

# Evaluación e impacto a corto plazo de la reserva renal funcional en donadores renales con criterios extendidos vs. donadores sanos: Un estudio observacional de centro único.

**Recibido:** Octubre 23, 2025.

**Aceptado:** Enero 15, 2026.

**Publicado:** Enero 18, 2026.

**Editor:** Dr. Franklin Mora.


## Como citar:

Lima J, Monserrat L, Valdez R. Evaluación e impacto a corto plazo de la reserva renal funcional en donadores renales con criterios extendidos vs. donadores sanos: Un estudio observacional de centro único. REV SEN 2026;14(1):84-97.

DOI: <http://doi.org/10.56867/164>

Sociedad Ecuatoriana de Nefrología, Diálisis y Trasplantes.

ISSN-L: 2953-6448

 Copyright 2026, Jesús Daniel Lima Lucero, Lucía Monserrat Pérez Navarro, Rafael Valdez Ortiz ID. This article is distributed under the [Creative Commons CC BY-NC-SA 4.0 Attribution License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/), which allows the use and redistribution of the article, citing the source and the original author for non-commercial purposes.

## \* Autor de correspondencia

Email: Jesús Daniel Lima Lucero <[jdllch@hotmail.com](mailto:jdllch@hotmail.com)>/ Dirección: QGP2+6GM, Av. Gran Colombia, Servicio de Nefrología, Área de Trasplante renal. Hospital Eugenio Espejo, Quito. CP 170136  
Teléfono: 593 (02) 381-4970 Ecuador.

Jesús Daniel Lima Lucero <sup>1</sup>, Lucía Monserrat Pérez Navarro <sup>1</sup>, Rafael Valdez Ortiz <sup>1</sup>.

1. Programa de Maestría en Ciencias de la Salud, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
2. Servicio de Nefrología, Hospital General de México "Dr. Eduardo Liceaga", México.

## Resumen

**Introducción:** Ante la creciente demanda de órganos, el uso de donantes con criterios extendidos exige métodos precisos para evaluar su seguridad posnefrectomía. Este estudio evalúa la reserva renal funcional (RRF) en donadores sanos y con criterios extendidos, comparando la prueba de carga oral de proteínas con la variación del índice de resistencia renal intraparenquimatoso (VIRRI) mediante Doppler. Se analiza si la VIRRI, técnica no invasiva basada en la autorregulación vascular ante la presión abdominal, puede sustituir métodos complejos para predecir la capacidad compensatoria renal.

**Materiales y métodos:** Se realizó un estudio observacional y prospectivo en dos centros de trasplante con 32 donantes adultos (TFGe >80 ml/min/1.73 m<sup>2</sup>). Se comparó la reserva renal funcional (RRF) mediante dos métodos: carga oral de proteínas (1.2 g/kg) con depuración de creatinina, y la prueba de variación del índice resistivo renal intraparenquimatoso (VIRRI) por ultrasonido Doppler bajo estrés mecánico abdominal. El análisis estadístico incluyó pruebas de t-Student, correlación de Pearson y U de Mann-Whitney, considerando significancia con  $p < 0.05$  e intervalos de confianza del 95%.

**Resultados:** Se incluyeron 32 participantes (27 con criterios extendidos; 5 sanos). Los donantes con criterios extendidos presentaron mayor edad, peso, IMC, glucosa y LDL ( $P < 0.05$ ). Aunque la TFGe basal fue similar entre los grupos (109 ml/min), la reserva renal funcional fue significativamente menor en el grupo con criterios extendidos ( $39.3 \pm 33.7$  frente a  $87.2 \pm 71$  ml/min;  $P < 0.05$ ). No se encontró una correlación estadísticamente significativa entre la medición de la carga de proteínas y la prueba VIRRI ( $R^2 = 0.054$ ).

**Conclusiones:** Los donantes con criterios extendidos presentan una RRF significativamente disminuida, pese a tener una TFGe basal normal. El envejecimiento y las alteraciones metabólicas erosionan la capacidad compensatoria renal, hallazgo que las evaluaciones estáticas convencionales no detectan. La falta de correlación entre los métodos evaluados resalta la necesidad de protocolos dinámicos. Integrar la RRF en la selección de donantes optimiza la estratificación de riesgo, garantizando una mayor viabilidad y longevidad del injerto en el trasplante renal.

**Palabras claves:** Donantes con criterios extendidos, reserva renal funcional, tasa del filtrado glomerular, variación del índice de Resistencia renal intraparenquimatoso.

# Evaluation and short-term impact of functional renal reserve in extended criteria vs. healthy donors: A single-center observational study.

## Abstract

---

**Introduction:** In the face of the growing demand for organs, the use of donors with extended criteria requires precise methods to assess their post-nephrectomy safety. This study evaluates functional renal reserve (RFR) in healthy donors and in donors with extended criteria, comparing the oral protein load test with Doppler-derived variation in the intraparenchymal renal resistance index (VIRRI). We analyze whether VIRRI, a non-invasive technique based on vascular autoregulation under abdominal pressure, can replace complex methods for predicting renal compensatory capacity.

**Materials and methods:** An observational and prospective study was conducted in two transplant centers with 32 adult donors (eGFR >80 ml/min/1.73 m<sup>2</sup>). Functional renal reserve (RFR) was compared using two methods: oral protein loading (1.2 g/kg) with creatinine clearance, and the intraparenchymal renal resistive index (VIRRI) variation test by Doppler ultrasound under abdominal mechanical stress. Statistical analysis included Student's t-tests, Pearson correlation and Mann-Whitney U, considering significance with  $p < 0.05$  and 95% confidence intervals.

**Results:** We included 32 participants (27 with extended criteria; 5 healthy). Donors with extended criteria had higher age, weight, BMI, glucose, and LDL ( $P < 0.05$ ). Although baseline eGFR was similar between groups (109 mL/min), functional renal reserve was significantly lower in the extended criteria group ( $39.3 \pm 33.7$  vs.  $87.2 \pm 71$  mL/min;  $P < 0.05$ ). No statistically significant correlation was found between the protein load measurement and the VIRRI test ( $R_2 = 0.054$ ).

**Conclusions:** Donors with extended criteria have a significantly lower RRF despite a normal baseline eGFR. Aging and metabolic alterations erode renal compensatory capacity, a phenomenon that conventional static assessments fail to detect. The lack of correlation among the evaluated methods underscores the need for dynamic protocols. Integrating RRF into donor selection optimizes risk stratification, thereby ensuring greater graft viability and longevity in kidney transplantation.

**Keywords:** Donors with extended criteria, functional renal reserve, glomerular filtration rate, variation in the intraparenchymal renal resistance index.

---

## Introducción

El trasplante renal actual se enfrenta a una creciente demanda de órganos, lo que ha impulsado el uso de donantes con criterios extendidos [1]. Estos individuos, caracterizados por alteraciones metabólicas leves como obesidad, dislipidemia o edad avanzada, presentan una función renal basal adecuada, pero no están exentos de riesgos a largo plazo. Aunque el aumento del riesgo absoluto de enfermedad renal crónica terminal (ERCT) tras la donación es pequeño, la pérdida de masa de nefronas impone una carga fisiológica significativa al riñón remanente.

Tras la nefrectomía, el riñón único experimenta una adaptación funcional que eleva su tasa de filtrado glomerular (TFG) hasta un 60-70% del valor pre-donación, impulsada por un incremento en el flujo sanguíneo renal. Sin embargo, este mecanismo de compensación implica una hiperfiltración adaptativa que puede derivar en hipertensión glomerular y nefroesclerosis progresiva [2].

La preocupación actual radica en que los donantes marginales, particularmente los adultos mayores y los obesos, pueden tener una capacidad de respuesta adaptativa limitada, lo que plantea dudas sobre la seguridad de generalizar los resultados de estudios previos a estas subpoblaciones. Ante esta incertidumbre, surge la necesidad crítica de mejorar la estratificación del riesgo. En este contexto, la estimación de la reserva renal funcional (RRF) se posiciona como una herramienta clave para evaluar la verdadera capacidad compensatoria del riñón y predecir con mayor precisión el riesgo de progresión a enfermedad renal crónica [3].

La concordancia entre la variación del índice de resistencia renal intraparenquimatoso (VIRRI) y la presencia de reserva renal funcional en sujetos sanos podría tener implicaciones clínicas importantes. La prevención del deterioro agudo y/o a largo plazo de la función renal es esencial en situaciones específicas en las que los sujetos sanos son los que corren mayor riesgo de desarrollar disfunción renal, como en la nefrectomía durante el proceso de donación renal [4, 5].

En este escenario extremadamente importante, una prueba VIRRI negativa puede evitar pruebas costosas, complejas y molestas para evaluar la reserva funcional renal [6, 7].

La evaluación de la microvasculatura renal ha encontrado en el ultrasonido Doppler una herramienta fundamental, permitiendo cuantificar de forma indirecta la rigidez y la remodelación del lecho vascular. Mediante el índice resistivo (IR) de Pourcelot y el índice de pulsatilidad, es posible identificar alteraciones inducidas por factores como la edad, la diabetes o el daño intersticial. Estos índices, cuyos valores normales en adultos se sitúan en 0.70 y 1.20, respectivamente, actúan como indicadores sensibles de la resistencia tisular y la impedancia arterial frente a cambios en la presión hidrostática o el daño capilar. En este contexto, la variación del índice de resistencia renal intraparenquimatoso (VIRRI) se presenta como una innovación no invasiva para medir la reserva funcional renal. La prueba consiste en inducir un incremento de la presión abdominal mediante un peso controlado equivalente al 10% de la masa corporal, lo que provoca una compresión vascular que activa los mecanismos autorregulatorios del riñón. En sujetos sanos, una respuesta fisiológica adecuada se manifiesta mediante una caída del índice resistivo de al menos 0.05, hallazgo que se correlaciona con una reserva renal superior a 15 ml/min. La relevancia clínica

de la prueba VIRRI es notable, especialmente por su alta sensibilidad y su valor predictivo negativo (100%), lo que permite descartar con seguridad deficiencias de la reserva funcional. En escenarios críticos como la evaluación de donantes vivos para nefrectomía, la implementación de la VIRRI ofrece una alternativa económica, rápida y reproducible que podría sustituir a métodos más costosos y molestos, garantizando una protección proactiva contra el deterioro renal a largo plazo. El objetivo del presente es evaluar la reserva renal funcional en potenciales donadores renales con criterios extendidos y en donadores sanos, mediante una prueba de variación del índice resistivo renal intraparenquimatoso y una prueba de administración de una carga de proteínas por vía oral.

## Materiales y métodos

### Diseño del estudio

Este estudio es observacional, de corte transversal. La fuente es prospectiva.

### Escenario

El presente estudio se llevó a cabo en 2 unidades de trasplante de donante vivo. El “Instituto Nacional de Nutrición y Ciencias Médicas Salvador Zubirán” y Hospital General de México “Dr. Eduardo Liceaga”. El período de estudio fue del 1 de marzo de 2021 al 31 de diciembre de 2022.

### Participantes

Se incluyeron los registros de pacientes adultos mayores de 18 años en el protocolo de donación renal con una tasa de filtrado glomerular calculada utilizando la ecuación CKD-EPI superior a 80 ml/min/1.73 m<sup>2</sup>. Se excluyeron pacientes a) en tratamiento crónico que pueda modificar el flujo sanguíneo renal y/o la tasa de filtrado glomerular (inhibidores de enzimas convertidoras de angiotensina, bloqueadores de receptores de angiotensina, betabloqueantes, bloqueadores de canales de calcio, diuréticos). b) Consumo de analgésicos antiinflamatorios no esteroideos (AINES) en los 2 días previos a las pruebas. c) Evidencia por ultrasonido de alteraciones en la morfología renal, o estenosis de la arteria renal. Se eliminaron los casos con pérdida de seguimiento y datos incompletos.

### Variables

Las variables sociodemográficas fueron: edad, sexo, etnia, presencia de obesidad o sobrepeso. Las variables de laboratorio fueron: hipercolesterolemia, colesterol HDL, colesterol LDL, hipertrigliceridemia, hiperuricemia y creatinina sérica. Se midió el índice resistivo renal intraparenquimatoso y reserva renal funcional.

### Fuentes de datos/mediciones

La fuente fue directa. Todos los sujetos seguían una dieta estándar en proteína, con un ayuno previo de al menos 12 horas. Recibieron hidratación inicial de 1000 ml de agua; posteriormente,

300 ml/h durante 2 horas. La RRF se midió mediante una prueba de carga oral de proteína (1.2 g de proteína/Kg de peso corporal) realizada con proteína aislada de suero de leche. La creatinina urinaria (uCr) y la creatinina sérica (sCr) se midieron mediante un método enzimático (Unicel DxC 600). El aclaramiento de creatinina (CrCl) se calculó y corrigió para el área de superficie corporal (ASC) de la siguiente manera:  $CrCl = uCr \text{ (mg/dL)} / sCr \text{ (mg/dL)} * \text{volumen urinario (mL)/tiempo (minuto)} * 1,73 / BSA \text{ (m}^2\text{)}$ . El tiempo de aclaramiento de creatinina utilizado fue de 120 minutos. Se evaluó un CrCl de 2 h tras la carga de proteínas. La diferencia entre el CrCl más alto obtenido tras la carga de proteínas y el basal se definió como RRF.  $RRF = CrCl \text{ máx} - TFGe \text{ basal}$ .

Evaluación de la reserva renal funcional mediante USG Doppler renal utilizando la prueba de variación del índice resistivo renal intraparenquimatoso (VIRRI):

Se estimó la reserva renal funcional mediante USG Doppler renal mediante el protocolo previamente validado por Samoni y colaboradores.(27,28). La medición del índice resistivo renal (IRR) fue realizada por un médico adscrito al departamento de Radiología e Imagen, utilizando una sonda convexa multifrecuencia y una configuración de la máquina adecuada. Dado que se ha detectado una diferencia entre las mediciones automáticas y manuales de IRR, decidimos utilizar los cálculos manuales de IRR en todos los casos, de acuerdo con nuestra práctica clínica habitual. Los IRR se calcularon con la siguiente fórmula:  $IRR = [(velocidad \text{ pico sistólica} - velocidad \text{ tele diastólica}) / velocidad \text{ pico sistólica}]$ , en la que se midieron la velocidad pico sistólica y la velocidad tele diastólica en la misma onda. Los IRR se calcularon en tres arterias interlobulillares (superior, media e inferior) de cada riñón. Luego, se registró el valor promedio de cada riñón. Y, posteriormente, el promedio de ambos riñones. Se decidió medir todas las IRR en arterias interlobulillares, en lugar de en arterias interlobulares o segmentarias, para evaluar la vasculatura cercana al glomérulo. La prueba VIRRI se realizó en todos los sujetos en posición supina, tras un descanso de al menos 5 min. Se aplicó una bolsa de solución salina sobre la pared abdominal, equivalente al 10 % del peso corporal real del sujeto. Registramos el IRR en la arteria interlobulillar media cada minuto durante 10 minutos de estrés abdominal mecánico para evaluar el cambio en el IRR relacionado con la compresión de las arterias y venas renales y la consiguiente reducción del flujo sanguíneo. Se tomó como referencia el IRR más bajo alcanzado durante el estrés mecánico abdominal. La VIRRI se definió como la diferencia porcentual entre el IRR basal y el IRR de estrés.

### Sesgos

Las encuestas se aplicaron de forma estandarizada por el investigador principal, utilizando una guía preestablecida y aprobada en el protocolo de investigación. La información fue revisada por dos investigadores de manera independiente y registrada en copia. Se incluyeron únicamente los registros con concordancia total.

### **Tamaño del estudio**

La muestra fue probabilística, con un tamaño de efecto de 0.9 (d de Cohen), a una cola, error alfa de 0.05 y poder del 80%, por lo que se obtuvieron 2 grupos de 16 pacientes. Se usó el programa Gpower v3.1 para el cálculo muestral.

### **Variables cuantitativas**

Los resultados de las variables ordinales se presentan en frecuencias y porcentajes. Los resultados de las variables en escala se presentan como promedios. No se convirtieron las variables de escala en variables cuantitativas.

### **Análisis estadístico**

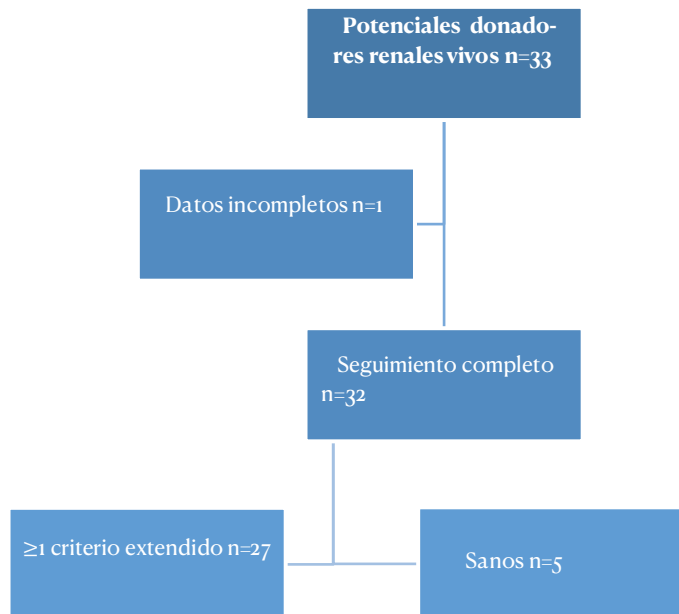
Se realizó estadística descriptiva, mediante el empleo de medias, desviaciones estándar, medianas y rangos para variables cuantitativas, de acuerdo con su distribución y normalidad; para variables de tipo cualitativo se realizó la estimación de frecuencias absolutas y relativas. Para comparar las variables se emplearon pruebas de Student, de Fisher exacta, de chi-cuadrado o de U de Mann-Whitney. Se calculó la correlación de Pearson y/o de Spearman para determinar la asociación entre las variables. Los resultados se consideraron estadísticamente significativos para valores de  $p < 0.05$ , con un intervalo de confianza del 95%.

## **Resultados**

### **Participantes**

Ingresaron al estudio 32 pacientes, alcanzando el 100% del tamaño muestral ([Figura 1](#)). Un total de 27 con criterios extendidos y 5 sanos.

**Figura 1.** Flujograma de participantes.



**Características de la población de estudio**

Entre los potenciales donadores incluidos, la edad media fue de 43 años; el 53% eran mujeres. En la [tabla 1](#) se presentan las características clínicas generales de los donadores. El grupo de donadores extendidos fue de 16 años mayores, tuvo más peso, 16,5 kg más que el grupo de donantes sanos, y tuvo un mayor índice de masa corporal, de 22,7 a 27,1 kg/m<sup>2</sup>. En el resto de valores descriptivos no hubo diferencia entre los grupos.

**Tabla 1.** Características generales del grupo de estudio.

	Sujetos Sanos n=5	Criterios extendidos n=27	p
Sexo (Hombre/Mujer)	0/5	15/12	<0.05.
Edad (años)	31 (27-32)	47(22-70)	<0.05.
Peso (Kg)	58 (56-59.4)	74.5 (51-94)	<0.05.
Talla (cm)	159(152-167)	163 (150-178)	<0.05.
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	22.7 (21.3-24.4)	27.1 (21.9-32.1)	<0.05.
ASC (m <sup>2</sup> )	1,5 (1.4-1.6)	1.7 (1.4-2.09)	<0.05.
PAS (mmHg)	107 (100-131)	110 (100-131)	0.8
PAD (mmHg)	80 (65-93)	70 (60-89)	0.3
Frecuencia cardíaca (mmHg)	77 (61-85)	63 (53-95)	0.2
Colesterol total (mg/dl)	156±22.7	177±36	0.1
Triglicéridos (mg/dl)	88.2±37.5	159±92	0.1
LDL (mg/dl)	86±14	109±32.5	<0.05.
HDL (mg/dl)	54±9.7	43±9.2	<0.05.
Ácido Úrico (mg/dl)	4.3±1.1	5.2±1.08	0.8
Glucosa (mg/dl)	87±2.3	94±9.6	<0.05.
Densidad Urinaria	1017±12	1018±5.8	0.7
Ph Urinario	5.8±0.6	5.5±0.5	0.3

\*Datos presentados en medianas y Rangos. Kg: kilogramo, cm: centímetro, m2: metro cuadrado, mmHg:

milímetros mercurio.

Se realizó test t student con IC 95. ASC: Área de superficie corporal. PAS: Presión arterial sistólica, PAD: Presión arterial diastólica

### Reserva funcional

Se realizó la evaluación de la reserva renal funcional mediante la prueba de carga oral de proteínas. La tasa de filtrado glomerular estimada mediante la fórmula CKD-EPI 2021 fue de 109.8 mL/min/1,73 m<sup>2</sup>. La media de la reserva renal funcional fue de 46.8±43.9 ml/min/1,73m<sup>2</sup> (Tabla 2).

**Tabla 2.** Test evaluación de la reserva renal funcional mediante la prueba de carga oral de proteínas.

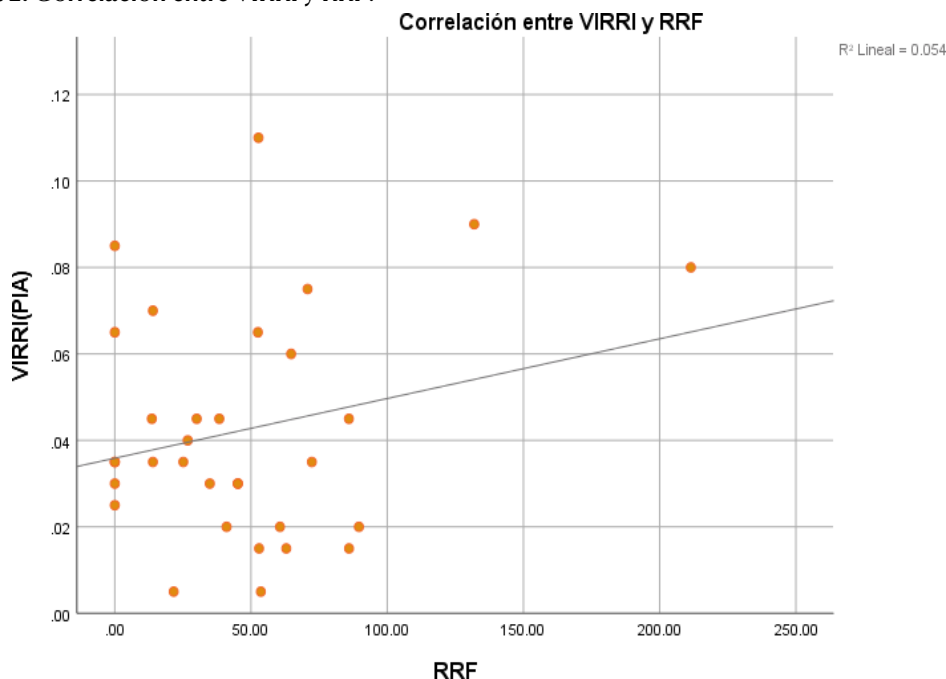
	Sanos n=5	Criterios extendidos n=27	p
TFGe CKD-EPI 2021(ml/min/1.73)	109±14.9	109±10	0.9
Creatinina sérica basal (mg/dl)	0.7±0.11	0.7±0.13	0.7
Creatinina urinaria basal (mg/dl)	15.6±14.7	30.7±19.8	0.08
Volumen urinario basal (ml/min)	6.7±3.8	4.7±2.4	0.3
Reserva renal funcional (ml/min/1.73)	87.2±71	39.3±33.7	<0.05

\*Datos presentados en medias y desviación estándar. Se realizó test t student con IC 95.

### Correlación entre reserva funcional medida por los dos métodos

La correlación entre los dos métodos para medir la reserva funcional renal fue estadísticamente no significativa R<sup>2</sup>=0.054 (Figura 2).

**Figura 2.** Correlación entre VIRRI y RRF.



## Discusión

Este estudio analizó a 32 participantes (27 con criterios extendidos y 5 sanos), revelando que los donadores con criterios extendidos presentan un perfil metabólico y físico significativamente distinto, caracterizándose por ser en promedio 16 años mayores, tener un mayor peso (74.5 kg), un IMC superior (27.1 kg/m<sup>2</sup>) y niveles más elevados de glucosa y LDL en comparación con el grupo sano. A pesar de que ambos grupos iniciaron con una tasa de filtrado glomerular estimada similar (109 ml/min/1.73m<sup>2</sup>), el hallazgo clínico más crítico fue la marcada reducción en la reserva renal funcional del grupo con criterios extendidos (39.3 ± 33.7 frente a 87.2 ± 71 ml/min/1.73 en sanos), lo que demuestra una menor capacidad de respuesta fisiológica al estrés proteico. Finalmente, el estudio determinó que no existe una correlación estadísticamente significativa entre los dos métodos utilizados para medir dicha reserva ( $R^2 = 0.054$ ), lo que sugiere que las herramientas de evaluación actuales podrían no ser intercambiables.

Estos resultados sugieren que la evaluación convencional de la función renal mediante la tasa de filtrado glomerular estimada (TFGe) es insuficiente para identificar precozmente el deterioro funcional en donantes con criterios extendidos, ya que, a pesar de presentar valores basales normales, su capacidad de adaptación fisiológica se ve comprometida. La disparidad observada en la reserva renal funcional (RRF) indica que factores como la edad avanzada, el sobrepeso y las alteraciones metabólicas (glucosa y LDL elevados) actúan como determinantes silenciosos que merman la capacidad de hiperfiltración compensatoria. Asimismo, la nula correlación entre los métodos de medición analizados plantea una interrogante crítica sobre la validez de las herramientas actuales, lo que sugiere que la falta de estandarización en las pruebas de estrés renal podría llevar a una sobreestimación de la viabilidad del injerto. En consecuencia, es necesario integrar pruebas de estrés proteico más rigurosas para garantizar una selección de donantes que minimice el riesgo de falla renal postrasplante.

Desde una perspectiva clínica, las aplicaciones prácticas de este estudio se centran en el perfeccionamiento de los protocolos de selección de donantes y en el manejo personalizado del receptor. La marcada disminución de la reserva renal funcional en sujetos con criterios extendidos sugiere que la prueba de carga oral de proteínas debería incorporarse como una herramienta diagnóstica estándar para discernir la calidad real del injerto, más allá de la simple creatinina sérica. Esta información permitiría a los equipos de trasplante implementar estrategias de nefroprotección temprana, ajustando con mayor precisión las dosis de inmunosupresores nefrotóxicos en receptores que reciban órganos con reserva limitada. Asimismo, la identificación de factores metabólicos modificables en los donantes resalta la importancia de programas de optimización pre-donación, orientados a mitigar el impacto del sobrepeso y la dislipidemia. En última instancia, la adopción de estos criterios de evaluación funcional más sensibles promete reducir las tasas de función retardada del injerto y mejorar la supervivencia a largo plazo del órgano trasplantado.

Los hallazgos de este estudio coinciden con la evidencia científica previa que posiciona a la reserva renal funcional (RRF) como un marcador más sensible que la creatinina o la tasa de filtrado glomerular estimada (TFGe) para detectar el deterioro renal silente. Al igual que lo reportado por Mueller y Luyckx [8], nuestros resultados confirman que una TFGe aparentemente normal puede coexistir con una RRF significativamente disminuida, especialmente en donantes con factores de riesgo metabólico. Por otro lado, la baja correlación observada entre los distintos métodos de medición refuerza la advertencia de Mancianti N, et al [9], sobre la falta de estandarización de las pruebas de estrés renal, lo que subraya que la RRF evaluada mediante la carga proteica identifica un componente de la "masa de nefronas funcional" que las fórmulas estáticas de estimación no logran capturar.

A pesar de los hallazgos significativos, este estudio presenta limitaciones importantes que deben considerarse al interpretar los datos, siendo la más destacada el tamaño muestral reducido del grupo de control (n=5), lo que restringe la potencia estadística para realizar comparaciones más robustas y generalizables. Además, el diseño transversal de la investigación impide establecer una relación de causalidad definitiva entre los parámetros metabólicos alterados y la pérdida de la reserva renal a largo plazo, limitándose a mostrar una asociación en un único momento. También existe un sesgo potencial derivado de la heterogeneidad del grupo de criterios extendidos, en el que la coexistencia de múltiples factores (edad, obesidad y dislipidemia) dificulta aislar el impacto individual de cada variable sobre la función renal. Finalmente, la ausencia de un seguimiento postrasplante en los receptores limita la capacidad de este estudio para validar si la disminución de la reserva renal funcional, medida mediante la carga proteica, se traduce efectivamente en una menor supervivencia del injerto o en una mayor incidencia de función retardada en la práctica clínica.

A partir de estos hallazgos, se abren diversas líneas de investigación orientadas a refinar la evaluación del donante y mejorar los desenlaces del trasplante. Una prioridad fundamental es el desarrollo de estudios longitudinales prospectivos que correlacionen la reserva renal funcional (RRF) pre donación con la supervivencia del injerto a cinco y diez años, lo que permitirá establecer umbrales numéricos de RRF que predigan con exactitud el riesgo de falla renal crónica en el receptor. Asimismo, resulta imperativo investigar la estandarización de los protocolos de estrés renal, comparando la carga oral de proteínas con estímulos farmacológicos para determinar qué técnica ofrece mayor reproducibilidad clínica. Otra vertiente prometedora radica en la investigación traslacional, explorando si biomarcadores urinarios de daño tubular temprano se elevan de forma diferencial durante la prueba de estrés en donantes con criterios extendidos. Finalmente, surge el interés por evaluar intervenciones de acondicionamiento metabólico pretrasplante, analizando si la optimización del IMC y el perfil lipídico del donante puede recuperar parcialmente la reserva funcional antes de la ablación del órgano.

## Conclusión

En conclusión, este estudio demuestra que los donadores con criterios extendidos presentan una reserva renal funcional (RRF) significativamente disminuida en comparación con donadores sanos, a pesar de mantener una tasa de filtrado glomerular estimada (TFGe) aparentemente preservada. Este fenómeno sugiere que el envejecimiento, el aumento del índice de masa corporal y las alteraciones metabólicas, como la dislipidemia, actúan como factores erosivos de la capacidad de compensación renal, los cuales pasan desapercibidos en las evaluaciones clínicas convencionales. La falta de correlación entre los métodos de medición y la marcada diferencia en la respuesta al estrés proteico subrayan la urgencia de pasar de un modelo de evaluación estático a uno dinámico y funcional. Por lo tanto, la integración de la RRF en el protocolo de selección no solo permitiría una estratificación de riesgo más precisa para el receptor, sino que también se posicionaría como una herramienta esencial para optimizar el aprovechamiento de injertos de criterios extendidos, garantizando una mayor viabilidad y longevidad del órgano en el complejo escenario del trasplante renal actual.

### Abreviaturas

ERC: enfermedad renal crónica.

ERCT: enfermedad renal crónica terminal.

TFG: tasa de filtrado glomerular.

RRF: reserva renal funcional.

TFGe: tasa de filtrado glomerular estimada.

VIRRI: variación del índice de resistencia renal intraparenquimatosa. IRR: Índice resistivo renal intraparenquimatoso.

uCr: Creatinina urinaria.

sCr: Creatinina sérica.

CrCl: aclaramiento de creatinina.

PIA: presión intra-abdominal

### Información suplementaria

Los materiales suplementarios no han sido declarados.

### Agradecimientos

Agradecemos al personal médico, de enfermería, administrativo, y a los pacientes del “Instituto Nacional de Nutrición y Ciencias Médicas Salvador Zubirán” y del Hospital General de México “Dr. Eduardo Liceaga”. Centros donde se realizó el estudio.

### Contribuciones de los autores

**Jesús Daniel Lima Lucero:** Conceptualización, curación de datos, investigación, visualización, redacción-borrador original.

**Lucía Monserrat Pérez Navarro:** Conceptualización, curación de datos, investigación, visualización y redacción del borrador original.

**Rafael Valdez Ortiz:** Conceptualización, análisis formal, metodología, administración del proyecto, recursos, software, supervisión, validación, redacción – revisión y edición.

Todos los autores leyeron y aprobaron la versión final del manuscrito.

#### **Financiamiento**

El estudio fue autofinanciado por los autores.

#### **Disponibilidad de datos o materiales**

No aplica.

## **Declaraciones**

#### **Aprobación del comité de ética y consentimiento para participar**

El protocolo fue sometido y aprobado por el comité de ética del Instituto Nacional de Nutrición Salvador Zubirán, y se obtuvo el consentimiento informado por escrito de cada participante (INNSZ ref.4177, HGM CI/030/22).

#### **Consentimiento para publicación**

No aplica cuando no se publican imágenes, radiografías o fotografías específicas de pacientes.

#### **Conflictos de interés**

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

#### **Uso de IA generativa**

Los autores declaran haber usado la IA generativa de forma responsable, sin sustituir el pensamiento crítico, la experiencia y el juicio de los autores. La IA se utilizó bajo supervisión y control para elaborar la sección de discusión. El uso de la herramienta de IA mantiene la privacidad y la confidencialidad de los datos y aportaciones, incluidos los manuscritos publicados e inéditos, así como cualquier información personal identificable. Se ha cumplido con las políticas de la revista que permiten el uso de IA generativa únicamente en las secciones de introducción y discusión.

Solo se otorgan derechos limitados a la IA para prestar un servicio.

Se revisaron y verificaron cuidadosamente la precisión, la integridad y la imparcialidad de todos los resultados generados por IA para garantizar que el manuscrito refleje una contribución auténtica y original.

#### **Información de los autores**

**Jesús Daniel Lima Lucero**, médico por la Universidad Central del Ecuador (Quito, 2015). Especialista en Medicina (Nefrología) por la Universidad Nacional Autónoma de México (México, 2022). Alta Especialidad en Medicina Nefrología del Trasplante por la Universidad Nacional Autónoma de México (México 2022). Trabaja en el Hospital Vozandes Quito como líder de nefrología y nefrólogo, SIME Sistemas Médicos, y el Hospital de Especialidades Eugenio Espejo en Quito, Ecuador.

Email: [jdllch@hotmail.com](mailto:jdllch@hotmail.com)

<https://orcid.org/0009-0004-6811-7288>

**Lucía Monserrat Pérez Navarro**, Investigadora en Ciencias Médicas/Coordinador de Investigación (Nefrología) en el Hospital General de México.

<https://orcid.org/0000-0002-9281-9202>

**Rafael Valdez Ortiz**, Jefe del servicio de Nefrología, Hospital General de México.

<https://orcid.org/0000-0003-3504-5869>

---

## Referencias

1. Muzaale AD, Massie AB, Wang MC, Montgomery RA, McBride MA, Wainright JL, Segev DL. Risk of end-stage renal disease following live kidney donation. *JAMA*. 2014 Feb 12;311(6):579-86. doi: [10.1001/jama.2013.285141](https://doi.org/10.1001/jama.2013.285141). PMID: 24519297; PMCID: PMC4411956.
2. Mueller TF, Luyckx VA. The natural history of residual renal function in transplant donors. *J Am Soc Nephrol*. 2012 Sep;23(9):1462-6. doi: [10.1681/ASN.2011111080](https://doi.org/10.1681/ASN.2011111080). Epub 2012 Jul 12. PMID: 22797183.
3. Pekkaflah MZ, Kara K. Doppler ultrasound measurements of renal functional reserve in healthy subjects. *Med Ultrason*. 2015 Dec;17(4):464-8. doi: [10.11152/mu.2013.2066.174.dop](https://doi.org/10.11152/mu.2013.2066.174.dop). PMID: 26649340.
4. Samoni S, Nalesso F, Meola M, Villa G, De Cal M, De Rosa S, Petrucci I, Brendolan A, Rosner MH, Ronco C. Intra-Parenchymal Renal Resistive Index Variation (IRRIV) Describes Renal Functional Reserve (RFR): Pilot Study in Healthy Volunteers. *Front Physiol*. 2016 Jul 6;7:286. doi: [10.3389/fphys.2016.00286](https://doi.org/10.3389/fphys.2016.00286). PMID: 27458386; PMCID: PMC4933701.
5. Meola M, Petrucci I, Giovannini L, Samoni S, Dellafiore C. L'ecografia e il color Doppler in nefrologia. Il rene normale: anatomia ecografica, vascularizzazione e anomalie congenite [Ultrasound and color Doppler applications in nephrology. The normal kidney: anatomy, vessels and congenital anomalies]. *G Ital Nefrol*. 2012 May-Jun;29(3):333-47. Italian. PMID: [22718458](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22718458/).
6. Samoni S, Villa G, De Rosa S, Neri M, Tofani L, Husain-Syed F, De Cal M, Nalesso F, Meola M, Ronco C. The relationship between intra-parenchymal renal resistive index variation and renal functional reserve in healthy subjects. *J Nephrol*. 2021 Apr;34(2):403-409. doi: [10.1007/s40620-020-00786-1](https://doi.org/10.1007/s40620-020-00786-1). Epub 2020 Jun 29. PMID: 32602005.
7. Spinelli A, Sharma A, Villa G, Samoni S, Ramponi F, Brocca A, Brendolan A, Chiamonte S, Castellano G, Gesualdo L, Ronco C. Rationale for the Evaluation of Renal Functional Reserve in Living Kidney

---

Donors and Recipients: A Pilot Study. *Nephron*. 2017;135(4):268-276. doi: [10.1159/000454931](https://doi.org/10.1159/000454931). Epub 2017 Jan 5. PMID: 28052302.

8. Mueller TF, Luyckx VA. Potential utility of renal functional reserve testing in clinical nephrology. *Curr Opin Nephrol Hypertens*. 2024 Jan 1;33(1):130-135. doi: [10.1097/MNH.0000000000000930](https://doi.org/10.1097/MNH.0000000000000930). Epub 2023 Sep 15. PMID: 37706475; PMCID: PMC10715690.

9. Mancianti N, Guarnieri A, Iadanza E, Belluardo M, Lenoci M, Toraldo F, Rossi E, La Porta E, Calatroni M, Salvo DP, Ferretti F, Marotta G, Garosi G. Evaluation of renal functional reserve with oral protein load or new ultrasound test. *J Nephrol*. 2025 Jan;38(1):127-133. doi: [10.1007/s40620-024-02163-8](https://doi.org/10.1007/s40620-024-02163-8). Epub 2025 Jan 4. PMID: 39753720.

**DOI:** Digital Object Identifier. **PMID:** PubMed Identifier.

---

## Nota del Editor

REV SEN se mantiene neutral respecto de los reclamos jurisdiccionales sobre mapas publicados y afiliaciones institucionales.

---