



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS
ESCUELA DE GRADUADOS

TITULO:

**ROL DE LA ECOGRAFÍA DOPPLER RENAL EN PACIENTES CON
NEFROPATÍA DIABÉTICA**

**SINOPSIS DEL TEMA DE TESIS A PRESENTAR PARA OPTAR POR EL
TÍTULO DE ESPECIALISTA EN IMAGENOLOGÍA**

POSTGRADISTA:

JUAN CARLOS RONQUILLO CEVALLOS.

TUTOR:

DR. YURI GALLINO CARDONA.

AÑO:

2021

GUAYAQUIL – ECUADOR

RESUMEN

En las enfermedades renales, la ecografía se utiliza como técnica de imagen de primera línea, y su papel en la nefropatía médica es excluir patologías urológicas, diferenciar entre insuficiencia renal aguda y crónica, hacer un seguimiento de la evolución de una enfermedad, orientar la aguja en la biopsia, etc. El objetivo fue determinar los hallazgos en la ecografía doppler renal en pacientes diagnosticados con nefropatía diabética que son atendidos en la consulta externa del Hospital del IESS Dr. Teodoro Maldonado Carbo. El diseño empleado fue cuantitativo, analítico, prospectivo y de corte transversal. La muestra estuvo conformada por 72 pacientes con diagnóstico de diabetes mellitus tipo 2, de ellos el 40% pertenecían al grupo de edad >50 años, un 29% entre 40 a 50 años, un 21% entre 30 a 40 años y con un 10% entre 20 a 30 años. El 49% de ellos tenían una duración de la diabetes más de 10 años, seguidos del 26% de pacientes de 5 a 10 años y el 25% menor de 5 años de duración de la diabetes. Concluyendo que la ecografía y el Doppler son los métodos de diagnóstico de elección en la evaluación morfológica de las enfermedades renales. Particularmente en patologías nefrológicas, el uso combinado de la ecografía en modo B y el Doppler color, incluida la medición de los valores de IR intraparenquimatosos, es importante en la evaluación inicial de los pacientes nefropáticos, ya que estos exámenes combinados con otras pistas de diagnóstico pueden proporcionar información útil sobre el origen de la patología de la enfermedad, permitiendo así una orientación del diagnóstico.

Palabras clave: Ecografía Doppler; Nefropatía diabética; Microalbuminuria; Normo albuminuria; Macro albuminuria.

ABSTRACT

In renal diseases, ultrasound is used as a first-line imaging technique, and its role in medical nephropathy is to exclude urological pathologies, differentiate between acute and chronic renal failure, monitor the evolution of a disease, guide the needle in the biopsy, etc. The objective was to determine the findings in renal Doppler ultrasound in patients diagnosed with diabetic nephropathy who are treated in the outpatient clinic of the IESS Dr. Teodoro Maldonado Carbo Hospital. The design used was quantitative, analytical, prospective and cross-sectional. The sample consisted of 72 patients diagnosed with type 2 diabetes mellitus, of whom 40% belonged to the age group >50 years, 29% between 40 and 50 years, 21% between 30 and 40 years and with 10 % between 20 to 30 years. 49% of them had a diabetes duration of more than 10 years, followed by 26% of patients with 5 to 10 years and 25% less than 5 years of diabetes duration. Concluding that ultrasound and Doppler are the diagnostic methods of choice in the morphological evaluation of kidney diseases. Particularly in nephrological pathologies, the combined use of B-mode ultrasound and color Doppler, including the measurement of intraparenchymal IR values, is important in the initial evaluation of nephropathy patients, since these examinations combined with other diagnostic clues they can provide useful information on the origin of the pathology of the disease, thus allowing a diagnostic orientation.

Keywords: Doppler ultrasound; Diabetic nephropathy; Microalbuminuria; Normal albuminuria; Macro albuminuria.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	ii
ABSTRACT.....	iii
ÍNDICE GENERAL.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	2
PROBLEMA.....	2
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	3
1.3. Objetivos.....	4
1.3.1. Objetivo general.....	4
1.3.2. Objetivos específicos.....	4
CAPÍTULO II.....	6
MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. Nefropatía diabética.....	6
2.1.1. Definición y epidemiología.....	6
2.1.2. Etapas, características clínicas y curso clínico.....	7
2.1.3. Detección y diagnóstico.....	8
2.1.4. Factores de riesgo y patogenia.....	11
2.1.5. Patología.....	11
2.1.6. Evaluación de pacientes con nefropatía diabética.....	12
2.1.7. Monitorización de la función renal.....	14
2.1.8. Asociaciones comórbidas.....	14
2.2. Dimensiones renales.....	16
2.2.1. Espesor parenquimatoso.....	18
2.2.2. Ecogenicidad parenquimatosa.....	18
2.3. Utilidad del Doppler de color y potencia.....	23

2.3.1. Insuficiencia renal aguda (IRA).....	25
2.3.2. Seguimiento de la respuesta a la terapia	27
2.3.3. Cirrosis.....	27
2.3.4. Síndrome hepatorenal.....	28
CAPÍTULO III.....	29
MARCO METODOLÓGICO	29
3.2. Tipos de investigación	29
3.3. Población y muestra	30
3.3.1. Población.....	30
3.3.2. Muestra.....	30
3.4. Criterios de Inclusión y exclusión	30
3.5. Operacionalización de las variables.....	32
3.6. Técnica e instrumentos.....	35
3.7. Técnicas para el análisis e interpretación	35
CAPÍTULO IV	36
RESULTADOS	36
CAPÍTULO V	44
DISCUSIÓN.....	44
CAPÍTULO VI	47
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	47
CONCLUSIONES	47
RECOMENDACIONES.....	48
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
ANEXOS	53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación de la ecogenicidad parenquimatosa según Hricak y Cruz (2015).....	20
Tabla 2 Edad.....	36
Tabla 3 Tiempo de enfermedad.....	37
Tabla 4 Distribución de los pacientes por grados de albuminuria.....	38
Tabla 5 Índice de resistencia de las arterias intrarenales del riñón derecho	39
Tabla 6 Índice de resistencia de las arterias intrarenales del riñón izquierdo.....	40
Tabla 7 Correlación del ir patológico y los grados de albuminuria.....	41
Tabla 8 Duración de la diabetes y su relación con el IR.....	42
Tabla 9 Correlación del IR y la albuminuria.....	43

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico No. 1 Edad	36
Gráfico No. 2 Tiempo de enfermedad	37
Gráfico No. 3 Distribución de los pacientes por grados de albuminuria.....	38
Gráfico No. 4 Índice de resistencia de las arterias intrarenales del riñón derecho	39
Gráfico No. 5 Índice de resistencia de las arterias intrarenales del riñón izquierdo	40
Gráfico No. 6 Correlación del ir patológico y los grados de albuminuria.....	41
Gráfico No. 7 Duración de la diabetes y su relación con el IR	42
Gráfico No. 8 Correlación del IR y la albuminuria	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura No. 1 Riñón: longitud máxima en un paciente de 195 cm de altura y 98 kg de peso.	17
Figura No. 2 Paciente sometido a diálisis durante unos 8 años: riñón de longitud reducida; mala diferenciación corticomedular, parénquima hiperecoico y pequeños quistes.....	18
Figura No. 3 Riñón: (a) el parénquima parece hipoecoico en comparación con el parénquima hepático; (b) el parénquima parece isoecoico en comparación con el parénquima hepático; (c) el parénquima parece hiperecogénico en comparación con el parénquima hepático.	19
Figura No. 4 Riñón esponjoso medular: calcificaciones a nivel de la unión corticomedular con una sombra acústica asociada.	21
Figura No. 5 Hiperecogenicidad de la unión corticomedular; hallazgo incidental en paciente con hipertensión	22
Figura No. 6 Linfoma en desarrollo de riñón difusamente hipoecoico (cortesía: Carlo Martinoli).	22
Figura No. 7 Paciente afectado por IDDM: aumento del IR intraparenquimatoso (0,85); la estructura renal y la vascularización son normales.	25
Figura No. 8 Ordenada izquierda: RI; eje x: días; ordenada derecha: diuresis (ml). Paciente con IRA por nefritis intersticial; los valores de RI intraparenquimatosos se reducen sustancialmente a pesar de la anuria.....	27

INTRODUCCIÓN

Las técnicas de diagnóstico en nefrología incluyen historia clínica, examen físico, pruebas de laboratorio, gammagrafía, técnicas de diagnóstico por imagen y biopsia renal. En las enfermedades renales, la ecografía se utiliza como técnica de imagen de primera línea, y su papel en la nefropatía médica es excluir patologías urológicas, diferenciar entre insuficiencia renal aguda y crónica, hacer un seguimiento de la evolución de una enfermedad, orientar la aguja en la biopsia, etc. Las imágenes de ultrasonido son útiles para caracterizar la pelvis, evaluar las dimensiones renales y la ecogenicidad parenquimatosa, muestrear señales de Doppler de potencia de color y evaluar sus características y distribución, así como medir el índice de resistencia parenquimatosa (Platt J. , 2015).

En patologías renales, el diagnóstico se basa en la historia clínica del paciente, resultado de la exploración física, pruebas de laboratorio, gammagrafía, diagnóstico por imagen y biopsia renal. Particularmente la imagen diagnóstica es una herramienta importante ya que es fundamental para excluir la obstrucción del tracto urinario, diferenciar entre patologías agudas y crónicas, hacer un seguimiento de las enfermedades diagnosticadas y orientar la biopsia (Davidson, 2015).

La ecografía y el Doppler color se utilizan en la evaluación inicial ya que ambos están ampliamente disponibles, son fáciles de realizar, económicos y no tienen efectos secundarios no deseados. En patologías urológicas, la ecografía suele conducir a un diagnóstico definitivo, pero en las enfermedades renales su campo de aplicación parece aún limitado (Brandt & Neiman, 2017).

El debate en relación con los exámenes generalmente se refiere a la capacidad de identificar una condición patológica, distinguir entre diferentes lesiones histopatológicas e identificar a los pacientes con insuficiencia renal crónica en etapa terminal (Gross & Azevedo, 2016). Los parámetros son morfológicos (diámetro interpolar y anteroposterior, espesor parenquimatoso y ecogenicidad), patológicos (litiasis, quistes, hidronefrosis, neoplasias) y funcionales (vascularización, velocidad del flujo sanguíneo, índice resistivo) (American Diabetes Association, 2017).

CAPÍTULO I

PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La nefropatía diabética es una microangiopatía de alta morbimortalidad con gran impacto en la **Salud Pública** y repercusión socioeconómica, en los países de Latinoamérica, se calcula que el 80% de los casos de enfermedad renal crónica en etapa terminal son atribuidos a la diabetes mellitus, hipertensión arterial o a su coexistencia. El riesgo de desarrollar fallo renal es de 10 a 12 veces mayor en el paciente diabético.

La nefropatía diabética (ND) clásicamente se ha considerado una entidad que cursa por una serie de etapas que incluyen la aparición de albuminuria en diversas concentraciones, con posterior alteración en la TFG. Esto ha sido la base para su clasificación en 5 estadios, la ecografía doppler renal valora los cambios de resistencia vascular renal esto incluye los índices de resistencia, índice de pulsatibilidad en las arterias intrarrenales que es útil para predecir el deterioro de la función renal, en este estudio se busca correlacionar el perfil clínico del paciente, los valores bioquímicos de la disfunción renal, la etapa de la albuminuria (excreción urinaria de la albumina 30 y 299 mg/24h), como marcador de nefropatía diabética precoz.

La diabetes mellitus es una de las enfermedades metabólicas más comunes del mundo. Se estima que la tasa de prevalencia global de diabetes en adultos alcanzó el 10,9% en 2013 a nivel mundial (Wang, Gao, & Zhang, 2017). La nefropatía diabética (ND) es una de las complicaciones más comunes e importantes de la diabetes. El proceso patológico de los cambios renales es bastante diverso, que se puede observar desde la hiperfiltración temprana con un aumento de la tasa de filtración glomerular (TFG) hasta la nefroesclerosis tardía y la fibrosis. Se estima que entre el 30 y el 40% de los pacientes con diabetes mellitus tipo 2 (DM2) padecen

nefropatía (Lipska & Hirsch, 2017). La enfermedad renal no diabética (NDRD) se refiere a la diabetes con otras enfermedades renales, como la nefropatía por IgA (NIgA) o la nefropatía membranosa (MN).

1.1.1. Formulación del problema

¿Cuáles son los hallazgos en la ecografía Doppler renal en pacientes diagnosticados con nefropatía diabética que son atendidos en la consulta externa del Hospital del IESS Dr. Teodoro Maldonado Carbo?

1.2. JUSTIFICACIÓN

El diagnóstico de la enfermedad renal diabética puede retrasarse por limitaciones de los biomarcadores primarios, que son la microalbuminuria y la tasa de filtración glomerular estimada. Varios estudios de ecografía Doppler han asociado un aumento de la resistencia vascular intrarrenal con la enfermedad, lo que hace que la ecografía sea una herramienta complementaria potencial para el diagnóstico precoz. Sin embargo, no hay pruebas suficientes para establecer la efectividad de incluir la ecografía Doppler en el proceso de diagnóstico. El metaanálisis de la ecografía Doppler versus la albuminuria muestra una diferencia estadística insignificante entre un índice resistivo alto de $\geq 0,7$ y la albuminuria, siendo el índice resistivo el parámetro preferido en el diagrama de bosque, lo que hace que la ecografía Doppler sea altamente comparable con la albuminuria para la detección de la enfermedad renal diabética. Nuevamente, hubo una diferencia estadística significativa entre un índice resistivo intrarrenal alto de $\geq 0,7$ y una tasa de filtración glomerular estimada baja de <60 ml / min / $1,73$ m², siendo el índice resistivo el parámetro preferido en el diagrama de bosque, lo que hace que la ecografía Doppler sea superior parámetro en comparación con la tasa de filtración glomerular estimada para la detección temprana de la enfermedad renal diabética (Kilgourt & Wiafe, 2020).

Aplicación práctica de los resultados

- ✓ Correlacionar los hallazgos de ecografía doppler renal con el tiempo de evolución de la enfermedad y con la bioquímica sanguínea (albuminuria).
- ✓ Determinar la utilidad de la ecografía doppler con el índice de resistencia de acuerdo al estadio de la nefropatía en que se encuentre el paciente.

Factibilidad y recursos para la ejecución

- ✓ Aprobación de la unidad de docencia e investigación del Hospital Dr. Teodoro Maldonado Carbo para la ejecución del trabajo de investigación.
- ✓ Consentimiento informado por parte de los pacientes sometidos a este estudio.
- ✓ Obtención de los valores de análisis de laboratorio a través de las historias clínicas previos a la realización de la ecografía doppler en los pacientes estudiados.
- ✓ Equipo de ecografía siemens con transductor convexo de 5 Mhz.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

- Determinar los hallazgos en la ecografía doppler renal en pacientes diagnosticados con nefropatía diabética que son atendidos en la consulta externa del Hospital del IESS Dr. Teodoro Maldonado Carbo.

1.3.2. Objetivos específicos

1. Identificar los pacientes diagnosticados con nefropatía diabética (microalbuminuria) así como el tiempo de enfermedad y sus características clínicas.

2. **Caracterizar** los cambios en la ecografía doppler (índice de resistencia e índice de pulsatibilidad) en pacientes con nefropatía diabética.
3. **Determinar** los hallazgos de ecografía doppler renal con el tiempo de evolución de la enfermedad y con la bioquímica sanguínea.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Nefropatía diabética

2.1.1. Definición y epidemiología

La nefropatía diabética es la principal causa de enfermedad renal crónica en pacientes que inician una terapia de reemplazo renal y se asocia con un aumento de la mortalidad cardiovascular (Valmadríd & Klein, 2015). La nefropatía diabética se ha definido clásicamente por la presencia de proteinuria > 0,5 g / 24 h. Esta etapa se ha denominado nefropatía manifiesta, nefropatía clínica, proteinuria o macroalbuminuria. A principios de la década de 1980, estudios seminales de Europa revelaron que pequeñas cantidades de albúmina en la orina, que generalmente no se detectan con métodos convencionales, eran predictivas del desarrollo posterior de proteinuria en pacientes diabéticos tipo 1 y tipo 2. Esta etapa de afectación renal se denominó microalbuminuria o nefropatía incipiente (Gross & Azevedo, 2016).

La incidencia acumulada de microalbuminuria en pacientes con diabetes tipo 1 fue del 12,6% durante 7,3 años según el Grupo de Estudio de Complicaciones Prospectivas de la Diabetes Europea y 33% en un estudio de seguimiento de 18 años en Dinamarca (Hovind & Tarnow, 2016). En pacientes con diabetes tipo 2, la incidencia de microalbuminuria fue del 2,0% por año y la prevalencia 10 años después del diagnóstico del 25% en el Estudio prospectivo de diabetes del Reino Unido (Adler & Stevens, 2015). La proteinuria ocurre en el 15-40% de los pacientes con diabetes tipo 1, con una incidencia máxima alrededor de los 15-20 años de diabetes (Wong & Shankar, 2017). En pacientes con diabetes tipo 2, la prevalencia es muy variable, oscilando entre el 5 y el 20% (Gross & Azevedo, 2016).

La nefropatía diabética es más prevalente entre los afroamericanos, asiáticos y nativos americanos que entre los caucásicos (Young & Maynard, 2016). Entre los pacientes que comenzaron la terapia de reemplazo renal, la incidencia de nefropatía

diabética se duplicó entre los años 1991 y 2001 (Gross & Azevedo, 2016). Afortunadamente, la tasa de aumento se ha ralentizado, probablemente debido a la adopción en la práctica clínica de varias medidas que contribuyen al diagnóstico precoz y la prevención de la nefropatía diabética, lo que disminuye la progresión de la enfermedad renal establecida. Sin embargo, la implementación de estas medidas está muy por debajo de los objetivos deseables (Craig & Donovan, 2015).

2.1.2. Etapas, características clínicas y curso clínico

La nefropatía diabética se ha categorizado didácticamente en estadios en función de los valores de excreción urinaria de albúmina (EAU): microalbuminuria y macroalbuminuria (Gross & Azevedo, 2016). Los valores de corte adoptados por la Asociación Estadounidense de Diabetes (recolección de orina cronometrada, de 24 h y puntual) para el diagnóstico de micro y macroalbuminuria, así como las principales características clínicas de cada estadio. Existe evidencia acumulada que sugiere que el riesgo de desarrollar nefropatía diabética y enfermedad cardiovascular comienza cuando los valores de EAU aún se encuentran dentro del rango normoalbuminúrico (American Diabetes Association, 2017). La progresión a micro o macroalbuminuria fue más frecuente en pacientes con diabetes tipo 2 con EAU basal por encima de la mediana (2,5 mg / 24 h) (Forsblom & Groop, 2016). Después de 10 años de seguimiento, el riesgo de nefropatía diabética fue 29 veces mayor en pacientes con diabetes tipo 2 con valores de EAU > 10 µg / min (Murussi & Baglio, 2016). Lo mismo ocurrió con los pacientes con diabetes tipo 1 (Gross & Azevedo, 2016). Esto favorece el concepto de que el riesgo asociado a EAU es un continuo, como es el caso de los niveles de presión arterial (Vasan & Larson, 2016). Posiblemente, deban establecerse valores de EAU inferiores a los que se utilizan actualmente para el diagnóstico de microalbuminuria.

Aunque la microalbuminuria se ha considerado un factor de riesgo de macroalbuminuria, no todos los pacientes progresan a esta etapa y algunos pueden regresar a normoalbuminuria (Caramori & Fioretto, 2016). Los estudios iniciales en la década de 1980 demostraron que alrededor del 80% de los pacientes diabéticos

microalbuminúricos tipo 1 progresaron a proteinuria durante un período de 6 a 14 años (Gross & Azevedo, 2016). En estudios más recientes, se ha informado que solo el 30-45% de los pacientes microalbuminúricos progresa a proteinuria durante 10 años, tal vez como resultado de estrategias de control de la glucemia y la presión arterial más intensiva. De hecho, un estudio reciente en el que participaron pacientes diabéticos tipo 1 con microalbuminuria informó una reducción de la EAU del 50% o más en el 56% de los pacientes (Perkins & Ficociello, 2015). Esta reducción se relacionó principalmente con una corta duración de microalbuminuria, A1c <8%, presión arterial sistólica <115 mmHg y perfil lipídico favorable (colesterol total <198 mg / dl y triglicéridos <145 mg / dl).

2.1.3. Detección y diagnóstico

El cribado de la nefropatía diabética debe iniciarse en el momento del diagnóstico en pacientes con diabetes tipo 2, ya que el 7% de ellos ya tienen microalbuminuria en ese momento (Gross & Azevedo, 2016). Para los pacientes con diabetes tipo 1, se ha recomendado el primer cribado a los 5 años después del diagnóstico (American Diabetes Association, 2017). Sin embargo, la prevalencia de microalbuminuria antes de los 5 años en este grupo puede llegar al 18%, especialmente en pacientes con mal control glucémico y lipídico y niveles de tensión arterial normales elevados (Stephenson & Fuller, 2015). Además, la pubertad es un factor de riesgo independiente de microalbuminuria (Schultz & Konopelska, 2016). Por lo tanto, en la diabetes tipo 1, el cribado de microalbuminuria podría realizarse 1 año después del diagnóstico de diabetes, especialmente en pacientes con mal control metabólico y después del inicio de la pubertad. Si no hay microalbuminuria, el cribado debe repetirse anualmente para los pacientes diabéticos de tipo 1 y 2.

El primer paso en la detección y el diagnóstico de la nefropatía diabética es medir la albúmina en una muestra de orina puntual, recolectada como la primera orina por la mañana o al azar, por ejemplo, en la visita médica. Este método es preciso, fácil de realizar y recomendado por las pautas de la Asociación Estadounidense de Diabetes (American Diabetes Association, 2017). Las recolecciones de orina de

veinticuatro horas y programadas son engorrosas y propensas a errores relacionados con la recolección de muestras o el registro del tiempo. Los resultados de las mediciones de albúmina en muestras puntuales pueden expresarse como concentración de albúmina en orina (mg / l) o como relación de albúmina a creatinina en orina (mg / go mg / mmol) (Eknoyan & Hostetter, 2017). Aunque la expresión de los resultados como concentración de albúmina puede verse influenciada por la dilución / concentración de la muestra de orina, esta opción sigue siendo precisa y más barata que la expresión como relación albúmina / creatinina. El valor de corte de 17 mg / l en una muestra de orina aleatoria tuvo una sensibilidad del 100% y una especificidad del 80% para el diagnóstico de microalbuminuria cuando la recolección de orina cronometrada de 24 h era el estándar de referencia. Este valor es similar al valor de corte de 20 mg / l recomendado por el Grupo Europeo de Políticas de Diabetes. Todas las pruebas anormales deben confirmarse en dos de cada tres muestras recolectadas durante un período de 3 a 6 meses, debido a la variabilidad conocida de un día a otro en los EAU (Gross & Azevedo, 2016).

La detección no debe realizarse en presencia de afecciones que aumenten la EAU, como infección del tracto urinario, hematuria, enfermedad febril aguda, ejercicio vigoroso, hiperglucemia pronunciada a corto plazo, hipertensión no controlada e insuficiencia cardíaca (Caramori & Fioretto, 2016). Las muestras deben refrigerarse si se van a utilizar el mismo día o al día siguiente, y es aceptable una congelación antes de las mediciones (Murussi & Baglio, 2016). Los inmunoensayos que se utilizan habitualmente para medir la albúmina presentan una sensibilidad diagnóstica adecuada para la detección de la nefropatía diabética. Sin embargo, recientemente se demostró que los ensayos basados en inmunoquímicos convencionales no detectaron una fracción no reactiva de albuminuria, subestimando la EAU (Hovind & Tarnow, 2016). La cromatografía líquida de alta resolución mide la albúmina total, incluidas las formas inmunorreactivas e inmunorreactivas, y puede permitir la detección temprana de nefropatía diabética incipiente.

En situaciones en las que no se dispone de medidas específicas de los EAU, se pueden utilizar medidas semicuantitativas de albuminuria con tira reactiva, como Micral Test II (American Diabetes Association, 2017). Otra alternativa es utilizar una prueba cualitativa de proteinuria (tira reactiva) o una medición cuantitativa de proteína en una muestra de orina puntual (Gross & Azevedo, 2016). La presencia de tira reactiva positiva o una concentración de proteína urinaria $> 430 \text{ mg / l}$ tiene una sensibilidad del 100% para ambas pruebas y una especificidad del 82 y 93%, respectivamente, para el diagnóstico de proteinuria (Adler & Stevens, 2015). Un resultado anormal debe confirmarse midiendo la proteína total en una muestra de orina de 24 h. Valores $> 500 \text{ mg / 24 h}$ confirman el diagnóstico de proteinuria. Los pacientes con valores más bajos aún pueden tener microalbuminuria, ya que este método no es lo suficientemente sensible para detectar pequeños incrementos en la EAU (Eknayan & Hostetter, 2017).

Aunque la medición de la EAU es la piedra angular para el diagnóstico de la nefropatía diabética, hay algunos pacientes con diabetes tipo 1 o tipo 2 que tienen una tasa de filtración glomerular (TFG) disminuida en presencia de una EAU normal (Gross & Azevedo, 2016). En pacientes con diabetes tipo 1, este fenómeno parece ser más común entre las mujeres con diabetes de larga duración, hipertensión y / o retinopatía (Caramori & Fioretto, 2016). Para los pacientes con diabetes tipo 2 en NHANES III (Tercera Encuesta Nacional de Examen de Salud y Nutrición; $n = 1,197$), la TFG baja ($< 60 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot 1,73 \text{ m}^{-2}$) estaba presente en el 30% de los pacientes en ausencia de micro o macroalbuminuria y retinopatía (Caramori & Fioretto, 2016). Aunque no se realizó biopsia renal, esta observación probablemente estuvo relacionada con una enfermedad del parénquima renal distinta de la glomerulosclerosis diabética clásica. Estos estudios indican que la normoalbuminuria no protege de una disminución de la TFG en pacientes diabéticos tipo 1 y tipo 2. Por lo tanto, la TFG debe estimarse de forma rutinaria y los EAU deben medirse de forma rutinaria para una detección adecuada de la nefropatía diabética.

La TFG se puede medir mediante técnicas específicas, como el aclaramiento de inulina, 51Cr-EDTA, 125I-iotalamato e iohexol (Forsblom & Groop, 2016). El aclaramiento de creatinina endógena se usa comúnmente, a pesar de sus limitaciones (Wong & Shankar, 2017). En la práctica clínica, la TFG se puede estimar mediante ecuaciones de predicción que tienen en cuenta la concentración de creatinina sérica y algunas o todas las siguientes variables: edad, sexo, raza y tamaño corporal.

2.1.4. Factores de riesgo y patogenia

La nefropatía diabética se desarrolla en, como máximo, el 40% de los pacientes con diabetes, incluso cuando los niveles altos de glucosa se mantienen durante largos períodos de tiempo (Caramori & Fioretto, 2016). Esta observación planteó el concepto de que un subconjunto de pacientes tiene una mayor susceptibilidad a la nefropatía diabética. Además, estudios epidemiológicos y familiares han demostrado que la susceptibilidad genética contribuye al desarrollo de nefropatía diabética en pacientes con diabetes tipo 1 y tipo 2. Los principales factores de inicio y progresión de la nefropatía diabética potencialmente modificables en individuos susceptibles son la hiperglucemia sostenida y la hipertensión (Adler & Stevens, 2015). Otros factores de riesgo putativos son la hiperfiltración glomerular, el tabaquismo, la dislipidemia, los niveles de proteinuria y los factores dietéticos, como la cantidad y la fuente de proteínas y grasas en la dieta (Gross & Azevedo, 2016).

2.1.5. Patología

La diabetes provoca cambios únicos en la estructura renal (American Diabetes Association, 2017). La glomeruloesclerosis clásica se caracteriza por un aumento del ancho de la membrana basal glomerular, esclerosis mesangial difusa, hialinosis, microaneurisma y arteriosclerosis hialina (Young & Maynard, 2016). También están presentes cambios tubulares e intersticiales. Se observan áreas de expansión mesangial extrema llamadas nódulos de Kimmelstiel-Wilson o expansión mesangial nodular en el 40-50% de los pacientes que desarrollan proteinuria. Los pacientes

micro y macroalbuminúricos con diabetes tipo 2 tienen más heterogeneidad estructural que los pacientes con diabetes tipo 1 (Gross & Azevedo, 2016).

Evaluada por microscopía electrónica, la gravedad de las lesiones glomerulares está relacionada con la TFG y la EAU y con la duración de la diabetes, el grado de control glucémico y los factores genéticos. No obstante, existe una superposición importante en la expansión mesangial y el engrosamiento de la membrana basal glomerular entre los pacientes diabéticos normoalbuminúricos, microalbuminúricos y proteinúricos tipo 1 y tipo 2, sin un límite claro para distinguir los grupos (Wong & Shankar, 2017).

2.1.6. Evaluación de pacientes con nefropatía diabética

Una vez confirmado el diagnóstico de microalbuminuria o macroalbuminuria, los pacientes deben someterse a una evaluación completa, que incluya un estudio de otras etiologías y una evaluación de la función renal y la presencia de otras asociaciones comórbidas (Caramori & Fioretto, 2016).

2.1.6.1. Diagnóstico diferencial

El diagnóstico diferencial generalmente se basa en la historia, el examen físico, la evaluación de laboratorio y las imágenes de los riñones. La biopsia renal solo se recomienda en situaciones especiales. El diagnóstico de nefropatía diabética se establece fácilmente en pacientes con diabetes tipo 1 a largo plazo (> 10 años de duración de la diabetes), especialmente si también hay retinopatía. También es probable que la nefropatía diabética típica esté presente en pacientes diabéticos proteinúricos tipo 2 con retinopatía. Sin embargo, existe incertidumbre diagnóstica en algunos pacientes con diabetes tipo 2, ya que se desconoce el inicio de la diabetes y la retinopatía está ausente en una proporción significativa (28%) de estos pacientes (Vasan & Larson, 2016).

La presencia de síntomas durante la micción sugiere trastornos del tracto urinario como obstrucción, infección o cálculos. La erupción cutánea o la artritis pueden indicar lupus eritematoso sistémico o crioglobulinemia. La presencia de factores de riesgo de enfermedad de transmisión parenteral puede plantear la sospecha de enfermedad renal asociada con VIH, hepatitis C o hepatitis B. Los antecedentes de proteinuria y / o hipertensión durante la infancia o el embarazo pueden sugerir otra glomerulonefritis. Además, los antecedentes familiares de enfermedad renal pueden indicar la presencia de enfermedad renal poliquística u otras enfermedades genéticas (Forsblom & Groop, 2016).

Las imágenes de los riñones, generalmente mediante ecografía, deben realizarse en pacientes con síntomas de obstrucción del tracto urinario, infección o cálculos renales o con antecedentes familiares de enfermedad renal poliquística (Gross & Azevedo, 2016).

Los criterios para la biopsia renal no están bien establecidos, pero en la diabetes tipo 1 se ha utilizado la presencia de proteinuria en asociación con diabetes de corta duración y / o deterioro rápido de la función renal, especialmente en ausencia de retinopatía diabética (Craig & Donovan, 2015). En pacientes con diabetes tipo 2, los criterios son menos claros. La proporción de lesiones renales no diabéticas en pacientes diabéticos proteinúricos tipo 2 parece variar según los criterios utilizados para realizar la biopsia y el origen étnico del paciente. Cuando la ausencia de retinopatía fue el criterio de biopsia en 49 pacientes caucásicos proteinúricos con diabetes tipo 2, solo el 12% tenía glomerulonefritis no diabética (Hovind & Tarnow, 2016). Por otro lado, se observaron otras nefropatías, aisladas o superpuestas a la glomeruloesclerosis diabética, en el 46 y el 19%, respectivamente, de 68 pacientes chinos con diabetes tipo 2. Proteinuria > 1 g / 24 h, afectación renal en ausencia de retinopatía o hematuria inexplicable fueron los motivos para realizar una biopsia (Gross & Azevedo, 2016). Los pacientes con glomeruloesclerosis no diabética tuvieron un mejor pronóstico que aquellos con glomeruloesclerosis diabética sola o en asociación con otras nefropatías (Hovind & Tarnow, 2016). Sin embargo, aún no

se ha establecido el beneficio real de identificar y tratar las lesiones renales no diabéticas en pacientes con diabetes.

2.1.7. Monitorización de la función renal

La TFG es el mejor parámetro de la función renal general y debe medirse o estimarse en pacientes diabéticos micro y macroalbuminúricos. En pacientes microalbuminúricos, la TFG puede permanecer estable, pero un subconjunto de pacientes ha mostrado una rápida disminución de los niveles de TFG. En pacientes con macroalbuminúricos tipo 1, la TFG disminuye aproximadamente $1,2 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{mes}^{-1}$ sin intervenciones terapéuticas. En pacientes con diabetes tipo 2, la disminución de la TFG es más variable. Un estudio informó una disminución media de $\sim 0,5 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{mes}^{-1}$, aunque en algunos pacientes la TFG puede permanecer estable durante períodos prolongados. Los pacientes con una disminución de la TFG más rápida suelen tener una glomerulopatía diabética más avanzada y un peor control metabólico (Schultz & Konopelska, 2016).

Los pacientes deben ser remitidos a un nefrólogo para evaluación y manejo conjunto cuando la TFG alcanza $30 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot 1,73 \text{ m}^{-2}$, ya que existe evidencia de que la atención nefrológica puede mejorar la morbilidad y mortalidad cuando los pacientes ingresan a terapia de reemplazo renal (Forsblom & Groop, 2016).

2.1.8. Asociaciones comórbidas

Es particularmente importante investigar la retinopatía. Idealmente, esto debe ser realizado por un oftalmólogo experimentado, ya que la retinopatía es frecuente en presencia de nefropatía diabética y es una pista para su diagnóstico (Gross & Azevedo, 2016). Los estudios prospectivos en pacientes diabéticos tipo 2 mostraron que la retinopatía diabética era un predictor del desarrollo posterior de nefropatía diabética (Meza, Ojeda, & Provoste, 2017). La retinopatía es probablemente un marcador de riesgo y no un factor de riesgo en sí mismo, ya que estas complicaciones microvasculares (nefropatía diabética y retinopatía diabética)

comparten determinantes comunes, como un control deficiente de la glucemia, la presión arterial y los lípidos. También deben evaluarse otras complicaciones de la diabetes, como la neuropatía periférica y autonómica, ya que se observan con mayor frecuencia en pacientes con nefropatía diabética y se asocian con una mayor morbilidad y mortalidad (Hovind & Tarnow, 2016).

Los pacientes con nefropatía diabética, debido a su alto riesgo cardiovascular, deben ser evaluados de forma rutinaria para detectar la presencia de enfermedad coronaria, independientemente de la presencia de síntomas cardíacos. También deben valorarse otras complicaciones ateroscleróticas, como enfermedad carotídea, arteriopatía periférica y estenosis aterosclerótica de la arteria renal. Los agentes de radiocontraste utilizados en la angiografía pueden causar insuficiencia renal aguda en hasta el 35% de los pacientes diabéticos, especialmente en aquellos con función renal disminuida (Eknoyan & Hostetter, 2017). Esto se puede prevenir mediante la hidratación previa y la administración de un medio de contraste isoosmolar (Adler & Stevens, 2015). La acetilcisteína, un eliminador de radicales libres, también ha demostrado ser renoprotector en algunos estudios, pero esto no se confirmó en un estudio reciente (Forsblom & Groop, 2016).

La estenosis crítica de la arteria renal (> 70%) ocurre en aproximadamente el 17% de los pacientes diabéticos hipertensos tipo 2 y puede estar asociada con hipertensión e insuficiencia renal (nefropatía isquémica). En estos pacientes, el uso de inhibidores de la ECA o bloqueadores de los receptores de angiotensina II tipo 1 (ARA) podría reducir la presión de filtración transcápilar, dando lugar a insuficiencia renal aguda o crónica, especialmente si la estenosis de la arteria renal afecta a ambos riñones o al único riñón en funcionamiento. Un aumento de la creatinina sérica > 50% después del uso de estos agentes es un indicio de la presencia de estenosis de la arteria renal (American Diabetes Association, 2017). Otras características sugestivas son insuficiencia renal con proteinuria mínima o ausente, retinopatía diabética mínima o ausente, presencia de enfermedad macrovascular en otros sitios (arterias coronarias, carótidas y periféricas), soplos vasculares (especialmente femorales) y encogimiento renal asimétrico en la ecografía renal

(Murussi & Baglio, 2016). La angiografía por resonancia magnética es el método de elección para detectar la estenosis de la arteria renal en pacientes diabéticos. Otras opciones, aunque con menor sensibilidad, son la gammagrafía renal con captopril y la ecografía Doppler dúplex de las arterias renales. La gammagrafía renal con captopril tiene limitaciones en pacientes con función renal disminuida (creatinina sérica > 2,0 mg / dl) y la ecografía Doppler depende en gran medida de la experiencia del operador (Valmadrid & Klein, 2015). Rara vez la revascularización renal cura la hipertensión, pero puede mejorar o estabilizar la función renal en pacientes con enfermedad renal crónica (Young & Maynard, 2016).

2.2. Dimensiones renales

La longitud media del riñón derecho es de $10,74 \pm 1,35$ cm y la longitud media del riñón izquierdo es de $11,10 \pm 1,15$ cm, medida como el diámetro más largo obtenido en una imagen oblicua posterior, con un límite inferior de normalidad generalmente indicado como 9 cm (Brandt & Neiman, 2017). La longitud renal por debajo de 8 cm está definitivamente reducida y debe atribuirse a insuficiencia renal crónica (IRC), mientras que una longitud entre 8 y 9 cm siempre debe correlacionarse con el fenotipo del paciente, especialmente la altura (Emamian & Nielsen, 2016). En un intento por mejorar la diferenciación de los riñones normales de los afectados por nefropatía crónica, algunos autores han propuesto además la evaluación del volumen renal mediante la fórmula elipsoide ($V = \text{diámetro craneocaudal} \times \text{diámetro anteroposterior} \times \text{diámetro transversal} \times 0,5233$) posteriormente ajustado a el índice de masa corporal (IMC) del paciente utilizando la fórmula $V / \text{IMC} \times 25$. Esta fórmula indica el volumen renal apropiado con valores medios de $231 \pm 50,5$ ml. El aumento de volumen renal se correlaciona con condiciones anatomopatológicas que implican hipertrofia renal, depósitos de proteínas, acumulación de líquido en el espacio intersticial o en los túbulos, infiltración celular y lesiones neoplásicas con áreas necróticas. En estas condiciones, el sitio de la lesión son con mayor frecuencia los túbulos intersticiales, ya que el componente glomerular representa solo alrededor del 8% del parénquima renal en adultos. Por tanto, se puede encontrar aumento de volumen renal en patologías neoplásicas (tanto renales como sistémicas), en

necrosis tubular aguda (NTA), en nefritis intersticial aguda, en tubulopatía aguda, en enfermedades acumulativas (glucógeno, amiloide, lípidos) y en otros casos de nefromegalia (cirrosis, diabetes mellitus, hiperalimentación) (fig. 1). En particular, la NTA conduce a un aumento sustancial del diámetro anteroposterior de ambos riñones, mientras que la longitud es generalmente normal (Fiorinia & Barozzi, 2017).



Figura No. 1 Riñón: longitud máxima en un paciente de 195 cm de altura y 98 kg de peso.

Fuente: Fiorinia y Barozzi (2017)

Un volumen renal reducido es un signo de pronóstico negativo y se correlaciona histopatológicamente con el grado de atrofia (después de la flogosis causada por reflujo), necrosis, fibrosis, hipoplasia congénita e hipoperfusión (Davidson, 2015). Puede ser causada por glomerulonefritis crónica, necrosis papilar, nefropatía hereditaria, nefroesclerosis generalizada e insuficiencia renal crónica terminal (fig. 2).

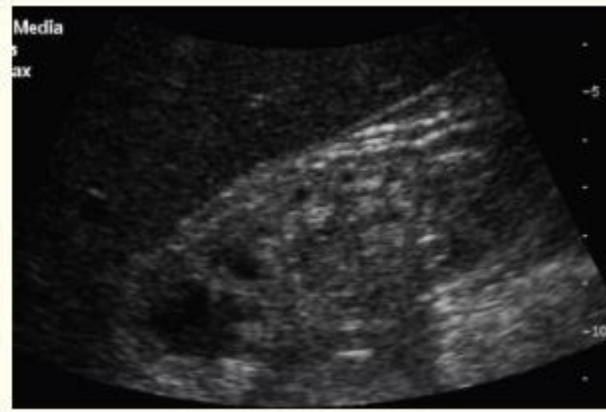


Figura No. 2 Paciente sometido a diálisis durante unos 8 años: riñón de longitud reducida; mala diferenciación corticomedular, parénquima hiperecogénico y pequeños quistes.

Fuente: Fiorinia y Barozzi (2017).

2.2.1. Espesor parenquimatoso

El grosor del parénquima es un parámetro de ecografía utilizado en la evaluación funcional del riñón y se considera normal un grosor de entre 15 y 20 mm. No existen pautas establecidas con respecto al plano de exploración y dónde se debe realizar la medición, es decir, si se debe evaluar el grosor de todo el parénquima o solo el parénquima cortical. El grosor del parénquima se correlaciona con el diámetro longitudinal del riñón, pero no con el pronóstico y la histopatología (Roger & Beale, 2016).

2.2.2. Ecogenicidad parenquimatosa

La ecogenicidad parenquimatosa es el marcador más utilizado para evaluar la presencia de nefropatía. Se evalúa comparando la ecogenicidad de la corteza renal, la médula y el seno pélico con la del hígado y el bazo adyacentes (asumiendo que el hígado y el bazo presentan una ecogenicidad normal). La ecogenicidad se divide en cuatro grados diferentes de 0 a III (Tabla 1, Fig. 3) (Hricak & Cruz, 2015).

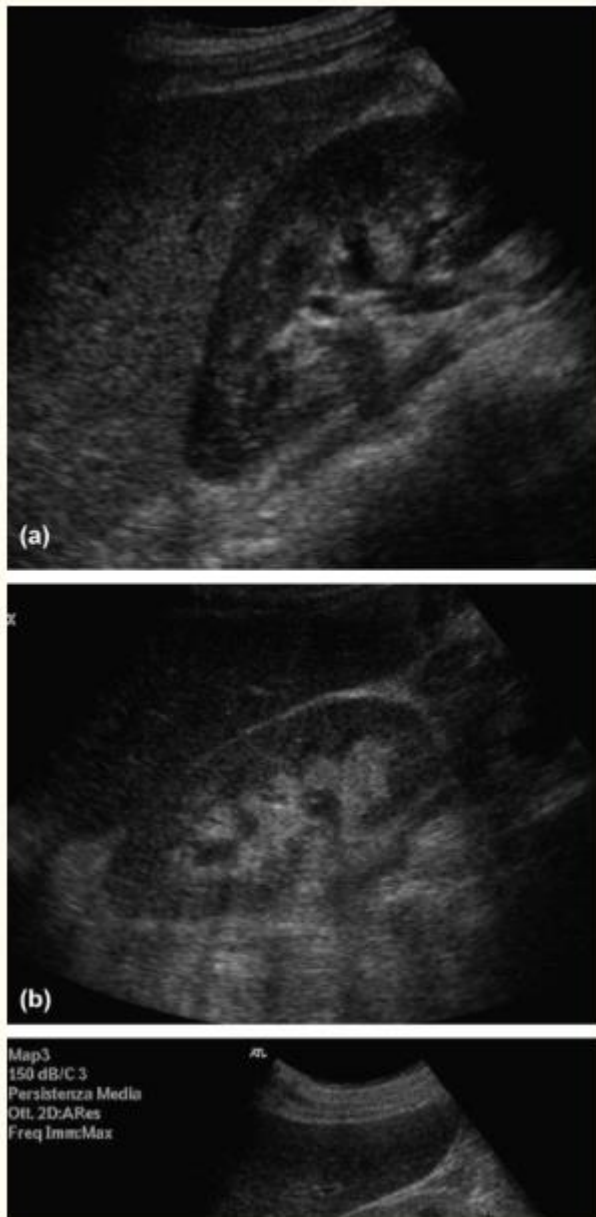


Figura No. 3 Riñón: (a) el parénquima parece hipoecoico en comparación con el parénquima hepático; (b) el parénquima parece isoecoico en comparación con el parénquima hepático; (c) el parénquima parece hiperecogénico en comparación con el parénquima hepático.

Fuente: Fiorinia y Barozzi (2017).

Tabla 1 Clasificación de la ecogenicidad parenquimatosa según Hricak y Cruz (2015)

Grados	Características
Grado 0	Ecogenicidad más pobre que la del parénquima hepático (hallazgo normal).
Grado I	Ecogenicidad idéntica a la del parénquima hepático (hallazgo normal).
Grado II	Ecogenicidad más intensa que la del parénquima hepático (hallazgo patológico).
Grado III	Ecogenicidad idéntica a la del seno renal (hallazgo patológico).

Fuente: Hricak y Cruz (2015)

Sin embargo, la clasificación de la ecogenicidad parenquimatosa no diferencia entre diferentes condiciones histopatológicas, y una ecogenicidad renal normal no excluye que el riñón del paciente esté dañado. En la evaluación de patologías renales, la sensibilidad y especificidad de la ecogenicidad en los grados I y II son del 62% y el 58%, respectivamente, mientras que la sensibilidad y la especificidad de la ecogenicidad en el grado III son del 20% y el 96%, respectivamente (Platt & Rubin, 2016).

La ecogenicidad parenquimatosa también varía con la edad del paciente (aumenta en los recién nacidos debido a la celularidad elevada y en los pacientes ancianos debido a la fibrosis). Se ha demostrado que el aumento de la ecogenicidad cortical se correlaciona significativamente con la prevalencia de esclerosis glomerular, atrofia tubular, infiltración focal de leucocitos, retención de líquidos, arteriosclerosis y con la presencia de cilindros hialinos (Mostbeck & Kain, 2016).

Estas lesiones son generalmente tubulointersticiales ya que el componente glomerular representa solo el 8% del parénquima renal. Además, la presencia de calcificaciones difusas (p. Ej., Infección por *Pneumocystis carinii*) o la precipitación

de las sales de calcio (p. Ej., Hiperoxaluria) puede aumentar la ecogenicidad cortical. La médula renal también puede aparecer hiperecoica, correlacionándose histopatológicamente con el grado de nefrocalcinosis medular, ectasia tubular medular, fibrosis medular, congestión vascular y depósitos de uratos o proteínas. Las principales enfermedades que provocan estas anomalías son la gota, el riñón esponjoso medular (fig. 4), el hiperaldosteronismo primario, el hiperparatiroidismo, la glucogenosis y la enfermedad de Wilson. La presencia de áreas hiperecogénicas en la unión corticomedular (fig. 5) no es un signo diagnóstico específico, pero puede ser idiopático o asociado a lesiones vasculares (diabetes, pseudoxantoma elástico) e hipertensión arterial (Crespi & Derchi, 2015). Los riñones también pueden aparecer difusamente hipoecogénicos en casos de pielonefritis aguda, linfoma y nefroblastomatosis (fig. 6).



Figura No. 4 Riñón esponjoso medular: calcificaciones a nivel de la unión corticomedular con una sombra acústica asociada.

Fuente: Crespi y Derchi (2015)



Figura No. 5 Hiperecogenicidad de la unión corticomedular; hallazgo incidental en paciente con hipertensión

Fuente: Crespi y Derchi (2015)



Figura No. 6 Linfoma en desarrollo de riñón difusamente hipoecoico (cortesía: Carlo Martinoli).

Fuente: Crespi y Derchi (2015)

2.3. Utilidad del Doppler de color y potencia

El Doppler color y de potencia puede proporcionar una evaluación morfológica y funcional precisa de la vascularización intraparenquimatosa y detectar un flujo sanguíneo reducido o nulo en el riñón o en una parte del riñón. En este caso, habrá señales de color de la parte sana del riñón, pero no de la parte isquémica. El uso de medio de contraste aumenta la confianza diagnóstica en este tipo de lesiones (Yucel & Ozdemir, 2017).

El índice resistivo renal (IRR) es un parámetro más sensible medido en las arterias interlobares renales, que proporciona información fisiopatológica sobre la nefropatía médica. El RI es fácil de calcular manualmente, pero a menudo el equipo lo calcula automáticamente y expresa la siguiente relación:

$$\text{IRR} = \frac{\left(\text{velocidad sistólica máxima} - \text{velocidad diastólica final} \right)}{\text{velocidad sistólica máxima}}$$

El IRR se utiliza habitualmente para evaluar la resistencia arterial renal, y en la bibliografía se ha informado repetidamente de una correlación significativa entre el IRR y la resistencia vascular renal (Sauvain & Bourscheid, 2016).

Sin embargo, cabe señalar que el IRR es solo un marcador de resistencia vascular renal y no un indicador de función renal. En algunas enfermedades, la resistencia arterial renal elevada se asocia con una función renal deteriorada, mientras que otras patologías renales pueden causar una función renal significativamente deteriorada a pesar de que los cambios en la resistencia vascular renal son escasos o nulos (Fiorinia & Barozzi, 2017).

El valor real del análisis de eco-Doppler color de IRR en riñones nativos puede ser su uso predictivo en situaciones clínicas particulares. En la literatura, el IR $0,6 \pm 0,2$ se considera normal, pero la mayoría de los estudios coinciden en que el IR 0,70 debería ser el límite superior de la resistencia vascular intrarrenal normal (Platt & Rubin, 2016). Además de las enfermedades renales, también otras afecciones pueden causar un aumento de los valores de RI, como presión arterial muy baja, frecuencia cardíaca particularmente rápida o lenta y acumulación de líquido subcapsular o perirrenal. En los recién nacidos y los niños, los valores de IR suelen ser superiores a 0,70, pero este hallazgo no debe considerarse necesariamente patológico (Petersen & Ladefoged, 2017). Los valores de RI son más altos en patologías intersticiales ($\geq 0,70$) en comparación con patologías puramente glomerulares en las que los valores de RI superan 0,70 solo en la etapa avanzada de la enfermedad (Keogan & Kliwer, 2015). La literatura reporta una correlación positiva entre los valores de IR y patologías vasculares-intersticiales, esclerosis glomerular, retención de líquidos, fibrosis focal, arteriosclerosis y esclerosis arteriolar, mientras que la correlación con los niveles de creatinina plasmática y la ecogenicidad renal es pobre (Platt & Rubin, 2016). En pacientes con insuficiencia renal crónica, el $RI > 0,80$ predice la progresión de la nefropatía con mayor precisión que el aclaramiento de creatinina y la proteinuria, mostrando una sensibilidad y especificidad del 64% y el 98%, respectivamente (Radermacher & Ellis, 2017).

En la fase inicial de la nefropatía (diabetes mellitus tipo 1 y 2) aumenta el filtrado glomerular y el volumen renal, mientras que el volumen renal se reduce progresivamente en la fase crónica. En pacientes diabéticos con función renal normal, el 65% de los afectados por el tipo 1 y el 25% de los afectados por el tipo 2 tienen valores de $IR \geq 0,70$. El IR medio es mayor en los pacientes afectados por diabetes tipo 2 (0,71 frente a 0,65; $p < 0,001$) y puede correlacionarse hasta cierto punto con la diferencia de edad de los pacientes (Derchi & Martinoli, 2015). En estos pacientes, los valores de IR se correlacionan con macroangiopatía, más frecuente en pacientes afectados por diabetes mellitus tipo 2 y en pacientes con daño nefroangiosclerótico, mientras que el IRR no se correlaciona con microalbuminuria, que es un indicador de microangiopatía glomerular (Boeri & Derchi, 2015). Los

pacientes diabéticos con insuficiencia renal crónica y valores de IR $\geq 0,70$ son generalmente mayores (62 frente a 44 años), tienen mayor proteinuria (3,3 frente a 1,1 mg / dl), mayor nivel de creatinina sérica (3,2 frente a 1,1 mg / dl), mayor duración de la diabetes (20 frente a 11 años) y presión arterial más alta, y presentan una mayor tasa de insuficiencia renal que requiere diálisis (71% con IRR = 1,0) (Platt & Rubin, 2016). Todos estos datos clínicos se correlacionan con el nivel de arteriosclerosis renal (nefroangioesclerosis) (Fig. 7).

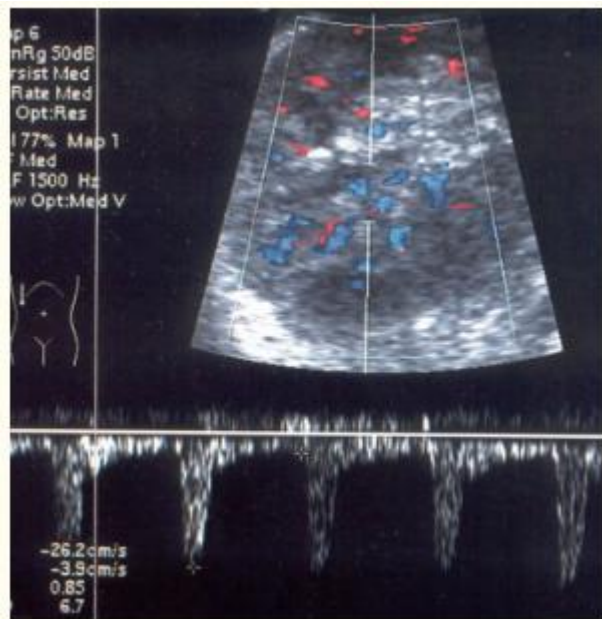


Figura No. 7 Paciente afectado por IDDM: aumento del IR intraparenquimatoso (0,85); la estructura renal y la vascularización son normales.

Fuente: Platt y Rubin (2016)

2.3.1. Insuficiencia renal aguda (IRA)

La ecografía en modo B proporciona una evaluación morfológica rápida, económica, no invasiva y repetible de los riñones y el tracto urinario, dejando claro si la IRA es causada por una patología urológica o nefrológica. También el Doppler color es útil para definir el origen de la ARF. La IRA no obstructiva puede ser causada por numerosas patologías, pero los valores del IR renal intraparenquimatoso siempre están elevados en la NTA, y también en el 50% de los casos que no pueden

diagnosticarse como NTA (glomerulonefritis aguda, nefritis intersticial, nefritis lúpica, linfoma, etc.) (Platt & Rubin, 2016). Sin embargo, estas patologías afectan principalmente a la parte tubulointersticial del riñón (Platt J. , 2015). El Doppler color no puede establecer el origen de ATN, ya que se encuentran valores elevados de RI intrarrenal en hipovolemia, rabdomiólisis, sepsis, sustancias nefrotóxicas y falla orgánica múltiple. En estudios experimentales llevados a cabo en animales, se indujo IRA reversible en conejos, lo que provocó una reducción significativa del flujo plasmático renal debido a una intensa vasoconstricción intrarrenal, especialmente en la fase temprana (Yoon & Kim, 2015).

Los valores de RI aumentan muy temprano, antes del nivel de creatinina sérica, y alcanzan niveles máximos dentro de las primeras 12 h (nivel de creatinina sérica después de 24 h) volviendo a los valores normales aproximadamente una semana después del inicio de la IRA, mucho antes del nivel de creatinina sérica, que toma como dos semanas. Se cree que tanto los mecanismos humorales como los neurogénicos son responsables del aumento de la resistencia arteriolar (Rose, 2016). Solo el 11% de los pacientes afectados por IRA presentan cambios morfológicos en la ecografía en modo B, mientras que el 69% de los pacientes presentan cambios en el flujo sanguíneo renal y aumento de los valores del IR intraparenquimatoso (Platt & Rubin, 2016).

En los pacientes afectados por IRA prerrenal, el 80% tiene un flujo parenquimatoso normal o solo levemente alterado, y los valores de IR siempre están por debajo de 0,75. Por el contrario, el Doppler color realizado en los vasos renales en pacientes afectados por IRA por ATN muestra un aumento de la pulsatilidad y una reducción del flujo telediastólico, con valores de IR $\geq 0,75$ en el 91% de los pacientes. Cuando la IRA prerrenal es grave y de larga duración, lo que da lugar a NTA, los valores de IR son constantemente superiores a 0,75 (Platt J. , 2015). La ecografía Doppler color también permite la monitorización a largo plazo de la gravedad y la evolución de la NTA, detectando una evolución particularmente prolongada de la IRA que requiere diálisis en pacientes con valores de RI muy elevados (Boeri & Derchi, 2015). La monitorización con Doppler color durante la fase de recuperación de la

función renal después de la IRA es particularmente importante para detectar un mejor flujo plasmático y mejores valores de IR intraparenquimatoso antes de la recuperación de la función renal y la caída de los niveles de creatinina sérica (fig. 8) (Yoon & Kim, 2015).

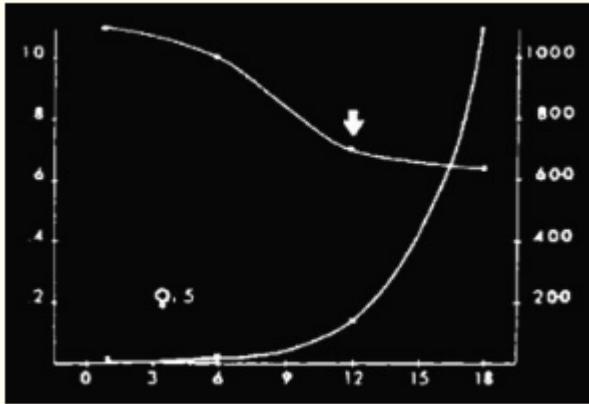


Figura No. 8 Ordenada izquierda: RI; eje x: días; ordenada derecha: diuresis (ml). Paciente con IRA por nefritis intersticial; los valores de RI intraparenquimatosos se reducen sustancialmente a pesar de la anuria.

Fuente: Yoon y Kim (2015)

2.3.2. Seguimiento de la respuesta a la terapia

La evaluación de los valores de RI intraparenquimatosos puede proporcionar señales tempranas de nefropatía y / o predecir el deterioro de la función renal antes de la alteración de los valores clínico-bioquímicos en una serie de patologías, como el síndrome hemolítico-urémico, ATN y síndrome hepático-renal (Pompili & Rapaccini, 2015). Obviamente, se requieren evaluaciones repetidas para lograr una detección temprana de posibles variaciones en los valores de RI.

2.3.3. Cirrosis

En pacientes cirróticos sin ascitis y función renal normal (evaluada mediante la evaluación del nivel de creatinina sérica), los valores medios de RI son casi normales ($0,61 \pm 0,05$), mientras que los pacientes con ascitis presentan valores de

RI sustancialmente elevados ($0,70 \pm 0,04$); de hecho, el 53% de los pacientes con $IR \geq 0,70$ tienen ascitis. Los pacientes sin evidencia de várices esofágicas presentan un RI medio = $0,65 \pm 0,08$, mientras que los pacientes con várices esofágicas presentan un RI medio = $0,70 \pm 0,07$. Asimismo, los pacientes cirróticos sin shunt portosistémico presentan un RI medio = $0,66 \pm 0,07$, mientras que los pacientes hepatopáticos con shunt portosistémico presentan un RI medio = $0,70 \pm 0,07$. En todos los pacientes con cirrosis avanzada (Child-Pugh B y C), los valores elevados de RI muestran vasoconstricción renal, también en ausencia de síndrome hepatorenal, aunque el aumento de los valores de RI renal siempre se correlaciona con la gravedad de la hipertensión portal (Platt & Rubin, 2016).

2.3.4. Síndrome hepatorenal

El síndrome hepatorenal es una IRA irreversible, una complicación frecuente en las enfermedades hepáticas que generalmente se presenta de forma repentina en pacientes cuya función renal solía ser normal. La única terapia eficaz es el trasplante de hígado. En todos los pacientes con síndrome hepatorenal, los valores de RI están elevados (RI medio = $0,79 \pm 0,06$) en línea con los valores obtenidos en pacientes con cirrosis avanzada. Estas alteraciones del flujo sanguíneo son signos muy tempranos que generalmente pueden detectarse mucho antes de que la IRA sea clínicamente evidente. La detección precoz y el seguimiento posterior del aumento de los valores de RI parenquimatoso en pacientes cirróticos permiten identificar a los pacientes con alto riesgo de desarrollar IRA y síndrome hepatorenal (Platt J. , 2015). Los pacientes hepatopáticos con $RI > 70$ enfrentan un riesgo 26 veces mayor de desarrollar síndrome hepatorenal que los pacientes hepatopáticos con $RI \leq 0,70$. Después del trasplante de hígado, los valores de RI renal se reducen rápidamente a pesar de los niveles de creatinina sérica invariables. Los valores de RI pretrasplante $> 0,70$ se correlacionan con una mayor morbilidad postrasplante, y el RI postrasplante persistente $> 0,70$ es un hallazgo de pronóstico negativo (Pompili & Rapaccini, 2015).

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Diseño metodológico

El diseño empleado fue cuantitativo. Por el alcance de sus objetivos es un estudio analítico, prospectivo de corte transversal.

3.2. Tipos de investigación

Investigación bibliográfica

La investigación bibliográfica puede definirse como cualquier investigación que requiera recopilar información de materiales publicados. Los investigadores también deben determinar qué fuentes bibliográficas contienen la profundidad y amplitud de información para satisfacer las necesidades del proyecto de investigación (Hernández, Fernández, & Baptista, 2017).

Investigación de campo

La investigación de campo se define como un método cualitativo de recopilación de datos que tiene como objetivo observar, interactuar y comprender a las personas mientras se encuentran en un entorno natural.

La investigación de campo consiste en la recaudación de información directamente de la realidad donde acontecen los eventos, sin manipular o controlar ninguna variable, es decir, el investigador consigue la información, pero no altera las condiciones existentes (Zapata, 2015).

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

En el área de ecografía consulta externa y emergencia, Se seleccionara a los pacientes con diabetes mellitus tipo 2 que tengan datos bioquímicos de nefropatía (urea, creatinina y albumina en orina de 24 horas), a ellos se les informara acerca del estudio a realizar y se recogerán los datos en una hoja previamente elaborada en Excel que contengan los datos del paciente como edad, sexo, tiempo de diagnóstico de diabetes mellitus, cambios ecográficos en 2D en cuanto al tamaño, ecogenicidad y espesor del parénquima del riñón para luego realizar la ecografía doppler registrando el índice de resistencia e índice pulsatibilidad. Conformado por 86 pacientes.

3.3.2. Muestra

Para el estudio se trabajó con todos los pacientes que cumplieron los criterios de inclusión que fueron 72.

3.4. Criterios de Inclusión y exclusión

Criterios de Inclusión:

Paciente diabético con historial conocido.

Quienes acepten voluntariamente participar en el estudio.

Criterios de exclusión:

Hipertensión arterial.

Enfermedad renal por otra causa.

Dilatación de la pelvis renal durante la evaluación ecográfica.

Neoplasias renales.

Pacientes que no desearon participar en la investigación.

3.5. Operacionalización de las variables

VARIABLE	DEFINICIÓN	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA
Índice de resistencia Ultrasonido Doppler renal	El índice de resistencia está basado en el hecho de que en un territorio la elevada resistencia de los vasos distales produce un flujo diastólico bajo en la arteria encargada de dar irrigación a esta zona, en vista a ello habrá una marcada diferencia entre la velocidad pico sistólica y la velocidad diastólica final.	Velocidad sistólica máxima Velocidad diastólica final.	Velocidad sistólica máxima/velocidad diastólica final.	Cuantitativa

Tiempo de enfermedad	Tiempo en años transcurrido desde el diagnóstico	Años de enfermedad	Menor a 5 años De 5 a 10 años Más de 10 años	Cuantitativa
Creatinina	Se trata de un producto de desecho del metabolismo normal de los músculos que habitualmente produce el cuerpo en una tasa muy constante (dependiendo de la masa de los músculos), y que normalmente filtran los riñones excretándola en la orina.	Normal Patológico	< 1,4 mg/dl > 1,4 mg/dl	Cuantitativa

Ecogenicidad renal	Gradiente de brillo mediante ecografía que presenta el riñón	Determinación del brillo en comparación con otros tejidos	Hipoecogénico Hiperecogénico Normoecogénico	Cualitativa
Índice de resistencia parenquimatoso	Es la velocidad sistólica máxima menos la velocidad diastólica dividida por la velocidad sistólica máxima	Coeficiente medido en cm/seg	<0,65 0,65 a 0,70 >0,70	Cuantitativa
Sexo	Características fenotípicas	Femenino Masculino	1 2	Cualitativa
Edad	Tiempo transcurrido desde el nacimiento de un individuo. Clasificación utilizada por OMS y MSP.	Años cumplidos	20 a 30 30 a 40 40 a 50 Más de 50	Cuantitativa

3.6. Técnica e instrumentos

Para el desarrollo del estudio se empleó como método de la investigación empírico la medición, con la finalidad de conseguir la información numérica alcanzada de medir el IR del estudio ecográfico Doppler.

Como técnica de investigación se utilizó el fichaje e historias clínicas de los pacientes, para lo cual se confeccionó una ficha ordenada con todos los datos precisos. Ver Anexo 1.

3.7. Técnicas para el análisis e interpretación

Estos datos serán sometidos al análisis estadístico a través del programa SPSS.

Para el análisis de las variables cuantitativas se utilizaron las medidas de dispersión y medidas de tendencia central, para variables cualitativas se usó el método de Chi cuadrado al correlacionar con las demás variables.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

Tabla 2 Edad

EDAD	FRECUENCIA	PORCENTAJE
20 a 30	7	10%
30 a 40	15	21%
40 a 50	21	29%
Más de 50	29	40%
TOTAL	72	100%

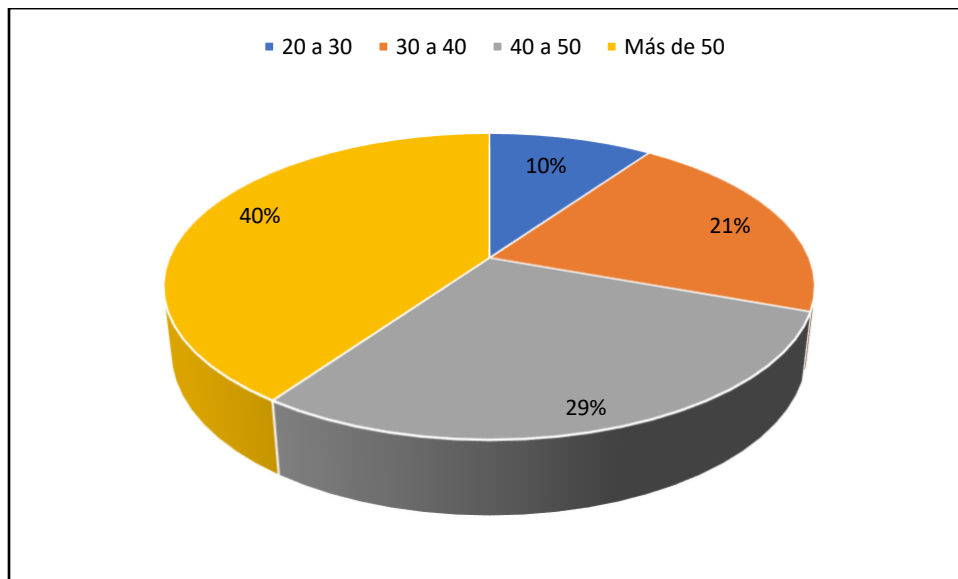


Gráfico No. 1 Edad

En el estudio realizado con una muestra de 72 pacientes con diagnóstico de diabetes mellitus tipo 2 fueron estudiados, la mayor parte de ellos con un 40% (29), corresponden al grupo de edad >50 años, seguido del grupo de 40 a 50 años con el 29% (21), con un 21% (15) en el grupo de edad entre 30 a 40 años y con un 10% (7) en el grupo entre 20 a 30 años.

Tabla 3 Tiempo de enfermedad

TIEMPO DE ENFERMEDAD	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Menor a 5 años	18	25%
5 a 10 años	19	26%
Más de 10 años	35	49%
TOTAL	72	100%

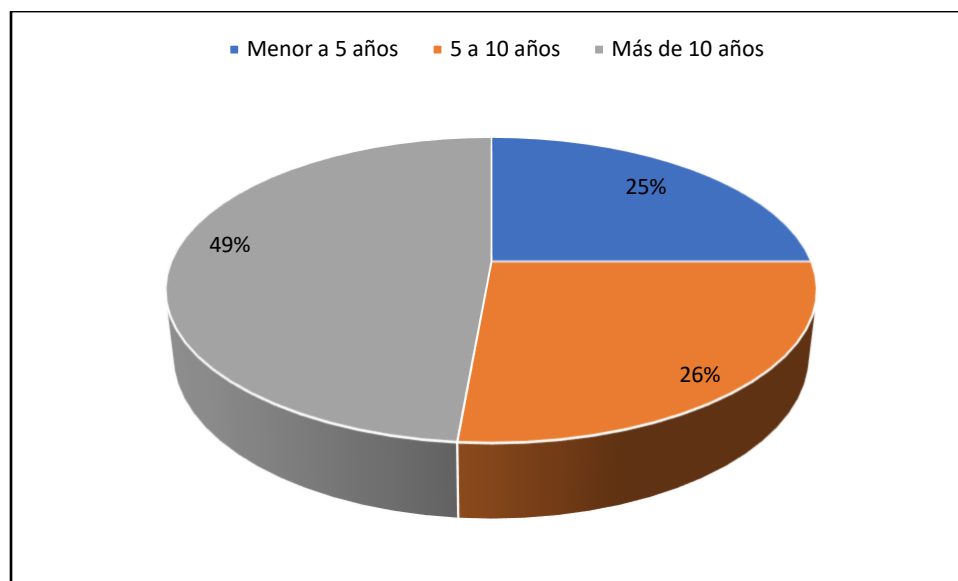


Gráfico No. 2 Tiempo de enfermedad

El 49% de los 72 pacientes tienen una duración de la diabetes más de 10 años, seguidos del 26% de pacientes de 5 a 10 años y el 25% menor de 5 años de duración de la diabetes.

Tabla 4 Distribución de los pacientes por grados de albuminuria

DISTRIBUCIÓN DE LOS PACIENTES POR GRADOS DE ALBUMINURIA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Normo albuminuria	23	32%
Micro albuminuria	34	47%
Macro albuminuria	15	21%
TOTAL	72	100%

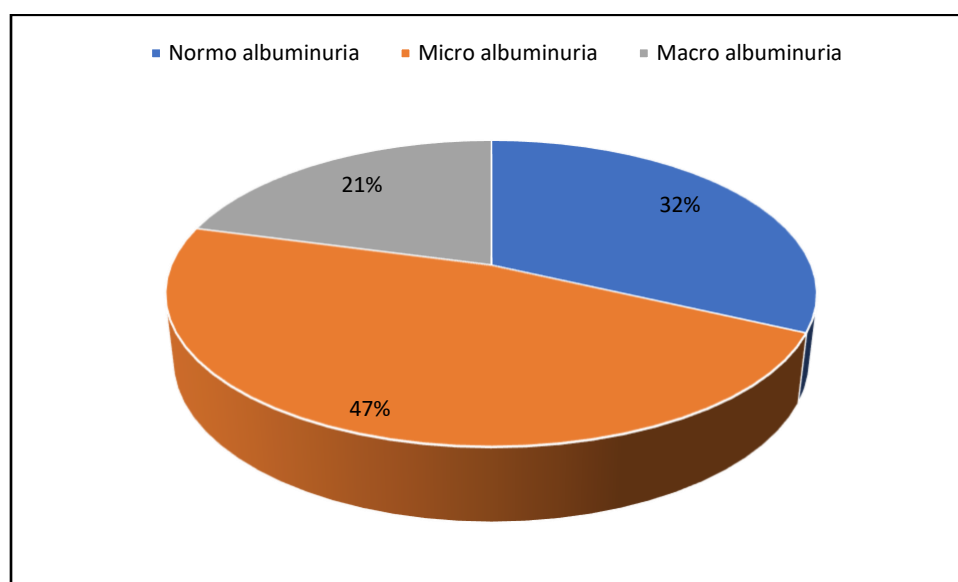


Gráfico No. 3 Distribución de los pacientes por grados de albuminuria

Basado en la excreción de albumina del examen de microalbuminuria en 24 horas se los clasifico a los 72 pacientes en el 32% con normo albuminuria, el 47% con micro albuminuria y el 21% con macro albuminuria.

Tabla 5 Índice de resistencia de las arterias intrarenales del riñón derecho

IR RIÑÓN DERECHO	PROMEDIO
Normo albuminuria	0,66
Micro albuminuria	0,73
Macro albuminuria	0,81

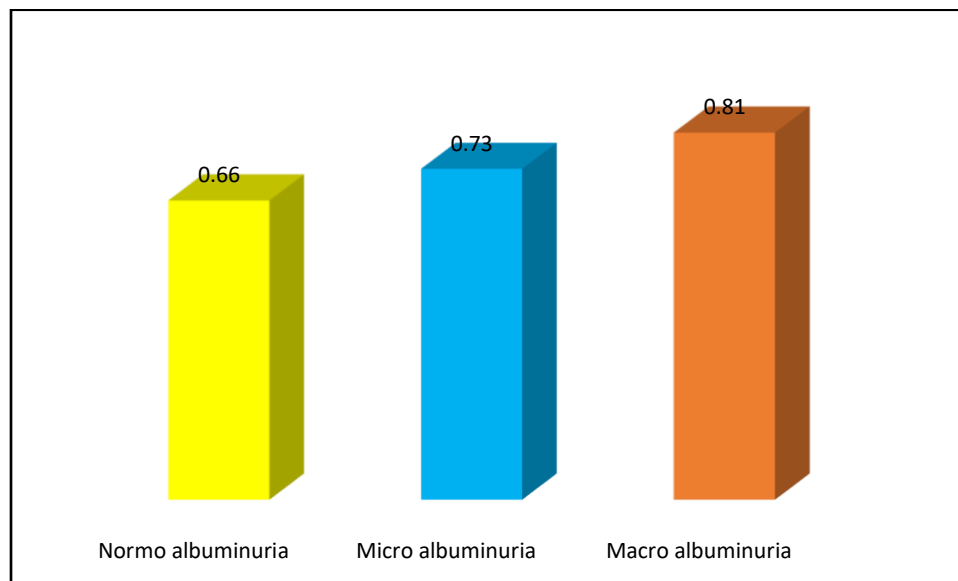


Gráfico No. 4 Índice de resistencia de las arterias intrarenales del riñón derecho

Los índices de resistencia de las arterias intrarenales de los pacientes con normo albuminuria los valores se encuentran dentro de lo normal con un IR promedio de 0,66; en los pacientes con micro y macro albuminuria se aprecia elevación del IR con 0,73 y 0,81 respectivamente.

Tabla 6 Índice de resistencia de las arterias intrarenales del riñón izquierdo

IR RIÑÓN IZQUIERDO	VALORES
Normo albuminuria	0,62
Micro albuminuria	0,71
Macro albuminuria	0,8

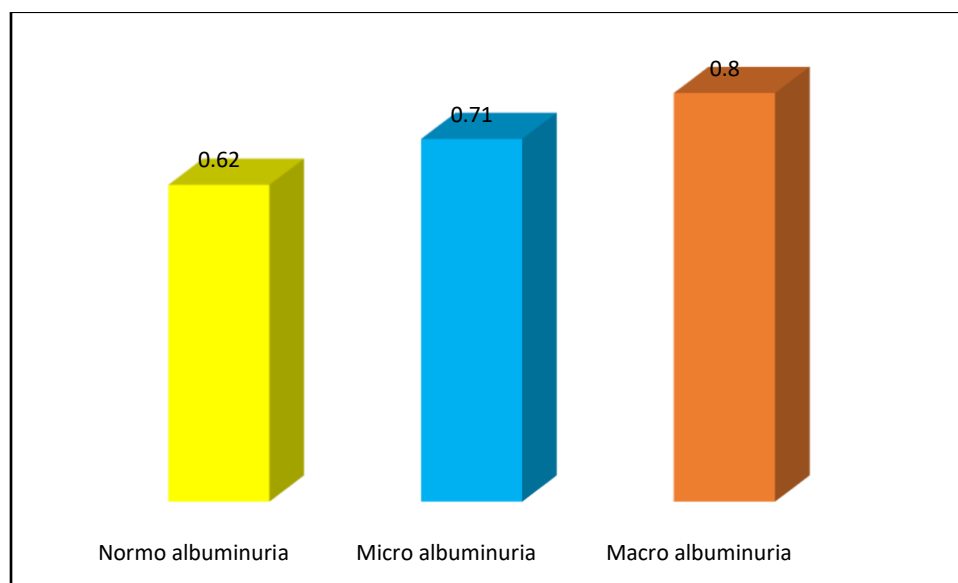


Gráfico No. 5 Índice de resistencia de las arterias intrarenales del riñón izquierdo

El IR de las arterias intrarenales de los pacientes con normo albuminuria el IR es normal en promedio de 0,62; en los pacientes con microalbuminuria con un IR de 0,71 y en los pacientes con macro albuminuria el IR de 0,8.

Tabla 7 Correlación del ir patológico y los grados de albuminuria

IR PATOLÓGICO Y GRADOS DE ALBUMINURIA	IR \geq 0,7	IR <7
Normo albuminuria	6,73	93,27
Micro albuminuria	73,7	26,3
Macro albuminuria	100	0

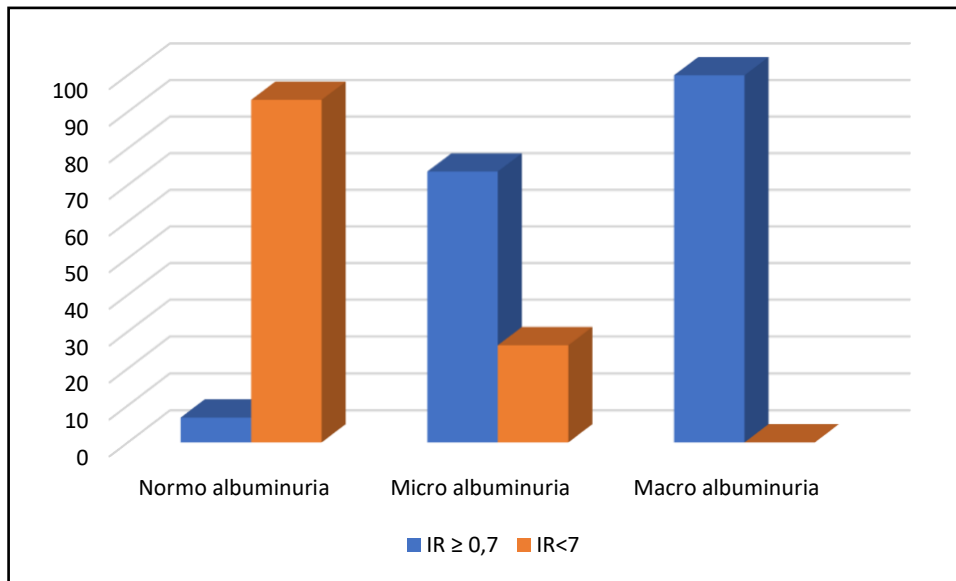


Gráfico No. 6 Correlación del ir patológico y los grados de albuminuria

De los 29 pacientes con normo albuminuria, solo el 6,73% presento un IR elevado \geq 0,7, en una forma general este grupo presenta un IR dentro de lo normal. De los 35 pacientes con microalbuminuria, el 78,2% presentan un IR mayor de \geq 0,7 y el 15,7% presentan un IR normal. El 100% de los pacientes con macro albuminuria presentaron un IR elevado.

Tabla 8 Duración de la diabetes y su relación con el IR

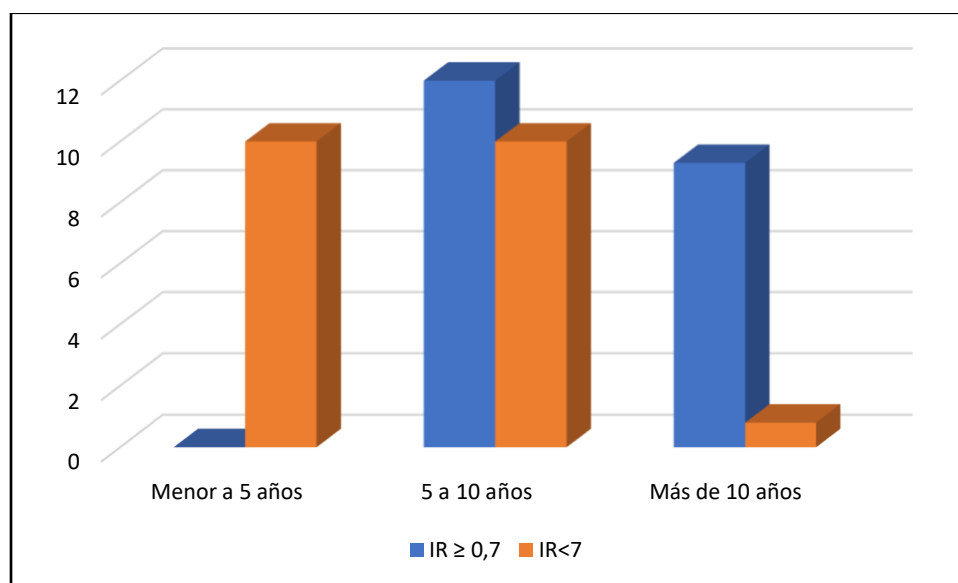


Gráfico No. 7 Duración de la diabetes y su relación con el IR

Del grupo estudiado la mayor cantidad de pacientes tiene una duración de diabetes de 5 a 10 años de los cuales 11 tienen un IR elevado, de 0 a 5 años de evolución ningún paciente presento elevación del IR, sin embargo más de años 10 años 9 pacientes presenta un IR elevado y 1 es normal.

Tabla 9 Correlación del IR y la albuminuria

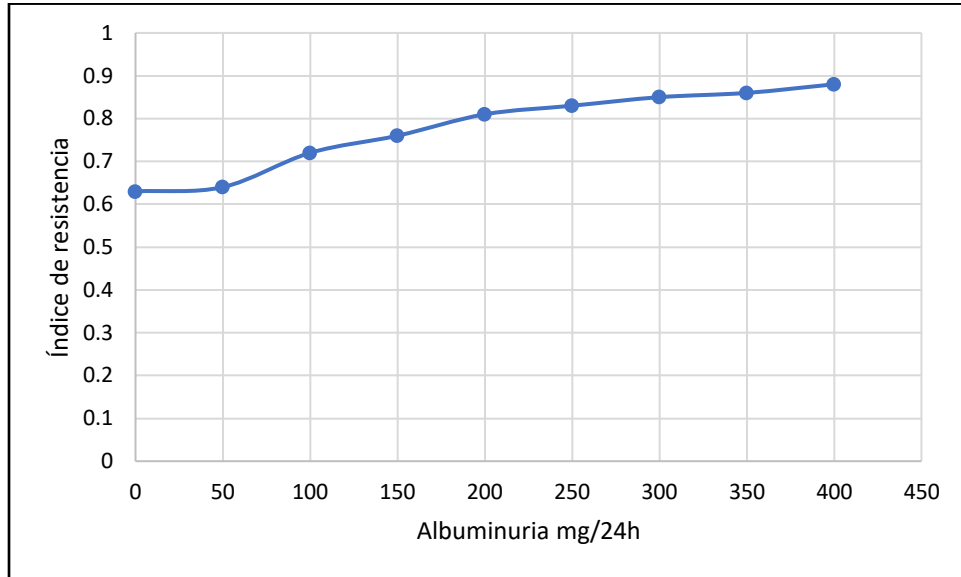


Gráfico No. 8 Correlación del IR y la albuminuria

Se observa en relación a la albuminuria y el IR de los pacientes diabéticos que mientras aumenta la albuminuria aumenta también el IR, lo que indica que existe una correlación lineal positiva, con un coeficiente de correlación de $r=0,89$.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

En el estudio realizado con una muestra de 72 pacientes con diagnóstico de diabetes mellitus tipo 2 fueron estudiados, la mayor parte de ellos con un 40% (29), corresponden al grupo de edad >50 años, seguido del grupo de 40 a 50 años con el 29% (21), con un 21% (15) en el grupo de edad entre 30 a 40 años y con un 10% (7) en el grupo entre 20 a 30 años.

El 49% de los 72 pacientes tienen una duración de la diabetes más de 10 años, seguidos del 26% de pacientes de 5 a 10 años y el 25% menor de 5 años de duración de la diabetes.

Basado en la excreción de albumina del examen de microalbuminuria en 24 horas se los clasifico a los 72 pacientes en el 32% con normo albuminuria, el 47% con micro albuminuria y el 21% con macro albuminuria.

Los índices de resistencia de las arterias intrarenales de los pacientes con normo albuminuria los valores se encuentran dentro de lo normal con un IR promedio de 0,66; en los pacientes con micro y macro albuminuria se aprecia elevación del IR con 0,73 y 0,81 respectivamente.

El IR de las arterias intrarenales de los pacientes con normo albuminuria el IR es normal en promedio de 0,62; en los pacientes con microalbuminuria con un IR de 0,71 y en los pacientes con macro albuminuria el IR de 0,8.

De los 29 pacientes con normo albuminuria, solo el 6,73% presento un IR elevado $\geq 0,7$, en una forma general este grupo presenta un IR dentro de lo normal. De los 35 pacientes con microalbuminuria, el 78,2% presentan un IR mayor de $\geq 0,7$ y el

15,7% presentan un IR normal. El 100% de los pacientes con macro albuminuria presentaron un IR elevado.

Del grupo estudiado la mayor cantidad de pacientes tiene una duración de diabetes de 5 a 10 años de los cuales 11 tienen un IR elevado, de 0 a 5 años de evolución ningún paciente presento elevación del IR, sin embargo más de años 10 años 9 pacientes presenta un IR elevado y 1 es normal.

Se observa en relación a la albuminuria y el IR de los pacientes diabéticos que mientras aumenta la albuminuria aumenta también el IR, lo que indica que existe una correlación lineal positiva, con un coeficiente de correlación de $r=0,89$.

En esta investigación, el promedio de los índices de resistencia (IRs) intrarenal es alto en todos los pacientes diabéticos, como igualmente se aprecia una diferencia significativa entre los tres diferentes grupos. El promedio de los IRs de los pacientes con micro albuminuria es elevado en comparación con los de normo albuminuria y son elevados los valores de macro albuminuria comparado con los de micro albuminuria. Similares resultados fueron encontrados por (Hamano, Nitta, & Ohtake, 2015). Los valores del IR mayores o igual de 0,7 empiezan a observarse en el grupo con micro albuminuria en donde el 78,2% presenta elevación del IR y en el 100% de pacientes con macro albuminuria mantienen un IR elevado. Resultados similares a los encontrados por (Ishimura & Nishizawa, 2016).

También se observa que cuanto mayor sea la duración de la diabetes existe una elevación del IR mayor de 0,7 especialmente en los pacientes de más de 10 años de evolución, como manifiesta en estudios realizados por (P. & Tushar, 2017).

En lo referente a la edad de los pacientes y su correlación con el IR, los datos del estudio revelan que mientras mayor edad del paciente (más de 50 años) es mayor el IR, que podría estar en relación a un grado de nefropatía más avanzado a medida que incrementa la edad, como lo manifestaron estudios realizados por (Avendaño & Aljama, 2015).

Los valores de creatinina sérica se hallan elevados conforme los valores de IR se incrementan, como se observa también en una investigación realizada por (Thukral & Mishra, 2017).

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

En la investigación realizada de los pacientes estudiados con diagnóstico de diabetes mellitus tipo 2, de ellos el 40% corresponden al grupo de edad >50 años, un 29% entre 40 a 50 años, el 21% entre 30 a 40 años y con un 10% entre 20 a 30 años. De ellos el 49% tenían más de 10 años con la enfermedad.

Basado en la excreción de albumina del examen de microalbuminuria en 24 horas se los clasifico a los pacientes con normo albuminuria 32%, el 47% con micro albuminuria y el 21% con macro albuminuria. Los índices de resistencia de las arterias intrarenales de los pacientes con normo albuminuria los valores se encontraron dentro de lo normal con un IR promedio de 0,66; en los pacientes con micro y macro albuminuria se aprecia elevación del IR con 0,73 y 0,81 respectivamente.

La ecografía y el Doppler color son los métodos de diagnóstico de elección en la evaluación morfológica de las enfermedades renales. Particularmente en patologías nefrológicas, el uso combinado de la ecografía en modo B y el Doppler color, incluida la medición de los valores de IR intraparenquimatosos, es importante en la evaluación inicial de los pacientes nefropáticos, ya que estos exámenes combinados con otras pistas de diagnóstico pueden proporcionar información útil sobre el origen de la patología de la enfermedad, permitiendo así una orientación del diagnóstico.

También se evidencia que cuanto mayor sea la duración de la diabetes existe una elevación del IR mayor de 0,7 especialmente en los pacientes de más de 10 años de evolución. Observándose en relación a la albuminuria y el IR de los pacientes diabéticos que mientras aumenta la albuminuria aumenta también el IR, lo que indica que existe una correlación lineal positiva, con un coeficiente de correlación de $r=0,89$.

RECOMENDACIONES

Los especialistas dedicados a la atención del paciente diabético, deben lograr un diagnóstico temprano de daño renal para evitar las complicaciones que se pueden presentar.

Crear estrategias de educación para los pacientes diabéticos sobre la nefropatía diabética, el control, seguimiento y la importancia del análisis con los exámenes de ecografía y de albuminuria.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adler, A., & Stevens, R. (2015). Development and progression of nephropathy in type 2 diabetes: the United Kingdom Prospective Diabetes Study. *Kidney Int*, 232.
- American Diabetes Association. (2017). Nephropathy in diabetes (Position Statement). *Diabetes Care*, 83.
- Boeri, D., & Derchi, L. (2015). Intrarenal arteriosclerosis and impairment of kidney function in NIDDM subjects. *Diabetologia*, 121.
- Brandt, T., & Neiman, H. (2017). Ultrasound assessment of normal renal dimensions. *J Ultrasound Med*, 49.
- Caramori, M., & Fioretto, P. (2016). The need for early predictors of diabetic nephropathy risk: is albumin excretion rate sufficient? . *Diabetes*, 632.
- Craig, K., & Donovan, K. (2015). Identification and management of diabetic nephropathy in the diabetes clinic. *Diabetes Care*, 191.
- Crespi, G., & Derchi, L. (2015). Sonographic detection of renal changes in pseudoxantoma elasticum. *Urol Radiol*, 223.
- Davidson, A. (2015). *Diagnostic set: large smooth, bilateral*. In: Davidson A.J., Hartmann D.S. Philadelphia: Radiology of the kidney and urinary tract.
- Derchi, L., & Martinoli, C. (2015). US imaging and Doppler analysis of renal changes in non-insulin-dependent diabetes mellitus. *Acad Radiol*, 105.
- Eknoyan, G., & Hostetter, T. (2017). Proteinuria and other markers of chronic kidney disease: a position statement of the national kidney foundation (NKF) and the national institute of diabetes and digestive and kidney diseases (NIDDK). *Am J Kidney Dis*, 617.
- Emamian, S., & Nielsen, M. (2016). Tenth percentiles of kidney length in adult volunteers. *AJR Am J Roentgenol*, 748.
- Fiorinia, F., & Barozzi, L. (2017). The role of ultrasonography in the study of medical nephropathy. *J Ultrasound*, 161.
- Forsblom, C., & Groop, P. (2016). Predictors of progression from normoalbuminuria to microalbuminuria in NIDDM. *Diabetes Care*, 932.
- Gross, J., & Azevedo, M. (2016). *Diabetic Nephropathy: Diagnosis, Prevention, and Treatment*. Porto Alegre: Serviço de Endocrinologia do Hospital de Clínicas de Porto Alegre.

- Hernández, Fernández, & Baptista. (2017). *Metodología de la Investigación Científica*. México: McGrawHill.
- Hovind, P., & Tarnow, L. (2016). Predictors of the development of microalbuminuria and macroalbuminuria in patients with type 1 diabetes: inception cohort study. *BMJ*, 1122.
- Hricak, H., & Cruz, C. (2015). Renal parenchymal disease: sonographic–histologic correlation. *Radiology*, 141.
- Keogan, M., & Kliwer, M. (2015). Renal resistive indexes: variability in Doppler US measurement in healthy population. *Radiology*, 165.
- Kilgourt, H., & Wiafe, Y. (2020). Value of Doppler ultrasound in early detection of diabetic kidney disease: A systematic review and meta-analysis. *PubMed*, 51.
- Lipska, K., & Hirsch, I. R. (2017). Human insulin for type 2 diabetes: an effective, Less-Expensive Option. *JAMA*, 23.
- Meza, S. M., Ojeda, R., & Provoste, F. (12 de jan de 2017). *Pathophysiology of diabetic nephropathy: a literature review*. Obtenido de <https://doi.org/10.5867/medwave.2017.01.6839>
- Mostbeck, G., & Kain, R. (2016). Duplex Doppler sonography in renal parenchymal disease. Histopathologic correlation. *J Ultrasound Med*, 189.
- Murussi, M., & Baglio, P. (2016). Risk factors for microalbuminuria and macroalbuminuria in type 2 diabetic patients: a 9-year follow-up study. *Diabetes Care*, 1103.
- Perez morales. (2018). Inflammation in Diabetic Kidney Disease. *nephrom*, 16-20.
- Perkins, B., & Ficociello, L. (2015). Regression of microalbuminuria in type 1 diabetes. *N Engl J Med*, 285.
- Petersen, J., & Ladefoged, S. (2017). The pulsatility index and the resistive index in renal arteries in patients with hypertension and chronic renal failure. *Nephrol Dial Transplant*, 60.
- Platt, J. (2015). Doppler ultrasound of the kidney. *Semin Ultrasound CT MRI*. *PubMed*, 22-32.
- Platt, j., & Rubin, J. (2016). The inability to detect kidney disease on the basis of echogenicity. *AJR Am J Roentgenol*, 317.

- Pompili, M., & Rapaccini, G. (2015). Doppler ultrasonographic evaluation of the early changes in renal resistive index in cirrhotic patients undergoing liver transplantation. *J Ultrasound Med*, 497.
- Radermacher, J., & Ellis, S. (2017). Renal resistance index and progression of renal disease. *Hypertension*, 699.
- Roger, S., & Beale, A. (2016). What is the value of measuring renal parenchymal thickness before renal biopsy? . *Clin Radiol*, 45.
- Rose, D. (2016). *Acute renal failure. Prerenal disease versus acute tubular necrosis*. In: Rose D.B. New York: McGraw-Hill.
- Sauvain, J., & Bourscheid, D. (2016). Duplex Doppler sonography of intrarenal arteries. Normal and pathological aspects . *Ann Radiol*, 247.
- Schultz, C., & Konopelska, T. (2016). Microalbuminuria prevalence varies with age, sex, and puberty in children with type 1 diabetes followed from diagnosis in a longitudinal study: Oxford Regional Prospective Study Group. *Diabetes Care*, 495.
- Stephenson, J., & Fuller, J. (2015). Microalbuminuria is not rare before 5 years of IDDM: EURODIAB IDDM Complications Study Group and the WHO Multinational Study of Vascular Disease in Diabetes Study Group. *J Diabetes Complications*, 173.
- Valmadrid, C., & Klein, R. (2015). The risk of cardiovascular disease mortality associated with microalbuminuria and gross proteinuria in persons with older-onset diabetes mellitus. *Arch Intern Med*, 1093.
- Vasan, R., & Larson, M. (2016). Impact of high-normal blood pressure on the risk of cardiovascular disease. *N Engl J Med*, 112.
- Wang, L., Gao, P., & Zhang, M. (2017). Prevalence and ethnic pattern of diabetes and Prediabetes in China in 2013. *JAMA*, 515.
- Wong, T., & Shankar, A. (2017). Retinal vessel diameters and the incidence of gross proteinuria and renal insufficiency in people with type 1 diabetes. *Diabetes*, 179.
- Yoon, D., & Kim, S. (2015). Doppler sonography in experimentally induced acute renal failure in rabbits. Resistive index versus serum creatinine levels. *Invest Radiol*, 168.

- Young, B., & Maynard, C. (2016). Racial differences in diabetic nephropathy, cardiovascular disease, and mortality in a national population of veterans. *Diabetes Care*, 2399.
- Yucel, C., & Ozdemir, H. (2017). Renal infarct: contrast-enhanced power Doppler sonographic findings. *J Clin Ultrasound*, 237.
- Zapata, O. (2015). *Herramientas para elaborar tesis e investigaciones socioeducativas*. México: Editorial Pax.
- Zapata, O. (2015). *Herramientas para elaborar tesis e investigaciones socioeducativas*. México: Editorial Pax.

ANEXOS

Anexo 1 Consentimiento informado

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Paciente Nº ()

Fecha:...../...../.....

HC:

CI:

Por la presente, yo..... en calidad de paciente, accedo a participar en el proyecto de investigación “Rol de la ecografía Doppler renal en pacientes con nefropatía diabética” con el objetivo de Determinar los hallazgos en la ecografía doppler renal en pacientes diagnosticados con nefropatía diabética que son atendidos en la consulta externa del Hospital del IESS Dr. Teodoro Maldonado Carbo.

Este proyecto consistirá en la valoración ecográfica en el área de ecografía del departamento de radiología e imagen.

El personal de ecografía y el investigador que participan no reciben ningún tipo de compensación monetaria y tampoco implicará ningún gasto para el paciente.

El autor del estudio se compromete a guardar confidencialidad de los datos obtenidos.

Luego de haber comprendido lo leído, preguntar dudas y aceptar participar en este proyecto firmo al pie.

Atentamente.

Nombre y firma del paciente

