasculares en los pacientes trasplantados (8).

Figura 1. Clasificación pronóstica de la enfermedad renal crónica basada en la tasa de filtración glomerular y albuminuria según KDIGO. Adaptado de KDIGO. (1)

Pronóstico de la ERC según FGe y albuminuria: KDIGO 2012				Categorías por albuminuria, descripción e intervalo		
				A1	A2	A3
				Normal o aumento leve	Aumento moderado	Aumento grave
				< 30 mg/g < 3 mg/mmol	30-299 mg/g 3-29 mg/mmol	≥ 300 mg/g ≥ 30 mg/mmol
Categorías por FGe, descripción y rango (ml/min/1,73 m ²)	G1	Normal o alto	> 90			
	G2	Levemente disminuido	60-89			
	G3a	Descenso leve-moderado	45-59			
	G3b	Descenso moderado-grave	30-44			
	G4	Descenso grave	15-29			
	G5	Fallo renal	< 15			

Fuente: Elaboración propia

Evaluación del donador renal vivo

El éxito del trasplante renal depende de múltiples factores, entre ellos las características del donador, las condiciones clínicas del receptor y la calidad del injerto renal. Por ello, la evaluación del donador renal vivo es fundamental para garantizar su seguridad y optimizar los resultados del trasplante (9). Dentro de esta valoración, los estudios de imagen, particularmente la tomografía computarizada con angiografía, permiten evaluar la anatomía vascular y las características morfológicas del riñón del donador (16).

En este contexto, diferentes investigaciones han señalado que las mediciones renales obtenidas mediante tomografía computarizada, como el volumen renal, pueden correlacionarse con la función del injerto posterior al trasplante (17). Con estas mediciones permiten estimar la masa renal funcional disponible para el receptor y contribuir a predecir el desempeño funcional del injerto en el periodo postrasplante (18).

Filtración glomerular y capacidad funcional renal

La tasa de filtración glomerular (TFG) es el principal indicador de la función renal, ya que refleja la capacidad de los glomérulos para filtrar el plasma. Por esta razón, constituye uno de los parámetros más utilizados en la práctica clínica para evaluar el funcionamiento del riñón, así como para el diagnóstico y seguimiento de la enfermedad renal crónica (20).

En la práctica clínica, la TFG suele estimarse mediante ecuaciones basadas en la concentración sérica de creatinina, la edad y el sexo del paciente. Entre las más utilizadas se encuentran las ecuaciones MDRD y CKD-EPI, las cuales han demostrado ser herramientas confiables para estimar la función renal sin necesidad de realizar mediciones directas, que suelen ser más complejas y costosas (10).

Además de la TFG, la reserva funcional renal representa otro aspecto importante de la capacidad del riñón para responder a las demandas fisiológicas del organismo. Este concepto hace referencia a la capacidad del tejido renal para incrementar la filtración glomerular ante diferentes estímulos, reflejando el potencial adaptativo de las nefronas funcionales. Esta capacidad puede verse disminuida cuando existe daño renal o una reducción significativa de la masa nefronal y entre otros factores (4).

En el contexto de la donación y el trasplante renal, la evaluación de la TFG y de la reserva funcional renal adquiere especial relevancia. La nefrectomía en donadores vivos implica una disminución de la masa renal total y, en consecuencia, una reducción inicial de la tasa de filtración glomerular. Sin embargo, el riñón remanente desarrolla un proceso de adaptación caracterizado por hiperfiltración compensatoria, que permite recuperar parcialmente la función renal (21).

La filtración glomerular también puede incrementarse ante determinados estímulos fisiológicos, como una dieta rica en proteínas, el embarazo, los estados de alto gasto cardíaco o el aumento del flujo sanguíneo renal (20). Estas variaciones reflejan la capacidad de adaptación del riñón y ponen de manifiesto la importancia de interpretar la TFG dentro del contexto clínico de cada paciente.

En el seguimiento del paciente trasplantado, la creatinina sérica y la tasa de filtración glomerular estimada (TFGe) constituyen los parámetros más utilizados para valorar la función del injerto renal (13). Por otra parte, la creatinina sérica presenta limitaciones cuando se emplea como único marcador de función renal, ya que sus concentraciones pueden verse influenciadas por factores como la masa muscular, la edad, el sexo y el estado nutricional del paciente (10).

Diversos estudios han demostrado que la función renal durante los primeros meses posteriores al trasplante constituye un importante indicador del pronóstico del injerto. En este sentido, valores bajos de TFGe durante el seguimiento se han asociado con un mayor riesgo de deterioro progresivo de la función renal y de pérdida del injerto (11).

Evaluación renal mediante tomografía computarizada en el donador renal

La tomografía computarizada se ha convertido en una herramienta importante para la evaluación preoperatoria del donador renal vivo, siendo parte del protocolo habitual antes de los trasplantes renales. Este estudio permite analizar con detalle la anatomía renal y vascular, así como identificar variantes anatómicas relevantes para la selección del riñón a donar y la planificación quirúrgica (16).

Además de la evaluación anatómica, la tomografía computarizada permite estimar el volumen renal, parámetro que se ha estudiado como posible predictor de la función renal posterior al trasplante. Un mayor volumen renal puede asociarse con mayor masa nefronal disponible, por lo cual mejor función del injerto (17).

El desarrollo de la tomografía multidetector ha mejorado la calidad de las imágenes tomográficas y ha permitido obtener reconstrucciones tridimensionales detalladas de las estructuras renales y vasculares, ayudando a detectar anomalías antes de realizar el trasplante. Estas reconstrucciones facilitan la visualización de la anatomía del donador y contribuyen a una mejor planificación de la nefrectomía (16).

Asimismo, la angiotomografía computarizada permite identificar alteraciones estructurales que podrían dificultar el procedimiento quirúrgico, como quistes renales o anomalías ureterales. De esta manera, este estudio de imagen proporciona información relevante para anticipar posibles dificultades durante la cirugía, por lo cual se realiza siempre al iniciar un protocolo de donación (4).

Otro avance importante en la evaluación del donador renal es la incorporación de técnicas de imagen funcional, como la resonancia magnética con contraste. Estas técnicas permiten valorar aspectos funcionales del riñón, como la perfusión renal y la función tubular (22).

En años recientes, las imágenes obtenidas mediante angio-TC también han permitido el desarrollo de modelos tridimensionales para la planeación de

procedimientos renales. Estas herramientas pueden mejorar la planificación quirúrgica y aumentar la precisión durante procedimientos quirúrgicos (23).

En este contexto, la angiotomografía computarizada se ha consolidado como una herramienta de utilidad, en esta área debido a su capacidad para identificar con precisión arterias y venas renales antes de la nefrectomía. Este método permite reconocer arterias renales accesorias, variaciones venosas y otras particularidades anatómicas con implicaciones quirúrgicas (16).

Creatinina y tasa de filtración glomerular estimada

La TFG es el mejor índice general de la función renal. La creatinina sérica sola no debe usarse como único marcador de función renal debido a influencias no relacionadas con la filtración, como masa muscular, dieta y secreción tubular (1). Por ello, se recomienda el uso de ecuaciones basadas en creatinina, como CKD-EPI, para estimar la TFG (10).

La tasa de filtración glomerular no puede medirse directamente en la práctica clínica cotidiana; sin embargo, puede estimarse mediante diferentes métodos. Entre los más comunes se encuentran la creatinina sérica, el aclaramiento de creatinina y las ecuaciones basadas en creatinina sérica (2). La ecuación CKD-EPI proporciona mayor precisión en rangos de TFG normal o levemente disminuidos en comparación con MDRD (10).

En la evaluación preoperatoria del trasplante renal es importante considerar parámetros que permitan valorar de manera adecuada la función y las características del riñón donante. Entre ellos, la medición del volumen renal y la evaluación de la depuración de creatinina proporcionan información relevante sobre la capacidad funcional del injerto (11).

Anatomía renal, corteza renal y masa nefronal funcional

Los riñones son órganos cuya función principal consiste en mantener la homeostasis del organismo mediante la regulación del equilibrio hidroelectrolítico, la eliminación de productos de desecho y la producción de sustancias con actividad endocrina. La unidad funcional básica del riñón es la nefrona, estructura encargada de la formación de la orina y del mantenimiento de la función renal global (20).

La corteza renal constituye la porción externa del riñón y contiene la mayor parte de los glomérulos, túbulos contorneados proximales y túbulos contorneados distales. Por su parte, la médula renal está formada principalmente por las asas de Henle y los conductos colectores (4).

Se estima que cada riñón humano contiene entre 700,000 y 1.8 millones de nefronas, aunque existe una amplia variabilidad individual. El número total de nefronas determina en gran medida la capacidad funcional renal y la reserva fisiológica disponible en cada paciente (24).

El concepto de masa nefronal funcional hace referencia a la cantidad de tejido renal capaz de participar en los procesos de filtración glomerular. Debido a que la mayor parte de las nefronas se localiza en la corteza renal, el volumen cortical ha sido propuesto como un marcador indirecto de la masa nefronal funcional (15).

La importancia de la masa nefronal funcional tiene especial relevancia en el contexto del trasplante renal. Cuando un riñón es trasplantado, la capacidad funcional del injerto dependerá en parte del número de nefronas viables transferidas al receptor (14).

Después de la donación renal o de la reducción de masa renal funcional de los donadores, pueden activarse mecanismos adaptativos conocidos como hiperfiltración compensatoria, la cual es un fenómeno que consiste en el aumento

del flujo sanguíneo renal y de la filtración glomerular en las nefronas remanentes (21).

Por lo anterior, la evaluación de la masa nefronal funcional ha adquirido creciente interés en el ámbito del trasplante renal. La posibilidad de estimar indirectamente esta masa mediante mediciones volumétricas obtenidas por estudios de imagen permite disponer de información adicional sobre el potencial funcional del injerto antes del procedimiento quirúrgico (16).

Volumen cortical renal: definición, métodos de medición y utilidad clínica

El volumen cortical renal corresponde a la cantidad de tejido que conforma la corteza del riñón y constituye un parámetro anatómico relacionado con la masa nefronal funcional. Debido a que la mayor parte de los glomérulos se localiza en la corteza renal, este parámetro ha despertado interés como posible indicador indirecto de la capacidad funcional renal (18).

En los últimos años, el desarrollo de técnicas avanzadas de imagen ha permitido realizar mediciones volumétricas renales con mayor precisión. La tomografía computarizada multidetector permite segmentar el parénquima renal y calcular tanto el volumen renal total como el volumen cortical de forma relativamente precisa y reproducible (16).

La medición del volumen cortical generalmente se realiza mediante técnicas de segmentación semiautomática o automática sobre imágenes obtenidas durante la fase corticomedular, fase arterial de la angiotomografía. Durante esta fase, la corteza renal presenta captación del medio de contraste, lo que permite diferenciarla de la médula renal y delimitar con mayor precisión sus contornos anatómicos (25).

Diversos estudios han demostrado que las mediciones volumétricas obtenidas por tomografía presentan correlación con parámetros funcionales renales. Se ha observado que el volumen cortical renal puede asociarse con la tasa de filtración

glomerular tanto en individuos sanos como en pacientes con enfermedad renal crónica (26).

En el contexto del trasplante renal, la estimación del volumen cortical ha adquirido relevancia por su potencial utilidad para predecir la función del injerto. Una mayor masa nefronal transferida al receptor podría favorecer una mejor adaptación fisiológica del injerto y mejores desenlaces funcionales (14).

Sin embargo, los resultados reportados en la literatura siguen siendo heterogéneos. Algunos estudios han encontrado asociaciones entre volumen renal y función posterior al trasplante, mientras que otros han reportado resultados variables respecto a la utilidad de la volumetría como predictor funcional (27).

Factores asociados a la función del injerto renal

La función del injerto renal constituye uno de los principales indicadores de éxito del trasplante y se encuentra estrechamente relacionada con la supervivencia tanto del órgano como del receptor (28). A pesar de los avances en inmunosupresión y en las técnicas quirúrgicas, la pérdida progresiva de la función renal continúa siendo una causa importante de falla del injerto a largo plazo (29).

La evolución funcional del injerto depende de la interacción de múltiples factores inmunológicos, clínicos, anatómicos y quirúrgicos. Entre los factores relacionados con el receptor destacan la edad, las comorbilidades preexistentes, el tiempo en terapia de reemplazo renal previo al trasplante y la adherencia al tratamiento inmunosupresor. De igual forma, características propias del donador, como la edad y la calidad estructural del órgano, pueden influir significativamente en los resultados funcionales posteriores al trasplante (30).

Uno de los conceptos que ha adquirido mayor relevancia en los últimos años es el de masa nefronal funcional. Se ha propuesto que la cantidad de nefronas transferidas al receptor desempeña un papel fundamental en la capacidad funcional

del injerto, ya que determina el potencial de filtración glomerular disponible después del trasplante (31). En este contexto, una mayor masa nefronal podría favorecer una mejor adaptación fisiológica y una mayor reserva funcional renal (32).

Diversos estudios han demostrado que la función renal temprana posterior al trasplante constituye un predictor importante de la supervivencia del injerto a largo plazo. La tasa de filtración glomerular estimada durante los primeros meses posteriores al procedimiento se ha asociado de manera consistente con la evolución funcional futura del órgano trasplantado (33).

Las características anatómicas del riñón donado también han despertado interés como posibles predictores de función renal posterior al trasplante. Entre ellas destacan el volumen renal total, el volumen cortical y otras mediciones obtenidas mediante estudios de imagen preoperatorios. Estas variables permiten aproximarse de manera indirecta a la cantidad de tejido renal funcional disponible para el receptor (34).

La relación entre el volumen renal y la función del injerto ha sido explorada en diversos estudios clínicos. Se ha observado que los riñones con mayor volumen podrían asociarse con mejores tasas de filtración glomerular posteriores al trasplante, aunque los resultados no han sido completamente consistentes entre las diferentes poblaciones estudiadas (35).

Asimismo, se ha documentado que el volumen cortical renal presenta una correlación con parámetros funcionales renales debido a que la corteza alberga la mayor parte de los glomérulos responsables de la filtración glomerular. Por ello, el volumen cortical ha sido propuesto como un marcador indirecto de la masa nefronal funcional (36).

Más recientemente, investigaciones realizadas en receptores de trasplante renal de donador vivo han señalado que las mediciones volumétricas obtenidas mediante tomografía computarizada podrían contribuir a mejorar la predicción de la función

renal posterior al trasplante y optimizar la selección del órgano donado (37).

Antecedentes de investigación y evidencia científica sobre volumen renal, volumen cortical y función del injerto

La relación entre las características morfológicas del riñón donado y la función renal posterior al trasplante ha despertado un interés creciente en los últimos años. La posibilidad de estimar de forma preoperatoria la cantidad de tejido renal funcional disponible para el receptor ha impulsado el desarrollo de múltiples investigaciones enfocadas en identificar parámetros anatómicos asociados con mejores resultados funcionales del injerto (38).

Inicialmente, diversos estudios evaluaron el volumen renal total como un marcador indirecto de la masa nefronal funcional. Dentro de sus hallazgos sugirieron que los receptores de injertos con mayor volumen renal presentaban mejores tasas de filtración glomerular durante el seguimiento postrasplante, apoyando la hipótesis de que una mayor cantidad de tejido renal funcional podría traducirse en una mejor capacidad de adaptación del injerto (39).

Posteriormente, se observó que el volumen renal total no siempre refleja con precisión la cantidad de tejido directamente involucrado en la filtración glomerular. Esta observación llevó al análisis específico de la corteza renal, región anatómica que concentra la mayor parte de los glomérulos y que constituye el principal componente funcional del riñón (40).

La relevancia de la masa nefronal funcional ha sido respaldada por estudios que demuestran que la reducción del número de nefronas disponibles puede favorecer fenómenos de hiperfiltración compensatoria y acelerar el deterioro funcional renal a largo plazo. Estos hallazgos han fortalecido el concepto de que la cantidad de tejido cortical donado al receptor podría influir en la evolución funcional posterior al trasplante (41).

Con el desarrollo de la tomografía computarizada multidetector y de los programas de reconstrucción tridimensional, se ha hecho posible cuantificar de forma más precisa el volumen cortical renal antes de la cirugía. Estas herramientas permiten realizar mediciones reproducibles y obtener una estimación indirecta de la masa nefronal funcional del donador vivo (42).

Los estudios más recientes sugieren que el volumen cortical renal podría presentar una correlación más estrecha con la función renal posterior al trasplante que otras variables anatómicas convencionales. Se ha planteado que un mayor volumen cortical podría asociarse con mejores niveles de filtración glomerular, una mayor reserva funcional y una mejor adaptación fisiológica del injerto durante el seguimiento clínico (43).

Sin embargo, los resultados reportados en la literatura continúan siendo heterogéneos. Las diferencias metodológicas entre los estudios, los distintos criterios utilizados para la medición volumétrica, las variaciones en las características de los receptores y el tamaño limitado de muchas cohortes dificultan establecer conclusiones definitivas respecto al valor predictivo del volumen cortical renal (27).

Además, la mayor parte de la evidencia publicada proviene de poblaciones europeas, asiáticas o norteamericanas. Aunque algunos estudios han encontrado asociaciones significativas entre el volumen cortical y la función renal, la información disponible en población latinoamericana, mexicana continúa siendo escasa, lo que limita la generalización de los hallazgos y justifica la necesidad de investigaciones adicionales en contextos clínicos locales.

En este contexto, el presente estudio busca contribuir al conocimiento existente mediante la evaluación de la asociación entre el volumen cortical renal medido por angiotomografía pretrasplante y la función renal temprana del receptor en pacientes sometidos a trasplante renal de donador vivo en el Hospital General “Dr. Miguel Silva”.

METODOLOGÍA

Diseño de estudio

Estudio unicéntrico, observacional, retrospectivo, analítico y longitudinal.

Universo o población.

Expedientes clínicos e imagenológicos de pacientes receptores de trasplante renal y de sus respectivos donadores renales vivos, en el Hospital General “Dr. Miguel Silva”.

Muestra.

La muestra será por conveniencia, conformada por los expedientes clínicos e imagenológicos de pacientes receptores de trasplante renal y de sus respectivos donadores renales vivos, que hayan sido trasplantados durante el periodo comprendido de enero del 2024 a diciembre de 2025 en el Hospital General “Dr. Miguel Silva”.

Definición de las unidades de observación:

Expedientes clínicos y los estudios de imagen (angiotomografía) de pacientes con enfermedad renal crónica sometidos a trasplante renal de donador vivo y de sus respectivos donadores de los trasplantes realizados entre enero de 2024 y diciembre de 2025, en el Hospital General “Dr. Miguel Silva”.

Definición del grupo control:

No aplica.

CRITERIOS DE SELECCIÓN

Criterios de inclusión:

- Expedientes de pacientes sometidos a trasplante renal entre enero de 2024 a diciembre de 2025
- Expedientes completos de donadores de trasplante renal en el mismo periodo de tiempo
- Expediente de imagen de la angiotomografía de los donadores renales

Criterios de exclusión:

- Expedientes de pacientes con pérdida del injerto o fallecimiento antes del seguimiento a 6 meses.
- Expedientes sin seguimiento de función renal durante los primeros seis meses
- Expedientes imagenológicos a los que no se les pueda hacer evaluación de volumen cortical

Criterios de eliminación:

No aplican

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE DATOS

Se realizó un estudio retrospectivo mediante la revisión de expedientes clínicos de donadores renales y receptores sometidos a trasplante renal en el período de estudio. Asimismo, se revisaron los estudios de angiotomografía renal obtenidos durante la evaluación pretrasplante de los donadores, a partir de los cuales se determinó el volumen cortical renal utilizando el software OsiriX®. Se recopilaron variables demográficas, clínicas y bioquímicas de donadores y receptores, como edad, sexo, creatinina sérica, tasa de filtración glomerular estimada (TFGe) y demás variables de interés establecidas en el protocolo. La función del injerto renal se evaluará mediante los niveles séricos de creatinina y la TFGe al primer mes, así como a los 3 y 6 meses posteriores al trasplante renal.

Las variables cuantitativas se describieron mediante media y desviación estándar o mediana y rango intercuartílico, de acuerdo con su distribución. Las variables cualitativas se expresaron como frecuencias absolutas y porcentajes.

La normalidad de las variables continuas se evaluó mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Los receptores fueron clasificados en dos grupos de acuerdo con la mediana de la relación volumen cortical renal/talla del donador. Para la comparación entre grupos se utilizó la prueba t de Student para muestras independientes cuando las variables presentaron distribución normal y la prueba U de Mann-Whitney cuando no se cumplió este supuesto. Las variables categóricas se compararon mediante la prueba exacta de Fisher.

La asociación entre la relación volumen cortical renal/talla del donador y la función del injerto renal se evaluó mediante el coeficiente de correlación de Spearman. Se consideró como estadísticamente significativo un valor de $p < 0.05$. El análisis estadístico se realizó utilizando el programa IBM SPSS Statistics versión 25 (IBM Corp., Armonk, NY, EUA). La información fue capturada y organizada en una base de datos electrónica elaborada en Microsoft Excel® para su posterior análisis.

DEFINICIONES OPERACIONALES

Tabla 1. Definiciones operacionales de las variables del estudio.

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo de variable	Escala de medición	Valor o medida
Edad	Tiempo transcurrido desde el nacimiento hasta el momento actual, expresado en años.	Número de años cumplidos del donador al momento de la valoración o registro clínico.	Cuantitativa	Discreta	Número entero
Sexo	Características biológicas y fenotípicas que	Sexo biológico registrado en el expediente clínico del donador.	Cualitativa	Dicotómica	1. Masculino 2. Femenino

	diferencian a hombres y mujeres.				
Peso	Masa corporal total de una persona expresada en kilogramos.	Peso corporal registrado durante la valoración clínica del donador.	Cuantitativa	Continua	Kilogramos (kg)
Talla	Medida de la estatura corporal desde la planta de los pies hasta la cabeza.	Estatura registrada durante la valoración física del donador.	Cuantitativa	Continua	Metros (m)
Índice de Masa Corporal (IMC)	Relación entre el peso y la talla utilizada para valorar el estado nutricional.	Resultado obtenido al dividir el peso en kilogramos entre la talla en metros cuadrados (kg/m ²).	Cuantitativa	Continua	kg/m ²
Creatinina sérica al 1er mes, 3er mes y 6to mes	Producto de desecho del metabolismo muscular presente en la sangre, utilizado como indicador de función renal.	Valor de creatinina sérica registrado en los estudios de laboratorio del donador.	Cuantitativa	Continua	mg/dL
Tasa de filtración glomerular estimada (TFGe) al 1er mes, 3er mes y 6to mes	Medida estimada de la capacidad de filtración de los riñones.	Valor calculado de la TFGe reportado en estudios de laboratorio clínico del donador.	Cuantitativa	Continua	mL/min/1.73 m ²
Volumen cortical renal derecho	Medida del volumen de la corteza del riñón derecho.	Volumen cortical del riñón derecho obtenido mediante estudio de imagenología renal.	Cuantitativa	Continua	ml

Volumen cortical renal izquierdo	Medida del volumen de la corteza del riñón izquierdo.	Volumen cortical del riñón izquierdo obtenido mediante estudio de imagenología renal.	Cuantitativa	Continua	ml
Volumen cortical renal total	Suma del volumen cortical de ambos riñones.	Volumen cortical renal total calculado a partir de la suma de los volúmenes corticales derecho e izquierdo obtenidos en estudios de imagen.	Cuantitativa	Discreta	ml
Tiempo de seguimiento postrasplante	Periodo transcurrido desde el trasplante renal hasta el último control o evaluación clínica.	Número de meses de seguimiento registrados en expediente clínico.	Cuantitativa	Discreta	Meses
Transfusiones	Procedimiento médico mediante el cual se administra sangre o alguno de sus componentes a un individuo.	Antecedente de haber recibido una o más transfusiones sanguíneas registrado en la historia clínica.	Cualitativa dicotómica	Nominal	Sí / No
Embarazo	Estado fisiológico en el que una mujer gesta un feto en su útero.	Presencia o ausencia de antecedente de embarazo registrado en el expediente clínico.	Cualitativa dicotómica	Nominal	Sí / No
Causa de enfermedad renal	Factor o condición patológica responsable del desarrollo de la enfermedad renal crónica.	Diagnóstico etiológico registrado en el expediente clínico como causa principal de la enfermedad renal.	Cualitativa politómica	Nominal	Diabetes mellitus / Hipertensión arterial / Glomerulonefritis /

					Poliquistosis renal / Otras
Infección de vías urinarias en 6 mese	Proceso infeccioso que afecta cualquier parte del tracto urinario causado por microorganismos patógenos.	Presencia o ausencia de al menos un episodio de infección de vías urinarias durante los 6 meses previos a la evaluación, documentado en el expediente clínico.	Cualitativa dicotómica	Nominal	Sí / No
Biopsia renal 0	Evaluación histopatológica del riñón trasplantado realizada en el momento de la procuración o inmediatamente posterior al implante, con la finalidad de identificar alteraciones estructurales preexistentes del injerto.	Resultado de la biopsia renal basal registrado en el expediente clínico o reporte de patología del injerto renal.	Cualitativa	Dicotómica	Realizada No realizada

ACTIVIDADES DE CAMPO:

Una vez obtenida la aprobación del protocolo por el Comité de Ética en Investigación y el Comité de Investigación del Hospital General "Dr. Miguel Silva", se realizó la revisión de los expedientes clínicos de los pacientes sometidos a trasplante renal de donador vivo durante el periodo comprendido entre enero de 2024 y diciembre de 2025, así como de los expedientes correspondientes a sus donadores.

Posteriormente, se revisaron los estudios de angiotomografía renal obtenidos durante la evaluación pretrasplante de los donadores. Mediante el software OsiriX se realizó la segmentación de la corteza renal y se determinó el volumen cortical renal, el volumen renal total y la relación volumen cortical renal/talla, utilizando la fase arterial de los estudios de imagen.

La información clínica, bioquímica e imagenológica de donadores y receptores se registró en una hoja de recolección de datos previamente diseñada para el estudio. Posteriormente, los datos fueron capturados y organizados en una base de datos electrónica elaborada en Microsoft Excel, verificando la información y la correcta codificación de las variables para su análisis estadístico.

Finalmente, la base de datos fue exportada al programa IBM SPSS Statistics versión 25 para realizar el análisis estadístico correspondiente y evaluar la asociación entre la relación volumen cortical renal/talla del donador y la función del injerto renal del receptor.

RESULTADOS:

Tabla 2 Características clínicas y antropométricas de los receptores de trasplante renal.

<i>Variable</i>	Media $\pm$ DE	Mín-Máx
<i>Edad (años)</i>	34.1 $\pm$ 7.7	26–48
<i>Peso (kg)</i>	65.8 $\pm$ 10.3	45–84
<i>Talla (m)</i>	1.66 $\pm$ 0.08	1.45–1.73
<i>IMC (kg/m²)</i>	23.7 $\pm$ 2.0	19.3–28.3

Fuente: Elaboración propia

Nota: **DE:** desviación estándar; **IMC:** índice de masa corporal. Los datos se presentan como media $\pm$ desviación estándar y rango mínimo-máximo.

Tabla 3. Características clínicas, bioquímicas e imagenológicas de los donadores renales

<i>Variable</i>	<i>Media ± DE</i>	<i>Mín-Máx</i>
<i>Edad (años)</i>	40.0 ± 11.6	24–59
<i>Peso (kg)</i>	68.1 ± 8.3	47–81
<i>Talla (cm)</i>	160.3 ± 7.8	149–172
<i>IMC (kg/m²)</i>	26.4 ± 3.0	19.8–30.8
<i>SCT (m²)</i>	1.71 ± 0.13	1.42–1.94
<i>Creatinina basal (mg/dL)</i>	0.69 ± 0.13	0.47–0.90
<i>TFG basal (mL/min/1.73m²)</i>	114.6 ± 14.8	93.2–144.0
<i>VRT (ml)</i>	141.2 ± 17.9	111.7–182.6
<i>VCR (ml)</i>	110.7 ± 15.7	66.8–136.9
<i>% de corteza</i>	79.8 ± 14.8	36.6–95.0
<i>VCR/talla</i>	119.4 ± 16.3	75.1–137.7

Fuente: Elaboración propia

Nota: **DE:** desviación estándar; **IMC:** índice de masa corporal; **SCT:** superficie corporal total; **TFG:** tasa de filtración glomerular estimada; **VRT:** volumen renal total; **VCR:** volumen cortical renal. Los datos se presentan como media ± desviación estándar y rango mínimo–máximo

Tabla 4. Comparación de las características clínicas, bioquímicas e imagenológicas de donadores y receptores de acuerdo con la relación volumen cortical renal/talla del donador.

<i>Variable</i>	Grupo 1 (n=6)	Grupo 2 (n=8)	p
<i>Edad receptor (años)</i>	37.3 ± 8.0	31.6 ± 7.0	0.181
<i>Peso receptor (kg)</i>	62.5 ± 8.2	68.3 ± 11.5	0.181
<i>Talla receptor (m)</i>	1.65 ± 0.05	1.67 ± 0.10	0.181
<i>IMC receptor (kg/m²)</i>	22.9 ± 1.9	24.3 ± 2.0	0.755
<i>Edad donador (años)</i>	40.8 ± 14.0	39.4 ± 10.4	0.950
<i>Peso donador (kg)</i>	66.3 ± 10.2	69.5 ± 6.9	0.755
<i>Talla donador (cm)</i>	161.2 ± 8.0	159.6 ± 8.1	0.852
<i>IMC donador (kg/m²)</i>	25.2 ± 4.0	27.2 ± 1.8	1.000
<i>SCT (m²)</i>	1.70 ± 0.15	1.72 ± 0.13	1.000
<i>Creatinina basal (mg/dL)</i>	0.75 ± 0.13	0.64 ± 0.11	0.228
<i>TFG basal (mL/min/1.73m²)</i>	110.2 ± 14.0	117.9 ± 15.4	0.414
<i>VRT (ml)</i>	142.9 ± 23.4	139.9 ± 14.1	0.950
<i>VCR (ml)</i>	100.2 ± 17.9	118.5 ± 8.2	0.013
<i>% de corteza</i>	72.7 ± 20.1	85.1 ± 6.6	0.228
<i>VCR/talla</i>	107.5 ± 18.4	128.4 ± 6.0	0.001

Fuente: Elaboración propia

Nota: **DE:** desviación estándar; **IMC:** índice de masa corporal; **SCT:** superficie corporal total; **TFG:** tasa de filtración glomerular estimada; **VRT:** volumen renal total; **VCR:** volumen cortical renal. Los datos se presentan como media ± desviación estándar. La comparación entre grupos se realizó mediante la prueba U de Mann–Whitney. Se consideró significancia estadística un valor de $p < 0.05$.

Tabla 5. Correlación entre la relación volumen cortical renal/talla y la función del injerto renal al primer, tercer y sexto mes postrasplante.

<i>Variable</i>	<i>rho de Spearman</i>	<i>p</i>
<i>Creatinina 1 mes (mg/dL)</i>	-0.363	0.202
<i>TFG 1 mes (mL/min/1.73 m²)</i>	0.481	0.081
<i>Creatinina 3 meses (mg/dL)</i>	-0.112	0.703
<i>TFG 3 meses (mL/min/1.73 m²)</i>	0.459	0.098
<i>Creatinina 6 meses (mg/dL)</i>	-0.345	0.226
<i>TFG 6 meses (mL/min/1.73 m²)</i>	0.046	0.876

Fuente: Elaboración propia

Nota: **VCR:** volumen cortical renal; **TFG:** tasa de filtración glomerular estimada; **p (rho):** coeficiente de correlación de Spearman. Los valores positivos de p indican una asociación directa, mientras que los valores negativos indican una asociación inversa. Se consideró significancia estadística un valor de $p < 0.05$.

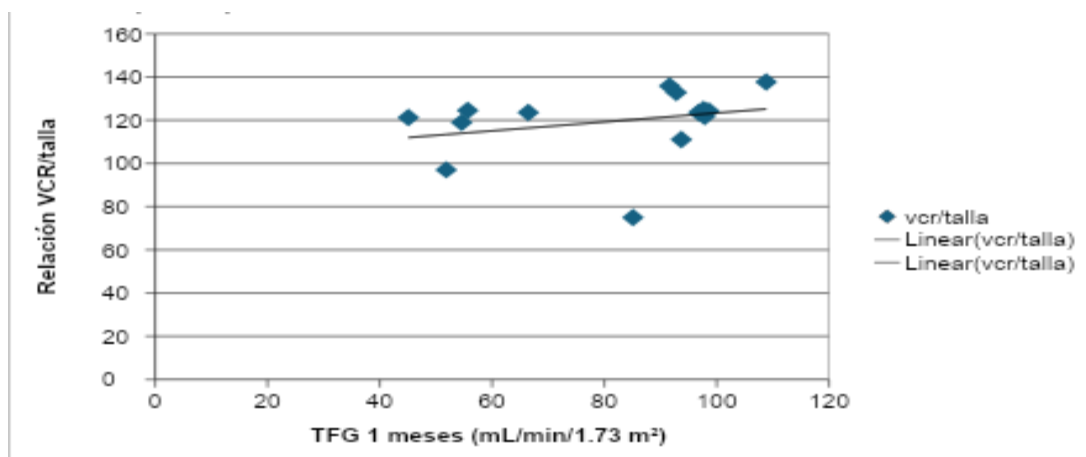
Tabla 6. Evolución de la función renal del receptor durante el seguimiento postrasplante

<i>Variable</i>	Media ± DE	Min-Máx
<i>Creatinina 1 mes (mg/dL)</i>	1.17 ± 0.35	0.72–1.79
<i>TFG 1 mes (mL/min/1.73 m²)</i>	81.2 ± 21.5	45.1–108.8
<i>Creatinina 3 meses (mg/dL)</i>	1.11 ± 0.25	0.70–1.63
<i>TFG 3 meses (mL/min/1.73 m²)</i>	81.2 ± 17.3	54.2–112.4
<i>Creatinina 6 meses (mg/dL)</i>	1.07 ± 0.23	0.69–1.46
<i>TFG 6 meses (mL/min/1.73 m²)</i>	83.1 ± 16.5	62.0–116.7

Fuente: Elaboración propia

Nota: TFG: tasa de filtración glomerular estimada; **DE:** desviación estándar. Los datos se presentan como media ± desviación estándar y rango mínimo-máximo. La función renal del injerto se evaluó al primer, tercer y sexto mes posteriores al trasplante renal.

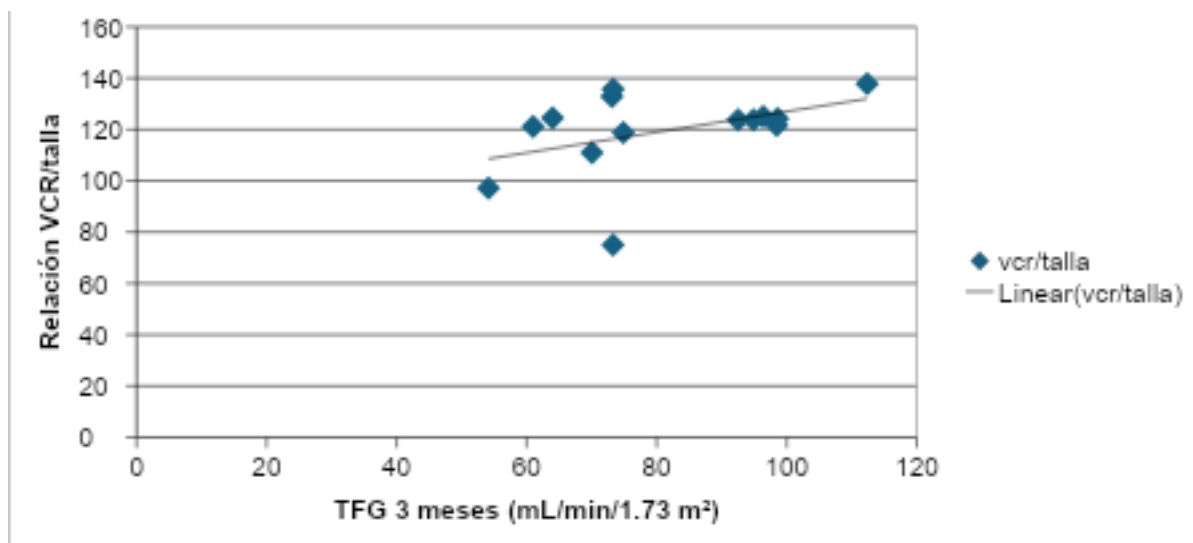
Figura 2. Asociación entre el volumen cortical renal ajustado por talla del donador y la tasa de filtración glomerular estimada al primer mes postrasplante.



Fuente: Elaboración propia

Nota: Diagrama de dispersión que muestra una tendencia positiva entre la relación volumen cortical renal/talla del donador y la tasa de filtración glomerular estimada al primer mes postrasplante ($p = 0.481$; $p = 0.081$).

Figura 3. Asociación entre el volumen cortical renal ajustado por talla del donador y la tasa de filtración glomerular estimada al tercer mes postrasplante



Fuente: Elaboración propia

Nota: Diagrama de dispersión que muestra una tendencia positiva entre la relación volumen cortical renal/talla del donador y la tasa de filtración glomerular estimada a los tres meses postrasplante ($\rho = 0.459$; $p = 0.098$)

Características generales de la población estudiada

Se incluyeron 14 pares donador–receptor sometidos a trasplante renal de donador vivo, con información clínica, bioquímica e imagenológica completa para el análisis. La edad media de los receptores fue de 34.1 ± 7.7 años, con un peso promedio de 65.8 ± 10.3 kg, talla de 1.66 ± 0.08 m e índice de masa corporal (IMC) de 23.7 ± 2.0 kg/m². Las características clínicas y antropométricas de los receptores se presentan en la Tabla 1.

Las características clínicas, bioquímicas e imagenológicas de los donadores se muestran en la Tabla 2. La edad media fue de 40.0 ± 11.6 años, con un peso promedio de 68.1 ± 8.3 kg y talla media de 160.3 ± 7.8 cm. La creatinina sérica basal presentó una media de 0.69 ± 0.13 mg/dL, mientras que la tasa de filtración glomerular estimada (TFG) basal fue de 114.6 ± 14.8 mL/min/1.73 m². Respecto a las variables anatómicas evaluadas mediante tomografía, el volumen renal total (VRT) promedio fue de 141.2 ± 17.9 ml, el volumen cortical renal (VCR) de 110.7 ± 15.7 ml, el porcentaje cortical renal de $79.8 \pm 14.8\%$ y la relación VCR/talla de 119.4 ± 16.3 .

Comparación de las características clínicas y anatómicas según la relación volumen cortical renal/talla

Los sujetos fueron clasificados en dos grupos de acuerdo con la mediana de la relación volumen cortical renal/talla del donador (Grupo 1, n = 6; Grupo 2, n = 8). La comparación de las características basales entre ambos grupos se presenta en la Tabla 3.

No se observaron diferencias estadísticamente significativas en las características clínicas y antropométricas de los receptores, incluyendo edad ($p = 0.181$), peso ($p = 0.181$), talla ($p = 0.181$) e IMC ($p = 0.755$). De igual forma, las características de los donadores, incluyendo edad, peso, talla, IMC, superficie corporal total, creatinina basal y TFG basal, no mostraron diferencias significativas entre los grupos.

En cuanto a las variables anatómicas del injerto, el VCR fue significativamente mayor en el Grupo 2 en comparación con el Grupo 1 (118.5 ± 8.2 vs. 100.2 ± 17.9 ml; $p = 0.013$). Asimismo, la relación VCR/talla fue significativamente superior en el Grupo 2 (128.4 ± 6.0 vs. 107.5 ± 18.4 ; $p = 0.001$). No se observaron diferencias significativas en el volumen renal total ($p = 0.950$) ni en el porcentaje cortical renal ($p = 0.228$).

Función renal del injerto durante el seguimiento

La evolución de la función renal del receptor durante el seguimiento postrasplante se presenta en la Tabla 5. La creatinina sérica promedio fue de 1.17 ± 0.35 mg/dL al primer mes, 1.11 ± 0.25 mg/dL al tercer mes y 1.07 ± 0.23 mg/dL al sexto mes. Por otra parte, la TFG promedio fue de 81.2 ± 21.5 mL/min/1.73 m² al primer mes, 81.2 ± 17.3 mL/min/1.73 m² al tercer mes y 83.1 ± 16.5 mL/min/1.73 m² al sexto mes.

Al comparar la función renal entre los grupos, no se identificaron diferencias estadísticamente significativas en la creatinina sérica al primer mes ($p = 0.573$), tercer mes ($p = 0.491$) ni sexto mes ($p = 0.573$). De manera similar, la TFG no mostró diferencias significativas al primer mes ($p = 0.142$), tercer mes ($p = 0.142$) ni sexto mes ($p = 0.491$).

Las gráficas de dispersión correspondientes a la TFG al primer, tercer y sexto mes se presentan en las Figuras 1, 2 y 3, respectivamente.

Asociación entre la relación volumen cortical renal/talla y la función del injerto

El análisis de correlación de Spearman entre la relación VCR/talla y la función renal del injerto se muestra en la Tabla 4.

Se observó una correlación positiva moderada entre la relación VCR/talla y la TFG al primer mes ($\rho = 0.481$; $p = 0.081$) y al tercer mes ($\rho = 0.459$; $p = 0.098$), sin alcanzar significancia estadística. A los seis meses no se observó correlación entre ambas variables ($\rho = 0.046$; $p = 0.876$).

Respecto a la creatinina sérica, se identificaron correlaciones negativas entre la relación VCR/talla y los niveles de creatinina al primer, tercer y sexto mes; sin embargo, ninguna de estas asociaciones alcanzó significancia estadística. Las gráficas de dispersión mostraron una tendencia positiva entre la relación VCR/talla y la TFG durante los primeros meses posteriores al trasplante, particularmente al primer y tercer mes.

DISCUSIÓN

El presente estudio evaluó la asociación entre la relación volumen cortical renal/talla del donador y la función renal del receptor durante los primeros seis meses posteriores al trasplante renal de donador vivo. Aunque no se encontró una asociación estadísticamente significativa, se observó una tendencia positiva entre ambas variables durante el seguimiento temprano. La correlación fue moderada al primer mes ($\rho = 0.481$; $p = 0.081$) y al tercer mes ($\rho = 0.459$; $p = 0.098$); sin embargo, al sexto mes esta relación prácticamente desapareció ($\rho = 0.046$; $p = 0.876$). Esto podría indicar que el volumen cortical renal tiene una mayor influencia durante la recuperación funcional temprana del injerto que en etapas posteriores. No obstante, el reducido tamaño de la muestra no permitió demostrar esta asociación con significancia estadística.

La tendencia observada coincide con el concepto de masa nefronal funcional, el cual establece que la cantidad de nefronas donadas al receptor influye directamente en el desempeño del injerto. **Bertram (31)** describió la relación entre el número de nefronas y la función renal, mientras que **Elsherbiny et al. (32)** señalaron que la masa nefronal constituye uno de los principales determinantes de la evolución funcional del injerto después del trasplante. Además, **Denic et al. (30)** explicaron que la corteza renal concentra la mayor parte de los glomérulos responsables de la filtración glomerular, por lo que su volumen representa un marcador indirecto de la masa nefronal funcional. Estos conceptos respaldan la elección del volumen cortical renal como variable principal en la presente investigación.

Nuestros resultados también son comparables con los descritos por **Rule et al. (36)**, quienes encontraron una asociación entre el volumen cortical renal y la función renal, proponiendo que la volumetría cortical refleja con mayor precisión la cantidad de tejido funcional que el volumen renal total. De forma similar, **Herts et al. (34)** demostraron que la tomografía computarizada multidetector permite cuantificar de manera reproducible el volumen cortical en donadores renales vivos, convirtiéndose en una herramienta útil para estimar la masa renal funcional antes del trasplante. Lo anterior respalda el procedimiento utilizado en este estudio para cuantificar el volumen cortical renal mediante angiotomografía con reconstrucción tridimensional.

Nuestros hallazgos también coinciden con los reportados en el estudio **Donor kidney volume and outcomes following live donor kidney transplantation (35)**, en el que los receptores de riñones con mayor volumen presentaron mejores desenlaces funcionales posteriores al trasplante. Aunque ese estudio evaluó el volumen renal total y no específicamente el volumen cortical, sus resultados apoyan la hipótesis de que una mayor cantidad de tejido renal funcional favorece una mejor adaptación del injerto. En nuestra investigación también se observó una tendencia positiva entre la relación volumen cortical renal/talla y la TFGe durante los primeros meses posteriores al trasplante, aunque sin alcanzar significancia estadística. Esta observación coincide con lo descrito por **Elsherbiny et al. (14)**, quienes destacaron la importancia de la masa nefronal en el desempeño funcional del injerto y sugirieron que una mayor cantidad de tejido renal funcional podría traducirse en una mejor evolución clínica.

De forma similar, **Hugen et al. (37)** evaluaron la utilidad de la volumetría renal como herramienta para predecir la función del injerto en receptores de trasplante renal de donador vivo. En sus resultados mostraron que las mediciones obtenidas mediante tomografía computarizada pueden contribuir a estimar el comportamiento funcional del injerto después del trasplante. Aunque en nuestro estudio la asociación no alcanzó significancia estadística, la dirección de la correlación observada fue similar a la reportada por estos autores, lo que sugiere que el volumen cortical renal podría

representar un parámetro anatómico útil durante la valoración preoperatoria del donador.

Una posible explicación para la falta de significancia estadística es el reducido tamaño de la muestra. El análisis incluyó únicamente catorce pares donador–receptor, lo que redujo la potencia estadística del estudio y pudo haber limitado la detección de una asociación entre las variables analizadas. Esta limitación también ha sido mencionada en otros estudios. **Prujm et al. (18)** señalaron que las diferencias metodológicas empleadas para cuantificar el volumen renal dificultan la comparación entre investigaciones, mientras que **Hugen et al. (37)** destacaron que el tamaño reducido de muchas cohortes limita la posibilidad de identificar asociaciones consistentes. De manera similar, el estudio **Donor kidney volume and outcomes following live donor kidney transplantation (35)** mostró la variabilidad de los resultados al evaluar la relación entre el volumen renal y la función del injerto en distintas poblaciones.

Otro aspecto importante fue que la correlación observada durante el primer y el tercer mes dejó de ser evidente al sexto mes de seguimiento. Este comportamiento puede explicarse porque la función del injerto renal depende de múltiples factores cuya influencia cambia conforme transcurre el tiempo. Durante los primeros meses posteriores al trasplante predominan las características propias del órgano donado, especialmente la cantidad de tejido renal funcional disponible. Sin embargo, conforme avanza el seguimiento comienzan a intervenir otros factores, como la respuesta inmunológica del receptor, la adherencia al tratamiento inmunosupresor, la nefrotoxicidad de algunos fármacos, los episodios de rechazo y las complicaciones infecciosas.

En este contexto, la **American Society of Transplantation (33)** señala que la función renal temprana constituye uno de los principales predictores de la supervivencia del injerto, aunque su evolución a mediano y largo plazo depende de múltiples factores clínicos e inmunológicos. De manera similar, **Hariharan et al. (11)** demostraron que la tasa de filtración glomerular durante los primeros meses posteriores al trasplante representa un importante indicador pronóstico de la

evolución del injerto. Con estos hallazgos ayudan a explicar por qué la influencia del volumen cortical renal parece ser más evidente durante la recuperación inicial y disminuye conforme otros factores adquieren mayor importancia en la evolución clínica del receptor.

Desde el punto de vista fisiológico, estos resultados también podrían relacionarse con el fenómeno de hiperfiltración compensatoria. **Hostetter (21)** describió que, cuando existe una reducción de la masa nefronal, las nefronas remanentes incrementan su carga funcional para mantener la tasa global de filtración glomerular. Posteriormente, **Denic et al. (30)** ampliaron este concepto al explicar que este mecanismo representa una respuesta adaptativa frente a la pérdida de nefronas funcionales.

Una de las principales fortalezas de este estudio fue evaluar específicamente la relación volumen cortical renal/talla, en lugar de considerar únicamente el volumen renal total. La mayoría de las investigaciones publicadas se ha centrado en la volumetría renal global; sin embargo, **Rule et al. (36)** propusieron que el volumen cortical refleja con mayor precisión la cantidad de tejido directamente involucrado en la filtración glomerular. Además, **Herts et al. (34)** demostraron que la cuantificación del volumen cortical mediante tomografía computarizada es un método reproducible y factible en donadores renales vivos. Esto apoya el uso de esta medición como una herramienta complementaria durante la valoración pretrasplante. Asimismo, este estudio aporta información obtenida en una población mexicana, donde la evidencia sobre la utilidad clínica de la volumetría cortical en el trasplante renal de donador vivo continúa siendo limitada.

Como en toda investigación, este estudio presenta algunas limitaciones que deben considerarse al interpretar los resultados. El diseño retrospectivo y unicéntrico limita la posibilidad de establecer relaciones causales y restringe la generalización de los hallazgos a otras poblaciones. Por ello, será necesario desarrollar estudios prospectivos, multicéntricos y con un mayor número de pacientes que permitan confirmar los resultados obtenidos.

En esta investigación no se demostró una asociación estadísticamente significativa entre la relación volumen cortical renal/talla del donador y la función renal del receptor. Sin embargo, la tendencia observada durante los primeros meses posteriores al trasplante coincide con el fundamento fisiológico de la masa nefronal funcional y con lo reportado en estudios previos.

Esto podría indicar que el volumen cortical renal constituye una herramienta complementaria para la valoración pretrasplante del donador vivo. No obstante, serán necesarios estudios prospectivos, multicéntricos y con un mayor tamaño de muestra para establecer con mayor certeza su utilidad como predictor independiente de la función del injerto renal en nuestra población.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. La relación volumen cortical renal/talla del donador no mostró una asociación estadísticamente significativa con la función renal del receptor durante los primeros seis meses posteriores al trasplante renal.
2. Se observó una tendencia positiva entre la relación volumen cortical renal/talla y la tasa de filtración glomerular estimada durante el seguimiento temprano del injerto.
3. Los receptores de donadores con mayor relación volumen cortical renal/talla presentaron valores superiores de TFGe, aunque sin alcanzar significancia estadística.
4. La influencia del volumen cortical renal pareció ser más evidente durante los primeros meses posteriores al trasplante y disminuyó a los seis meses de seguimiento.
5. La evaluación tomográfica del volumen cortical renal representa un parámetro anatómico prometedor para complementar la valoración pretrasplante del donador renal vivo. Sin embargo, son necesarios estudios prospectivos con mayor tamaño muestral y seguimiento a largo plazo que confirmen su utilidad como predictor de la función del injerto renal.

CONSIDERACIONES BIOÉTICAS

La presente investigación se desarrolló conforme a los principios éticos establecidos en el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud (44), así como en las Buenas Prácticas Clínicas de la Conferencia Internacional sobre Armonización (ICH-GCP) (45). Asimismo, se respetaron los principios contenidos en la Declaración de Helsinki (46), el Código de Núremberg (47) y el Informe Belmont (48), garantizando en todo momento el respeto a la dignidad, los derechos, la privacidad y la confidencialidad de los participantes.

De acuerdo con el artículo 17 del Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud (44), el presente estudio se clasifica como **investigación sin riesgo**, ya que corresponde a un estudio observacional, retrospectivo, basado exclusivamente en la revisión de expedientes clínicos y estudios de imagen previamente existentes, sin realizar intervención alguna sobre los pacientes, modificar su tratamiento ni efectuar procedimientos diagnósticos o terapéuticos adicionales.

La información recopilada durante el estudio se destinó únicamente a fines de investigación. Para garantizar la confidencialidad de los participantes, los datos fueron codificados y se eliminaron todos los elementos que permitieran su identificación. El acceso a la base de datos permaneció limitado al investigador principal y a los asesores responsables del proyecto, garantizando en todo momento el resguardo y la confidencialidad de la información (44).

Asimismo, el protocolo fue sometido a evaluación y aprobación por el Comité de Ética en Investigación y el Comité de Investigación del Hospital General "Dr. Miguel Silva", previo al inicio de la recolección de datos, cumpliendo con la legislación nacional aplicable a la investigación en seres humanos (44).

Finalmente, debido a que la investigación consistió únicamente en la revisión de expedientes clínicos e información previamente registrada, sin contacto directo con los pacientes ni modificación de su atención médica, el estudio no representó riesgo para los participantes y no afectó su integridad física, psicológica, social o moral (38).

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Tabla 7. Cronograma de actividades

Meses/años	SEP 2025	OCT 2025	NOV 2025	DIC 2025	ENE 2026	FEB 2026	MAR 2026	ABR 2026	MAY 2026	JUN 2026	JUL 2026
ACTIVIDADES											
1)Diseño del protocolo	x	x	x	x	x	x					
2)Revisión del protocolo							x				
3)Autorización por Comisiones de								x			

Bioética e Investigación											
4)Ejecución								x	x	x	
5) Análisis de resultados										x	x
6) Informe de avances				x		x			x	x	
7) Informe final											x

Fuente: Elaboración propia

RECURSOS

Recursos humanos:

Dr. Israel David Campos González: Asesor metodológico y clínico. Organización y estructuración del apartado metodológico. Apoyo en el proceso de análisis e interpretación de los resultados obtenidos.

Dr. Alfonso Mariscal Ramírez: Asesor metodológico y clínico. Organización y estructuración del apartado metodológico. Apoyo en el proceso de análisis e interpretación de los resultados obtenidos.

MPSS Noé Rodríguez Bañuelos: Revisión bibliográfica y elaboración del protocolo de investigación, asimismo, la recopilación de datos de los pacientes a partir de sus

expedientes clínicos, creación de la base de datos, el análisis de resultados y la escritura del informe final.

Recursos materiales:

- Expedientes clínicos
- Impresora.
- Laptop
- Hojas blancas
- Lapiceros

Presupuesto:

Tabla 8. Presupuesto de proyecto

MATERIAL	CANTIDAD	PRESUPUESTO
Laptop	1 laptop	Propiedad del investigador
Hojas	1 paquete de 100 hojas	100 pesos mexicanos
Impresora	1 impresora	Propiedad del investigador
Lapiceros	1 paquete de 12 lapiceros	80 pesos mexicanos
Total:		180 pesos mexicanos

El material mencionado, se aportará por parte de los investigadores principales, cubriendo los gastos de los mismos, por lo que no es necesario el aporte por parte de la institución.

PLAN DE DIFUSIÓN

El presente estudio se realizará como trabajo de investigación con fines de titulación para la obtención del grado de Médico General por la Universidad Vasco de Quiroga. Una vez finalizado y analizados los resultados, se contempla su difusión en foros académicos y científicos, mediante su presentación en modalidad de cartel o presentación oral en eventos relacionados con la nefrología y el trasplante renal, como el Congreso Mexicano de Nefrología. Asimismo, se valorará la posible elaboración y envío de un manuscrito para publicación en revistas científicas del área de nefrología y trasplante renal, dada la relevancia del estudio en la evaluación pronóstica del donador renal.

BIBLIOGRAFÍA

1. KDIGO. KDIGO 2024 Clinical Practice Guideline for the Evaluation and Management of Chronic Kidney Disease. *Kidney Int.* 2024;105(4 Suppl):S1-S150.
2. National Kidney Foundation. KDOQI Clinical Practice Guideline for Diabetes and CKD: 2022 Update. *Am J Kidney Dis.* 2022;79(4 Suppl 1):S1-S121.
3. Instituto Nacional de Salud Pública. Enfermedad renal crónica en México: problemática y desafíos para el sistema de salud. *Salud Publica Mex.* 2021;63(2):123-130.
4. Brenner BM, Rector FC. Brenner and Rector's The Kidney. 11th ed. Philadelphia: Elsevier; 2020.

5. International Society for Peritoneal Dialysis. ISPD practice recommendations: peritoneal dialysis-related infections recommendations. *Perit Dial Int.* 2022;42(2):110-153.
6. Saran R, Robinson B, Abbott KC, et al. US Renal Data System 2023 Annual Data Report. *Am J Kidney Dis.* 2023;81(3 Suppl 1):A8-A11.
7. Wolfe RA, Ashby VB, Milford EL, et al. Comparison of mortality in all patients on dialysis, patients on dialysis awaiting transplantation, and recipients of a first cadaveric transplant. *N Engl J Med.* 1999;341(23):1725-1730.
8. Tonelli M, Wiebe N, Knoll G, et al. Systematic review: kidney transplantation compared with dialysis in clinically relevant outcomes. *Am J Transplant.* 2011;11(10):2093-2109.
9. National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases. *Kidney Transplant.* Bethesda: NIDDK; 2023.
10. Levey AS, Stevens LA, Schmid CH, et al. A new equation to estimate glomerular filtration rate. *Ann Intern Med.* 2009;150(9):604-612.
11. Hariharan S, Johnson CP, Bresnahan BA, et al. Improved graft survival after renal transplantation in the United States. *N Engl J Med.* 2000;342(9):605-612.
12. Meier-Kriesche HU, Schold JD, Srinivas TR, Kaplan B. Lack of improvement in renal allograft survival despite a marked decrease in acute rejection rates. *Am J Transplant.* 2004;4(3):378-383.
13. American Society of Transplantation. *Kidney transplantation and outcomes.* *Clin J Am Soc Nephrol.* 2021;16(4):620-632.
14. Elsherbiny HE, Alexander MP, Kremers WK, et al. Nephron mass and kidney transplantation outcomes. *Curr Opin Organ Transplant.* 2019;24(1):85-91.
15. Denic A, Glassock RJ, Rule AD. Structural and functional changes with the aging kidney. *Adv Chronic Kidney Dis.* 2016;23(1):19-28.
16. Herts BR, Sharma N, Lieber M, et al. Quantification of renal cortical volume using multidetector CT in living kidney donors. *Radiology.* 2014;271(1):287-295.

17. Donor kidney volume and outcomes following live donor kidney transplantation. *Transplant Proc.* 2020;52(5):1450-1456.
18. Pruijm M, Ponte B, Ackermann D, et al. Associations of kidney volume with kidney function and risk factors in a general population. *Clin J Am Soc Nephrol.* 2016;11(5):807-816.
19. World Health Organization. Global health estimates for kidney disease and transplantation outcomes. Geneva: WHO; 2023.
20. Hall JE. Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology. 15th ed. Philadelphia: Elsevier; 2025.
21. Hostetter TH. Hyperfiltration and glomerulosclerosis. *Semin Nephrol.* 2003;23(2):194-199.
22. Nery F, Buchanan CE, Haroon HA, et al. Kidney MRI in transplantation and donor assessment. *AJR Am J Roentgenol.* 2020;214(4):815-826.
23. Wake N, Rosenkrantz AB, Huang WC, et al. Patient-specific 3D printed models for renal surgery and transplantation planning. *Radiographics.* 2019;39(6):1787-1801.
24. Bertram JF. Analyzing renal glomerular number and size in autopsy kidneys: the relationship between nephron number and renal function. *Kidney Int.* 2011;80(11):1223-1228.
25. Emamian SA, Nielsen MB, Pedersen JF, Ytte L. Kidney dimensions at sonography: correlation with age, sex, and habitus in 665 adult volunteers. *AJR Am J Roentgenol.* 1993;160(1):83-86.
26. Rule AD, Semret MH, Amer H, et al. Association between renal cortical volume and kidney function. *Clin J Am Soc Nephrol.* 2010;5(3):431-438.
27. Huguen CM, Polcari AJ, Farooq AV, Fitzgerald MP. Renal volumetry and prediction of post-transplant kidney function in living donor transplantation. *Transpl Int.* 2019;32(7):706-715.
28. Wolfe RA, Ashby VB, Milford EL, et al. Comparison of mortality in all patients on dialysis, patients on dialysis awaiting transplantation, and recipients of a first cadaveric transplant. *N Engl J Med.* 1999;341(23):1725-1730.

29. Meier-Kriesche HU, Schold JD, Srinivas TR, Kaplan B. Lack of improvement in renal allograft survival despite a marked decrease in acute rejection rates. *Am J Transplant*. 2004;4(3):378-383.
30. Denic A, Glassock RJ, Rule AD. Structural and functional changes with the aging kidney. *Adv Chronic Kidney Dis*. 2016;23(1):19-28.
31. Bertram JF. Analyzing renal glomerular number and size in autopsy kidneys: the relationship between nephron number and renal function. *Kidney Int*. 2011;80(11):1223-1228
32. Elsherbiny HE, Alexander MP, Kremers WK, et al. Nephron mass and kidney transplantation outcomes. *Curr Opin Organ Transplant*. 2019;24(1):85-91.
33. American Society of Transplantation. Kidney transplantation and outcomes. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2021;16(4):620-632.
34. Herts BR, Sharma N, Lieber M, et al. Quantification of renal cortical volume using multidetector CT in living kidney donors. *Radiology*. 2014;271(1):287-295.
35. Donor kidney volume and outcomes following live donor kidney transplantation. *Transplant Proc*. 2020;52(5):1450-1456.
36. Rule AD, Semret MH, Amer H, et al. Association between renal cortical volume and kidney function. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2010;5(3):431-438.
37. Hugan CM, Polcari AJ, Farooq AV, Fitzgerald MP. Renal volumetry and prediction of post-transplant kidney function in living donor transplantation. *Transpl Int*. 2019;32(7):706-715.
38. Nery F, Buchanan CE, Haroon HA, et al. *Kidney MRI in transplantation and donor assessment*. *AJR Am J Roentgenol*. 2020;214(4):815-826. (*Si utilizaste esta referencia para contextualizar el papel de la imagen en la evaluación pretrasplante*).
39. Donor kidney volume and outcomes following live donor kidney transplantation. *Transplant Proc*. 2020;52(5):1450-1456.

40. Herts BR, Sharma N, Lieber M, et al. *Quantification of renal cortical volume using multidetector CT in living kidney donors*. Radiology. 2014;271(1):287-295.
41. Bertram JF. Trabajos sobre masa nefronal y número de nefronas (o la referencia equivalente que ya tenías en tu bibliografía; este párrafo habla del concepto de masa nefronal funcional).
42. Rule AD, Semret MH, Amer H, et al. *Association between renal cortical volume and kidney function*. Clin J Am Soc Nephrol. 2010;5(3):431-438.
43. Hugan CM, Polcari AJ, Farooq AV, Fitzgerald MP. *Renal volumetry and prediction of post-transplant kidney function in living donor transplantation*. Transpl Int. 2019;32(7):706-715.
44. México. Secretaría de Salud. *Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud*. Última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación. Ciudad de México: Secretaría de Salud; 2014.
45. International Council for Harmonisation of Technical Requirements for Pharmaceuticals for Human Use. *Integrated Addendum to ICH E6(R2): Guideline for Good Clinical Practice*. Geneva: ICH; 2016.
46. World Medical Association. *World Medical Association Declaration of Helsinki: Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects*. JAMA. 2013;310(20):2191-2194.
47. Nuremberg Code. In: *Trials of War Criminals before the Nuremberg Military Tribunals under Control Council Law No. 10*. Vol. 2. Washington, DC: U.S. Government Printing Office; 1949. p. 181-182.
48. National Commission for the Protection of Human Subjects of Biomedical and Behavioral Research. *The Belmont Report: Ethical Principles and Guidelines for the Protection of Human Subjects of Research*. Washington, DC: U.S. Government Printing Office; 1979.

ANEXOS

ANEXO 1. INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

I. Datos generales del receptor

Folio/ID: _____

Edad: _____ años

Sexo: ☐ Masculino ☐ Femenino

Peso: _____ kg

Talla: _____ m

IMC: _____ kg/m²

II. Antecedentes clínicos del receptor

Diabetes mellitus: ☐ Sí ☐ No

Hipertensión arterial: ☐ Sí ☐ No

Tabaquismo: ☐ Sí ☐ No

Enfermedad renal previa: ☐ Sí ☐ No

Embarazo: ☐ Sí ☐ No

Transfusiones sanguíneas: ☐ Sí ☐ No

Infección de vías urinarias en los últimos 6 meses: ☐ Sí ☐ No

Otros: _____

III. Causa de la enfermedad renal

☐ Diabetes mellitus

☐ Hipertensión arterial

☐ Glomerulonefritis

☐ Poliquistosis renal

☐ Otra: _____

IV. Datos del donador

Edad: _____ años

Sexo: ☐ Masculino ☐ Femenino

Creatinina sérica: _____ mg/dL

TFGe estimada: _____ mL/min/1.73 m²

V. Cuantificación del volumen cortical renal por angio-TAC

Riñón derecho

Volumen cortical: _____ mL

Volumen renal total: _____ mL

Porcentaje cortical: _____ %

Riñón izquierdo

Volumen cortical: _____ mL

Volumen renal total: _____ mL

Porcentaje cortical: _____ %

VI. Función del injerto renal

Momento postrasplante	Creatinina sérica	TFGe
1 mes	_____ mg/dL	_____ mL/min/1.73 m ²
3 meses	_____ mg/dL	_____ mL/min/1.73 m ²
6 meses	_____ mg/dL	_____ mL/min/1.73 m ²

Oficio de Aceptación de proyecto de investigación



Dependencia SECRETARIA DE SALUD DE MICHOACAN
Sub-dependencia HOSPITAL GENERAL "DR. MIGUEL SILVA"
Oficina COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN Y DE INVESTIGACIÓN
No. de oficio 5009/2026/069
Expediente
Asunto: ACEPTACION DE PROYECTO DE INVESTIGACION

"2026, Año de Margarita Maza Parada"

Morelia, Michoacán, 21 de abril de 2026

C. DR. ISRAEL DAVID CAMPOS GONZALEZ
INVESTIGADOR PRINCIPAL
MPSS. NOE RODRIGUEZ BAÑUELOS
P R E S E N T E

Por este conducto le informamos, que el Comité de Ética en Investigación con número de Registro CONBIOÉTICA-16-CEI-004-20161212 con inicio de vigencia 14 de diciembre de 2025 y el Comité de Investigación con número de Registro COFEPRIS-17-CI-16053153 con fecha de expedición 11 de noviembre del 2017 del Hospital General "Dr. Miguel Silva", revisaron y APROBARON su proyecto de investigación con número de registro 008/03/26 titulado:

"VOLUMEN CORTICAL RENAL DEL DONADOR Y SU ASOCIACIÓN CON EL FILTRADO GLOMERULAR DEL PACIENTE RECEPTOR DE TRASPLANTE RENAL".

No omitimos mencionarle que deberá presentar a estos comités los resultados finales (TESIS), así como cualquier enmienda que se pretenda realizar en el transcurso de la investigación de acuerdo con la norma oficial mexicana que establece los criterios para la ejecución de proyectos de investigación para la salud en seres humanos y a la Guía Nacional Para la Integración y funcionamiento de los comités de Ética en Investigación.

Sin más por el momento, le enviamos un cordial saludo

ATENTAMENTE

DR. ABRAHAM FLORES VARGAS
DIRECTOR DEL HOSPITAL GENERAL
"DR. MIGUEL SILVA"

DR. JOSÉ FRANCISCO LÓPEZ BELTRÁN
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE ÉTICA EN
INVESTIGACIÓN DEL HOSPITAL GENERAL
"DR. MIGUEL SILVA"

C.c.p. Dra. Claudia Agustina Ramos Omos - Jefe de Enseñanza e Investigación, Hospital General "Dr. Miguel Silva"
C.c.p. JFL-AB-111
**COMITÉ DE ÉTICA EN
INVESTIGACIÓN**
HOSPITAL GENERAL "DR. MIGUEL SILVA"
SECRETARIA DE SALUD DE MICHOACÁN

QFB. ÁLVARO RODRÍGUEZ BARRÓN
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE INVESTIGACIÓN
DEL HOSPITAL GENERAL "DR. MIGUEL SILVA".

COMITÉ DE INVESTIGACIÓN
HOSPITAL GENERAL "DR. MIGUEL SILVA"
SECRETARIA DE SALUD DE MICHOACÁN