PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE MEDICINA
POSGRADO DE MEDICINA INTERNA

"CARACTERIZACIÓN DE VARIABLES ECOCARDIOGRÁFICAS MORFOLÓGICAS Y HEMODINÁMICAS ASOCIADAS A COMPLICACIONES DURANTE LA DIÁLISIS EN PACIENTES DEL PROGRAMA DE TRASPLANTE RENAL DEL HOSPITAL DE ESPECIALIDADES CARLOS ANDRADE MARÍN DE OCTUBRE 2017 A DICIEMBRE 2019"

DISERTACIÓN PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN MEDICINA INTERNA

AUTOR: MD. JOSÉ LUIS BOHÓRQUEZ MONTEROS

DIRECTOR DE TESIS: DR. ÁLVARO DANIEL VILLACRÉS LÓPEZ

DIRECTOR METODOLÓGICO: DR. ROMMEL ESPINOSA DE LOS MONTEROS

QUITO, 2021

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de tutor del trabajo de investigación titulado: "CARACTERIZACIÓN DE VARIABLES ECOCARDIOGRÁFICAS MORFOLÓGICAS Y HEMODINÁMICAS ASOCIADAS A COMPLICACIONES DURANTE LA DIÁLISIS EN PACIENTES DEL PROGRAMA DE TRASPLANTE RENAL DEL HOSPITAL DE ESPECIALIDADES CARLOS ANDRADE MARÍN DE OCTUBRE 2017 A DICIEMBRE 2019" presentado por José Luis Bohórquez Monteros, egresado del Posgrado de Medicina Interna de la Facultad de Medicina de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador; considero que el mencionado trabajo reúne los méritos y requisitos suficientes para ser sometidos a evaluación del Tribunal de Grado que el Honorable Consejo Directivo de la facultad designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Quito, diciembre del 2020

_____

Dr. Álvaro Villacrés López

AUTORÍA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

El contenido, resultados, análisis, conclusiones, criterios y propuestas emitidos en el presente trabajo de investigación son de responsabilidad del autor.

Quito, diciembre del 2020

EL AUTOR

_____

Md. José Luis Bohórquez Monteros

CI: 1716194905

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado en primer lugar a mis padres, Eduardo y Cecilia ya que sin ellos nada de esto habría sido posible por el infinito y constante apoyo que me brindan, todo lo que soy es gracias a ustedes.

A Viviana por estar siempre alado mío, apoyándome y dándome ánimos para seguir adelante y haberse convertido en mi fuente de inspiración.

A mis hermanos Rafael y Erika, así como al resto de mi familia que son mis pilares en cada cosa que hago.

Finalmente, a mis amigos en especial Paúl, Nicolás y Guillermo que al igual que mi familia siguen dándome su aprecio a pesar de la distancia y el poco tiempo libre que me ha dado estos años de posgrado.

José Luis Bohórquez Monteros

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a mis padres, a Viviana, mi familia, amigos quienes me han ayudado en este camino.

Agradezco a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Hospital General Enrique Gárces, Hospital de Especialidades Carlos Andrade Marín y a los tutores y docentes que he tenido en estos 3 años de formación, en especial al Dr. Álvaro Villacrés y al Dr. Rommel Espinoza de los Monteros que colaboraron en la realización de este trabajo.

José Luis Bohórquez Monteros

GLOSARIO DE TÉRMINOS

AD: Aurícula derecha

AI: Aurícula izquierda

DM: Diabetes Mellitus

ERC: Enfermedad Renal Crónica

FEVI: Fracción de eyección del ventrículo izquierdo

HD: Hemodiálisis

HECAM: Hospital de Especialidades Carlos Andrade Marín

HTA: Hipertensión Arterial

HVI: Hipertrofia del ventrículo izquierdo

IC: Intervalo de confianza

KDIGO: Kidney Disease Improving Global Outcomes

dl: decilitros

g: gramos

mg: miligramos

ml: mililitros

OMS: Organización Mundial de la Salud

TA: Tensión arterial

VD: Ventrículo derecho

ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR ..... **II**
AUTORÍA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN ..... **III**
DEDICATORIA ..... **IV**
AGRADECIMIENTO ..... **V**
GLOSARIO DE TÉRMINOS ..... **VI**
ÍNDICE DE CONTENIDOS ..... **VII**
LISTA DE TABLAS ..... **XII**
LISTA DE FIGURAS ..... **XIII**
RESUMEN ..... **XV**
ABSTRACT ..... **XVI**
CAPÍTULO I **1**
1. INTRODUCCIÓN **1**
CAPÍTULO II **5**
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA **5**
2.1 Enfermedad renal crónica **5**
2.1.1 *Concepto* ***5***
2.1.2 *Clasificación y estadiaje* ***5***
2.1.3 *Epidemiología* ***6***
2.1.4 *Etiología* ***6***
2.1.5 *Efectos Fisiopatológicos* ***6***
2.1.5.1 *Proteinuria* ***7***
2.1.5.2 *Alteraciones inmunitarias* ***7***
2.1.5.3 *Alteraciones hematológicas* ***8***
2.1.5.4 *Alteraciones endocrinas* ***9***
2.1.5.5 *Alteraciones en el metabolismo fosfocálcico* ***9***
2.1.5.6 *Desnutrición* ***10***
2.1.5.7 *Neurológicas* ***10***
2.2 Relación entre la enfermedad renal crónica y el sistema cardiovascular **10**
2.2.1 *Datos epidemiológicos* ***10***
2.2.2 *Factores de riesgo* ***11***

2.2.2.1 *Factores de riesgo cardiovascular tradicionales* ***11***
2.2.2.2 *Factores de riesgo cardiovascular no tradicionales* ***12***
2.2.2.3 *Factores de riesgo cardiovascular en pacientes sometidos a hemodiálisis* ***13***
2.2.3 *Fisiopatología de las alteraciones cardiovasculares en pacientes enfermos renales en hemodiálisis* ***15***
2.2.3.1 *Toxinas urémicas* ***15***
2.2.3.2 *p-Cresol* ***15***
2.2.3.3 *Indoxyl sulfato* ***15***
2.2.3.4 *Productos finales de la glicación avanzada* ***16***
2.2.3.5 *Estrés oxidativo y disfunción endotelial* ***16***
2.2.3.6 *Inflamación crónica* ***17***
2.2.3.7 *Calcificaciones cardiovasculares* ***18***
2.2.3.8 *Carbamilación proteica* ***18***
2.2.3.9 *Acidosis* ***18***
2.2.3.10 *Efectos de la fístula arteriovenosa en el sistema cardiovascular* ***19***
2.3 Alteraciones morfológicas y hemodinámicas en pacientes en hemodiálisis y su determinación ecocardiográfica **19**
2.3.1 *Introducción* ***19***
2.3.2 *Ecocardiografía* ***20***
2.3.2.1 *Principios de la ecocardiografía* ***20***
2.3.2.1.1 Ultrasonido 20
2.3.2.1.2 Doppler 21
2.3.2.2 *Componentes de la exploración ecocardiográfica convencional* ***21***
2.3.2.2.1 Ventrículo izquierdo (VI) 22
2.3.2.2.1.1 Tamaño y masa 22
2.3.2.2.1.2 Función sistólica del VI 23
2.3.2.2.1.3 Función diastólica del VI 24
2.3.2.2.2 Estructura y función del ventrículo derecho 25
2.3.2.2.3 Valoración de la aurícula izquierda y derecha 25
2.3.2.2.4 Otras valoraciones 26
2.3.3 *Alteraciones morfológicas en pacientes en hemodiálisis* ***26***

2.3.3.1 Alteraciones geométricas del VI *27*
2.3.3.2 Disfunción diastólica del ventrículo izquierdo *27*
2.3.3.3 Cambios en las cavidades derechas *28*
2.3.3.4 Dilatación de la aurícula izquierda *28*
2.3.3.5 Hipertensión pulmonar *29*
2.3.3.6 Alteraciones pericárdicas *29*
2.3.3.7 Calcificaciones valvulares *29*
2.4 Tratamiento de la enfermedad renal crónica **30**
2.4.1 Introducción a la hemodiálisis *30*
2.4.2 Complicaciones de la hemodiálisis *32*
2.4.2.1 Hipotensión intradiálisis *32*
2.4.2.2 Hipertensión intradiálisis *33*
2.4.2.3 Otras complicaciones *34*
CAPÍTULO III **35**
3. MATERIALES Y MÉTODOS **35**
3.1 Contexto **35**
3.2 Justificación **35**
3.3 Problema de investigación **36**
3.3.1 Pregunta de investigación *36*
3.3.2 Objetivos del proyecto *37*
3.3.2.1 Objetivo general *37*
3.3.2.2 Objetivos específicos *37*
3.4 Metodología **38**
3.4.1 Operacionalización de variables de estudio *38*
3.4.2 Población y muestra *41*
3.4.2.1 Población *41*
3.4.2.2 Muestra *42*
3.4.3 Criterios de inclusión y exclusión *42*
3.4.4 Tipo de estudio *43*
3.4.5 Procedimientos de recolección de información *43*
3.4.6 Plan de análisis de datos *43*

3.5 Aspectos bioéticos **44**
3.5.1 *Propósito* ***44***
3.5.2 *Procedimiento* ***44***
3.5.3 *Confidencialidad de la información* ***45***
3.5.4 *Consentimiento informado* ***45***
CAPÍTULO IV **46**
4. ANÁLISIS DE RESULTADOS **46**
4.1 Análisis Univarial **46**
4.1.1 *Distribución de la población en relación con el perfil clínico-epidemiológico de los pacientes con enfermedad renal crónica.* ***46***
4.1.2 *Distribución de la población en relación con los parámetros bioquímicos.* ***49***
4.1.3 *Distribución de la población en relación con los parámetros morfológicos cardíacos y hemodinámicos determinados por ecocardiografía.* ***51***
4.1.3.1 *Cambios en la morfología del VI* ***51***
4.1.3.2 *FEVI* ***52***
4.1.3.3 *Función diastólica del VI* ***53***
4.1.3.4 *Función sistólica del VD* ***53***
4.1.3.5 *Cambios en la morfología de las aurículas* ***54***
4.1.3.6 *Cambios valvulares* ***55***
4.1.3.7 *Otros hallazgos relevantes* ***58***
4.1.4 *Distribución de la población con relación a las complicaciones durante la hemodiálisis.* ***60***
4.2 Análisis Bivarial **63**
4.2.1 *Relación entre el tiempo en hemodiálisis con cambios ecocardiográficos y complicaciones intradialíticas.* ***64***
4.2.2 *Relación entre el índice de masa del VI con las complicaciones intradialíticas* ***65***
4.2.3 *Relación entre los cambios en la geometría del VI con la aparición de complicaciones intradialíticas* ***66***
4.2.4 *Relación entre la función diastólica del VI con la aparición de complicaciones intradialíticas* ***67***

4.2.5 *Relación entre el tamaño de la AI con la aparición de complicaciones intradialíticas* ***67***
4.2.6 *Relación entre la medida de la raíz aórtica con las complicaciones intradialíticas* ***68***
4.2.7 *Relación entre la FEVI con las complicaciones intradialíticas* ***69***
4.2.8 *Relación entre la insuficiencia valvular con las complicaciones intradialíticas* ***69***
4.2.9 *Relación entre parámetros bioquímicos y cambios en las válvulas cardíacas* ***71***
CAPÍTULO V **73**
5. DISCUSIÓN **73**
CAPÍTULO VI **82**
6. CONCLUSIONES **82**
7. RECOMENDACIONES **82**
8. LIMITACIONES **83**
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS **85**
ANEXOS **93**
ANEXO 1. MATRIZ DE RECOLECCIÓN DE DATOS **93**
ANEXO 2. FOTOGRAFÍAS **94**

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: *Factores de riesgo para mortalidad cardiovascular en pacientes con enfermedad renal crónica* **13**

Tabla 2: *Factores protectores para mortalidad cardiovascular en pacientes con enfermedad renal crónica* **14**

Tabla 3: *Grados de disfunción diastólica* **25**

Tabla 4: *Otras variables morfológicas y hemodinámicas* **60**

Tabla 5: *Asociación entre el tiempo de hemodiálisis con variables morfológicas, hemodinámicas y complicaciones intradialíticas* **64**

Tabla 6: *Asociación entre el índice de masa del VI y complicaciones intradialíticas* **65**

Tabla 7: *Asociación entre la geometría del VI y complicaciones intradialíticas* **66**

Tabla 8: *Asociación entre la función diastólica del VI y complicaciones intradialíticas* **67**

Tabla 9: *Asociación entre la dilatación auricular izquierda y complicaciones intradialíticas* **68**

Tabla 10: *Asociación entre la medida de la raíz aórtica y complicaciones intradialíticas* **68**

Tabla 11: *Asociación entre la FEVI y complicaciones intradialíticas* **69**

Tabla 12: *Asociación entre insuficiencia mitral y complicaciones intradialíticas* **70**

Tabla 13: *Asociación entre insuficiencia aórtica y complicaciones intradialíticas* **70**

Tabla 14: *Asociación entre insuficiencia pulmonar y complicaciones intradialíticas* **71**

Tabla 15: *Asociación entre nivel de paratohormona y cambios valvulares* **72**

Tabla 16: *Asociación entre nivel de fósforo sérico y cambios valvulares* **72**

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: *Alteraciones geométricas del VI* **23**
Figura 2: *Distribución de la población acorde al sexo* **47**
Figura 3: *Distribución de la población acorde a la edad*..... **47**
Figura 4: *Distribución de la población con respecto al tiempo en hemodiálisis* **48**
Figura 5: *Distribución de la población con respecto a las comorbilidades*..... **48**
Figura 6: *Distribución de la población con respecto al valor de hemoglobina* **49**
Figura 7: *Distribución de la población con respecto al valor de calcio total* **50**
Figura 8: *Distribución de la población con respecto al valor de paratohormona sérica*..... **50**
Figura 9: *Distribución de la población con respecto al valor de fósforo sérico* **51**
Figura 10: *Distribución de la población con respecto a los cambios de la morfología del VI* **52**
Figura 11: *Distribución de la población con respecto a la FEVI* **52**
Figura 12: *Distribución de la población con respecto a la función diastólica del VI*..... **53**
Figura 13: *Distribución de la población con respecto a la función sistólica del VD*..... **54**
Figura 14: *Distribución de la población con respecto a la dilatación de la AI* **54**
Figura 15: *Distribución de la población con respecto a la dilatación de la AD*..... **55**
Figura 16: *Distribución de la población con respecto a cambios de la válvula aórtica* **56**
Figura 17: *Distribución de la población con respecto a cambios de la válvula mitral*..... **56**
Figura 18: *Distribución de la población con respecto a la presencia de insuficiencia mitral*..... **57**
Figura 19: *Distribución de la población con respecto a la presencia de insuficiencia tricúspidea*..... **57**
Figura 20: *Distribución de la población con respecto a la presencia de insuficiencia aórtica* **58**
Figura 21: *Distribución de la población con respecto a la presencia de insuficiencia pulmonar* **58**

Figura 22: *Distribución de la población con respecto a la presencia de derrame pericárdico* **59**
Figura 23: *Distribución de la población con respecto a la presencia de trastornos de la contractibilidad* **59**
Figura 24: *Distribución de la población con respecto a la hipotensión intradialítica* **61**
Figura 25: *Distribución de la población con respecto a la hipertensión intradialítica* **61**
Figura 26: *Distribución de la población con respecto a aumentos de TA durante las sesiones* **62**
Figura 27: *Medidas tomadas durante la diálisis por eventos de hipotensión* **62**
Figura 28: *Medidas tomadas durante la diálisis por eventos de hipertensión* **63**
Figura 29: *Hospitalización luego de hemodiálisis por causas hemodinámicas* **63**

RESUMEN

En el Hospital de Especialidades Carlos Andrade Marín de la ciudad de Quito, se realizó un estudio observacional cuyo objetivo fue determinar las características ecocardiográficas morfológicas y hemodinámicas que están asociadas a las complicaciones durante la hemodiálisis. Los datos se obtuvieron de una base de datos de pacientes del programa de trasplante renal sometidos a ecocardiograma transtorácico, se incluyeron 236 casos y fueron analizados utilizando el software estadístico SPSS V.25. Los principales hallazgos ecocardiográficos fueron la hipertrofia del ventrículo izquierdo (HVI), disfunción sistólica del VI, dilatación de la aurícula izquierda (AI), insuficiencia leve tricúspidea y mitral. Al comparar variables, se encontró asociación estadísticamente significativa (p‹005) entre la HVI con eventos de hipotensión durante la hemodiálisis (HD), también hubo asociación entre la dilatación de la AI con la hipotensión durante la HD y en la comparación del tiempo en HD con la hipertensión durante la HD. Los resultados obtenidos fueron similares a los de estudios internacionales, con la diferencia que en el nuestro no se encontró asociación significativa entre la disfunción diastólica del VI con las complicaciones durante la HD.

PALABRAS CLAVE: Complicaciones intradialíticas, hipotensión, hipertensión, ecocardiografía, perfil epidemiológico

ABSTRACT

At the Hospital of Specialties "Carlos Andrade Marin" located in the city of Quito, Ecuador an observational study was conducted, the objective was to determine the morphological and hemodynamic echocardiographic characteristics that are associated with intradialytic complications. The required data was obtained from a database of patients from the kidney transplantation program who underwent transthoracic echocardiography, 236 cases were included and analyzed using SPSS V.25 statistical software; the results of the study showed that left ventricle hypertrophy, left ventricle diastolic disfunction, left atrial enlargement, mitral and tricuspid insufficiency where the principal structural and functional changes found. Statistically significant association (p‹005) was found between left ventricle hypertrophy with hypotensive events during hemodialysis, also there was significant association between left atrial enlargement with hypotensive events during hemodialysis and between time on hemodialysis with hypertensive events. Our results were like those obtained on international studies, with the difference that in our study no significant association was found between left ventricular dysfunction and intradialytic complications.

KEYWORDS: Intradialytic complications, hypotension, hypertension, echocardiography, epidemiological profile

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

La principal causa de muerte en los pacientes con enfermedad renal crónica (ERC) es de origen cardiovascular, en diferentes publicaciones se ha evidenciado un riesgo de mortalidad mayor en 10 a 100 veces. (Cai, Lu X., Lu Y & Wang, 2014)

Hay varias causas para este mayor riesgo, en primer lugar, se encuentran los factores de riesgo cardiovascular clásicos, entre los que se encuentran la Hipertensión Arterial (HTA), Diabetes Mellitus (DM), dislipidemia; pero también existen factores de riesgo cardiovascular relacionados con la ERC como son: una mayor tasa de aterosclerosis, anemia, trastornos del metabolismo del fósforo y calcio, mayor excreción renal de albúmina. (Liu et al., 2015) (Barberato & Pecoits-Filho, 2010) (Hawwa et al., 2015)

Además, parte de este mayor riesgo de enfermedad cardiovascular se debe a que existen alteraciones cardíacas que se han identificado en pacientes con enfermedad renal crónica (Mavrakanas, Khattak, Wang, Singh & Charytan, 2019), las mismas que se han asociado a mayor riesgo de morbilidad y mortalidad cardiovascular. (Park, Jung, Kang, Chung & Ryoo, 2019)

Para el estudio de la morfología, función cardíaca y sus alteraciones existen en la actualidad varias técnicas; de las cuales la más sensible y que se ha convertido en la técnica no invasiva de referencia es la resonancia magnética cardíaca. Sin embargo, esta tiene ciertas limitaciones como su alto costo, falta de facilidad para transporte y algo que cobra importancia en pacientes con enfermedad renal, es la posibilidad de desarrollo de fibrosis nefrogénica sistémica por el uso de gadolinio. (Goornavar et al., 2015)

La ecocardiografía es otro método para determinar la morfología y función cardíaca, es un estudio operador dependiente pero también es importante mencionar que los hallazgos ecocardiográficos han demostrado tener una alta correlación con hallazgos histológicos y se ha validado en estudios epidemiológicos. (Solomon, Wu & Gillam, 2019)

A continuación, se describirá las alteraciones morfológicas y funcionales más importantes halladas en diferentes estudios a nivel internacional.

- Hipertrofia de ventrículo izquierdo:

Esta empieza a desarrollarse desde estadios más tempranos de enfermedad renal crónica, llegando a presentarse en el 80% de pacientes que inician terapia de sustitución renal. (Malík, Danzig, Bednářová y Hrušková, 2018)

- Disfunción diastólica del ventrículo izquierdo:

Se refiere a las alteraciones en la relajación y distensibilidad del ventrículo izquierdo, asociado además a presiones de llenado elevadas, se ha observado hasta en el 50% de los pacientes en hemodiálisis. (Malík et al., 2018)

- Dilatación de la aurícula izquierda:

Es la cavidad con mayor tendencia a la dilatación pues posee una pared delgada.(Malík et al., 2018) En un estudio realizado por Kim et al. (2011) encontraron una frecuencia de 53.19% de pacientes con este hallazgo.

- Hipertensión pulmonar:

Esta entidad se ha evidenciado hasta en el 50% de los pacientes con enfermedad renal crónica. (Malík et al., 2018)

Existen otras alteraciones cardíacas asociadas a enfermedad renal crónica que son menos comunes pero que también se asocian a una mayor morbimortalidad en los pacientes enfermos renales, entre las que se encuentran las valvulopatías, incluyendo calcificaciones valvulares, disfunción del ventrículo derecho, pericarditis, aumento de la aterosclerosis. (Malík et al., 2018) (Ternacle et al., 2019)

La aparición de la hemodiálisis ha significado el incremento de sobrevida de los pacientes con enfermedad renal crónica, pero es un procedimiento médico y cuenta con complicaciones. (Arias et al., 2015)

Entre las complicaciones hemodinámicas que se desarrollan durante la diálisis, las más frecuentes son la hipotensión, hipertensión durante el procedimiento. (Arias et al., 2015)

La hipotensión, además de ser una de las complicaciones agudas más frecuentes de la diálisis, se asocia a mayor sintomatología negativa, mayor falla de accesos vasculares, eventos cardiovasculares adversos, mortalidad. (Kuipers et al., 2019)

La hipotensión intradialítica está presente en el 10 al 70% de las sesiones dependiendo de la definición utilizada para esta complicación, la hipertensión en el 5 a 15% de los pacientes. (Assimon & Flythe, 2015)

La hipertensión intradialítica es otra complicación clásica de la HD, su frecuencia varía bastante de acuerdo a la definición utilizada; Van Buren & Inrig (2016) reportan que el porcentaje medio de episodios en pacientes en HD es del 18% y que hasta el 90% de los pacientes han presentado al menos un evento.

Según mi revisión, al momento hay pocos datos con relación a estos cambios y su asociación con las complicaciones intradialíticas y dentro de estas parece ser que los trastornos que provocan mayor sensibilidad a los cambios en la volemia que se presentan durante la HD son los que más se asocian a estas complicaciones, y entre las alteraciones cardíacas que predisponen a la hipotensión intradialítica están la fibrilación auricular, enfermedad isquémica, la disfunción diastólica e hipertrofia del VI. (Assimon & Flythe, 2015)

En el caso de la hipertensión intradialítica, los hallazgos de estudios indican que esta asociada a una resistencia vascular periférica aumentada. (Van Buren & Inrig, 2016)

El objetivo principal de este estudio consiste en valorar la asociación de las características ecocardiográficas morfológicas y hemodinámicas de los pacientes del programa de trasplante renal sometidos a HD y estudiar la asociación de estas con las complicaciones intradialíticas. A continuación, se describirá un breve resumen de los siguientes capítulos de este trabajo.

El segundo capítulo contiene una descripción actualizada acerca de la enfermedad renal crónica, la fisiopatología de los trastornos que esta provoca en el sistema cardiovascular, los cambios ecográficos descritos en cohortes internacionales y las teorías que explican su aparición, además se aborda las complicaciones intradialíticas y las teorías propuestas por expertos internacionales en el tema, para su aparición.

En el cuarto capítulo se presentan los resultados de la investigación, incluyendo las características clínicas, bioquímicas y ecocardiográficas estudiadas, las frecuencias de los cambios ecocardiográficos y de las complicaciones intradialíticas y el análisis estadístico entre ellas.

En el quinto capítulo se encuentra la discusión de los resultados, donde se los contrastará con resultados obtenidos a nivel internacional y en algunos casos se trata de dar una interpretación de los resultados y diferencias obtenidas.

El sexto capítulo brinda conclusiones, recomendaciones y expone las limitaciones que se presentaron durante la realización del estudio.

De acuerdo con los resultados de este estudio se puede concluir que hay características ecocardiográficas típicas de pacientes con ERC y en HD, presentando algunas de estas, asociación con las complicaciones intradialíticas por lo que representan una importante causa de morbilidad.

CAPÍTULO II

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Enfermedad renal crónica

2.1.1 *Concepto*

Se utilizará la definición planteada por la guía actualizada de *Kidney Disease Improving Global Outcomes*, actualizada en el año 2012 y perteneciente a la Fundación Nacional del Riñón de Estados Unidos. En esta guía, se define a la enfermedad renal crónica como las alteraciones estructurales o funcionales renales, que tienen repercusiones en la salud y durante un período de tiempo mayor a tres meses. (KDIGO Group, 2013) Las alteraciones que pueden estar presentes son:

- Tasa de excreción de albúmina en 24 horas igual o mayor a 30 mg o la relación albúmina/creatinina urinaria mayor o igual a 30 mg/g
- Alteraciones en el sedimiento urinario
- Alteración hidroelectrolítica secundaria a desórdenes tubulares
- Alteraciones evidenciadas mediante histología
- Alteraciones estructurales en estudios imagenológicos
- Antecedente de trasplante renal
- Filtrado glomerular menor a 60 ml/min/1.73 m^2

2.1.2 *Clasificación y estadiaje*

La enfermedad renal crónica puede clasificarse de acuerdo con su etiología, por el índice de filtrado glomerular o según el nivel de albuminuria; en el presente trabajo se utilizará el índice de filtrado glomerular al ser el más utilizado y con el cual se toman las decisiones tanto diagnósticas como de tratamiento. (KDIGO Group, 2013) (Arias et al., 2015)

2.1.3 *Epidemiología*

La enfermedad renal crónica afecta entre el 11 y 13% de la población total a nivel mundial, llegando a presentarse en el 50% en grupos de alto riesgo y en el Ecuador ocupa el cuarto lugar en las causas de mortalidad general y el quinto lugar en las causas de mortalidad prematura, en nuestro país llega a tener una mortalidad de entre el 6 y 7% y aproximadamente 10000 personas se encuentran en tratamiento sustitutivo renal (hemodiálisis o diálisis peritoneal), la supervivencia promedio de los pacientes que son sometidos a estos tratamientos es en promedio de 52 meses y se considera un problema de salud pública pues es responsable del 1 al 2% del gasto total de recursos. (Ministerio de Salud Pública del Ecuador, 2018)

Según Arias et al. (2015), la enfermedad renal crónica afecta a todas las etnias, no está totalmente claro si la prevalencia es mayor en la etnia negra, sin embargo, lo que si se ha logrado determinar es que en esta etnia el riesgo de progresión de la enfermedad renal crónica es mayor mientras que la prevalencia es igual en hombres y mujeres y aumenta con la edad.

2.1.4 *Etiología*

Aproximadamente el 30% de caso de enfermedad renal crónica se debe a diabetes mellitus, 25% a hipertensión arterial, 20% a glomerulopatías. (Ministerio de Salud Pública del Ecuador, 2018)

Para Arias et al. (2015), es una patología que se encuentra asociada a varias enfermedades crónicas, tanto al ser consecuencia como causa de las mismas y estos autores definen otras etiologías además de las mencionadas en el párrafo anterior, entre ellas: enfermedad poliquística renal, causas vasculares, pielonefritis crónica, nefritis intersticial crónica, enfermedades congénitas.

2.1.5 *Efectos Fisiopatológicos*

2.1.5.1 *Proteinuria*

Esta tiene dos implicaciones en la enfermedad renal crónica, por un lado, se presenta como consecuencia y además cuando está presente, se presenta como el parámetro de mayor importancia pronóstica pues empeora la función renal. En condiciones normales la barrera capilar del glomérulo con el espacio de Bowman no permite que moléculas grandes pasen a través de esta, incluidas las proteínas. En las nefropatías incluyendo a la ERC, en la que se presenta nefroesclerosis segmentaria y global de los glomérulos, esta barrera se encuentra afectada, provocando que las proteínas pasen a los túbulos renales. (Arias et al., 2015)

En el túbulo renal se produce reabsorción de estas proteínas, pero en estudios histológicos se ha visto que esto provoca alteraciones en las células epiteliales del túbulo proximal, por acumulación de proteínas en los lisosomas que terminan rompiéndose; provocando alteración en las células epiteliales, tornándolas de tipo mesenquimal, y también se acompañan de infiltrados de células que se dan por aumento de producción de sustancias proinflamatorias y vasoactivas por parte de las células epiteliales. (Arias et al., 2015)

2.1.5.2 *Alteraciones inmunitarias*

En la enfermedad renal crónica están comprometidas tanto la inmunidad innata como la adquirida. Esto se da en parte porque existen más moléculas proinflamatorias como la IL-1, IL-6, TNF; como resultado de su menor depuración renal, además que existe una mayor estimulación de su producción por células inmunocompetentes secundaria a su contacto con toxinas urémicas retenidas y en el caso de pacientes en hemodiálisis por el contacto con materiales externos durante el procedimiento, además en estos pacientes se encuentra afectada la función de polimorfonucleares, macrófagos, células dendríticas que provoca un estado de inflamación subclínica crónica. (Arias et al., 2015)

Se ha postulado la teoría del perfil senescente, que implica que las células de la inmunidad innata prolongan su vida y alteran su perfil fenotípico y funcional como medida de “ahorro” frente a la inflamación crónica. (Arias et al., 2015)

Con respecto a la inmunidad adquirida, se piensa que con respecto a los linfocitos B e inmunoglobulinas se mantienen en igual concentración que en sujetos sin enfermedad renal, sin embargo, algunos estudios han demostrado una mayor tendencia a la apoptosis de linfocitos B activados. Se altera la relación de CD4/CD8y hay aumento de apoptosis de linfocitos T helpers, que se da por disminución de expresión de moléculas coadyuvantes mientras que la producción de linfocitos T sigue aumentada por el estado de inflamación crónica (es decir se aumenta su producción, pero también su apoptosis).(Arias et al., 2015)

2.1.5.3 *Alteraciones hematológicas*

La anemia es muy prevalente en la enfermedad renal crónica, esta es normocítica, normocrómica e hiporregenarativa; dentro de sus desencadenantes se encuentra la disminución de la eritropoyetina, que es una glicoproteína que se produce principalmente en los fibroblastos peritubulares profundos de la corteza y superficiales de la médula, esta provoca disminución de la apoptosis de precursores eritroides, así como su diferenciación y maduración. Otros mecanismos son la retención de toxinas urémicas, que inhiben a la eritropoyetina y que pueden provocar alteración en la funcionalidad de los eritrocitos, alteración en su deformidad, disminución de su resistencia al estrés oxidativo, mecánico y osmótico, además del estado inflamatorio crónico, todo esto promueve la disminución de la vida media de los eritrocitos. (Arias et al., 2015)

En la enfermedad renal crónica hay alteraciones de la coagulación dadas principalmente por toxinas urémicas que condicionan alteraciones funcionales plaquetarias, entre esto se ha evidenciado disminución de la cantidad y liberación del adenosín difosfato que participa en la agregación plaquetaria, disminución de la generación de tromboxano A2, alteraciones del metabolismo de calcio intraplaquetario. También hay mayor riesgo de eventos trombóticos, dados por la disminución en su eliminación y consecuente aumento de factores procoagulantes como dímero d, fibrinógeno, PCR, factor VII, III y factor de von Willebrand en la enfermedad renal crónica y defectos en la fibrinólisis por alteraciones en factores fibrinolíticos. (Arias et al., 2015)

2.1.5.4 *Alteraciones endocrinas*

Estas son muy variadas, entre ellas se encuentra la mayor resistencia a la insulina, aumento de la insulina, hipoglicemia, disminución de conversión de T4 a T3, disminución de T4 total, disminución de la conversión de cortisol en cortisona, disminución de la acción de la hormona del crecimiento, disminución de testosterona y sus proteínas de transporte, alteración en los ciclos normales pulsátiles de hormonas sexuales femeninas. (Arias et al., 2015)

Dentro de la fisiopatología de estas alteraciones en pacientes enfermos renales crónicos se ha visto que por un lado muchas de estas sustancias aumentan por falta de su aclaramiento renal, como es el caso de la insulina; otro mecanismo es la disminución de sus acciones en tejidos diana, pérdida de proteínas por la orina, entre las que se incluyen aquellas transportadoras de hormonas. Muchos de estos efectos son mediados por las toxinas urémicas retenidas que interfieren además en la unión a las proteínas de transporte y disminuyen su acción en los tejidos diana. (Arias et al., 2015)

Algo que es importante remarcar es acerca de la conversión de cortisol a cortisona que está disminuida secundario a la disminución de la hidroxilasa encargada de este proceso, que se produce principalmente en el túbulo colector. (Arias et al., 2015)

2.1.5.5 *Alteraciones en el metabolismo fosfocálcico*

Esto se da ya que en el riñón normal se produce parte del metabolismo de la vitamina D para llegar a su forma metabólica final. Por lo que en ERC hay déficit de vitamina D que lleva a una disminución de calcio sérico y como respuesta compensadora hay hiperparatiroidismo secundario que llevará a desmineralización ósea, hipercalcemia, hiperfosfatemia y posteriormente cuando se agoten estas reservas óseas de calcio, se producirá un hiperparatiroidismo terciario. (Arias et al., 2015)

Estos cambios metabólicos pueden presentar varias comorbilidades de importancia, sobre todo las alteraciones óseas que pueden llevar a fracturas patológicas, se da la osteodistrofia renal

que puede ser de 2 tipos: de alto recambio y de bajo recambio. Además, sobre todo la hiperfosfatemia y en menor grado la hipercalcemia lleva a la calcificación de otros tejidos, como es en el caso de vasos sanguíneos, aumentando su rigidez y en el caso de coronarias, aumentado el riesgo de síndrome coronario agudo. También hay aumento del factor de crecimiento fibroblástico 23 y la propia paratohormona aumentada pueden influir en la fibrosis miocárdica. (Arias et al., 2015)

2.1.5.6 *Desnutrición*

Se da principalmente por el estado proinflamatorio al que lleva la enfermedad renal crónica y este estado proinflamatorio tiene como consecuencia anorexia y un estado de hipercatabolismo que llevan a un déficit de las reservas nutricionales. También la acidosis metabólica que se asocia a la ERC es un estimulador del catabolismo proteico. De todas maneras, de manera general un paciente con enfermedad renal crónica adecuadamente controlada no presentará desnutrición. (Arias et al., 2015)

2.1.5.7 *Neurológicas*

Los pacientes con enfermedad renal crónica pueden presentar encefalopatía urémica, encefalopatía de Wernicke, deterioro cognitivo, síndrome de piernas inquietas. polineuropatía urémica, miopatías. Estas alteraciones en su mayoría se dan por le presencia de toxinas urémicas y el menor aclaramiento de ciertos aminoácidos (que funcionan como neurotransmisores del SNC); la mayoría de estas manifestaciones desaparecen con la diálisis y el "filtrado" de toxinas urémicas. (Arias et al., 2015)

2.2 Relación entre la enfermedad renal crónica y el sistema cardiovascular

2.2.1 *Datos epidemiológicos*

La principal causa de muerte en los pacientes con enfermedad renal crónica se debe a enfermedades cardiovasculares, en diferentes publicaciones se ha evidenciado un riesgo de

mortalidad 10 a 100 veces mayor, al ser comparado con pacientes del mismo sexo, edad y etnia que no tienen enfermedad renal crónica. (Bargman & Skorecki, 2018) (Cai et al., 2014) (Liu et al., 2015) (Goornavar, Pramila y Ashoka, 2015)

En el caso de pacientes que se encuentran en tratamiento con hemodiálisis, se mantienen las enfermedades cardiovasculares como primera causa de muerte y aproximadamente el 50% de los pacientes que inician este tipo de tratamiento ya cuentan con una enfermedad cardiovascular de base. (Barberato & Pecoits-Filho, 2010)

2.2.2 Factores de riesgo

2.2.2.1 Factores de riesgo cardiovascular tradicionales

Hay varias razones para esta prevalencia mayor de enfermedad cardiovascular en pacientes con enfermedad renal crónica. Por un lado, se encuentran los factores de riesgo cardiovascular tradicionales, que también condicionan mayor riesgo en enfermos renales según lo demostrado en la revisión sistemática y metaanálisis de Major et al. (2018) en el que se incluyeron a un total de 27465 individuos.

Los autores Liu et al. (2015), Barberato & Pecoits-Filho (2010), describen los siguientes factores de riesgo tradicionales:

- Edad
- Sexo masculino
- Hábito de fumar
- Enfermedad cardiovascular establecida
- Diabetes mellitus

- Hiperlipidemia
- Hipertensión

2.2.2.2 *Factores de riesgo cardiovascular no tradicionales*

Además de los mencionados en el párrafo anterior, existen factores de riesgo para desarrollar enfermedades cardiovasculares no tradicionales cuya fisiopatología se explica por la propia enfermedad renal crónica, según Balla, Nusair y Alpert (2013), Cozzolino et al. (2018) estos factores de riesgo son:

- Exceso de toxinas urémicas
- Anemia
- Trastornos del metabolismo del fósforo y calcio
- Mayor excreción renal de albúmina
- Hiperhomocisteinemia
- Incremento del estrés oxidativo
- Disfunción de las células endoteliales
- Inflamación crónica
- Desnutrición
- Activación del sistema renina-angiotensina-aldosterona

- Activación del sistema nervioso simpático

- Hiperuricemia

2.2.2.3 *Factores de riesgo cardiovascular en pacientes sometidos a hemodiálisis*

Es de especial mención el caso de los pacientes en hemodiálisis ya que este grupo de pacientes están sometidos a los mismos factores de riesgo presentados previamente y además este tipo de tratamiento se presenta como un factor de riesgo propio, por otro lado, es un factor modificante disminuyendo la presencia de otros factores de riesgo. (Balla et al., 2013) (Cozzolino et al., 2018)

En una revisión sistemática y metaanálisis realizada por Ma & Zhao (2017) en el que se incluyeron 23 estudios con un total de 86915 pacientes en hemodiálisis, los autores reportan el hallazgo de aumento estadísticamente significativo en la mortalidad de pacientes en hemodiálisis al compararlos con el grupo control en las variables descritas en la tabla 1 y 2 :

Tabla 1: *Factores de riesgo para mortalidad cardiovascular en pacientes con enfermedad renal crónica*

Factores de riesgo para todas las causas de mortalidad	**Factores de riesgo para muerte cardíaca**
Mayor edad	Mayor edad
Diabetes Mellitus	Género femenino
Enfermedad cardiovascular previa	Diabetes Mellitus
Valores elevados de proteína C reactiva	Enfermedad cardiovascular previa

Ferritina	Duración de la hemodiálisis
Adiponectina	Valores elevados de ferritina
Hemoglobina glicosilada	HDL
Péptido natriurético cerebral	Hemoglobina glicosilada

Fuente: Ma & Zhao (2017)
Elaborado por: Bohórquez M. (2020)

Tabla 2: *Factores protectores para mortalidad cardiovascular en pacientes con enfermedad renal crónica*

Factores protectores para todas las causas de mortalidad	**Factores protectores para muerte cardíaca**
Incremento de hemoglobina (cada 1 mg/dl)	Valores altos de albúmina
Valores altos de capacidad total de fijación de hierro	Valores altos de capacidad total de fijación de hierro
Incremento del índice de masa corporal (cada 1 kg/m^2)	Valores altos de Apo A2
Valores altos de albúmina	
Valores altos de hierro sérico	
Valores altos de Apo A2	
Valores altos de Apo A3	

Fuente: Ma & Zhao (2017)
Elaborado por: Bohórquez J. (2020)

2.2.3 Fisiopatología de las alteraciones cardiovasculares en pacientes enfermos renales en hemodiálisis

A continuación, se detallará el mecanismo por el cual los factores de riesgo no tradicionales conllevan mayor riesgo de eventos cardiovasculares.

2.2.3.1 Toxinas urémicas

Una vez que el filtrado glomerular va deteriorándose, el riñón se vuelve incapaz de filtrar varias sustancias que se denominan toxinas urémicas, se menciona 3 que tienen efectos adversos sobre el sistema cardiovascular. (Cozzolino et al., 2018) (Cozzolino et al., 2017)

2.2.3.2 p-Cresol

Se produce en el intestino por el metabolismo de aminoácidos aromáticos que son resultado de la degradación bacteriana de la tirosina y la fenilananina, se acumula en pacientes con enfermedad renal crónica por alteraciones en la microbiota intestinal, alteraciones en su excreción renal y su dificultad para filtrarse mediante hemodiálisis. (Cozzolino et al., 2018) (Ying et al., 2011)

En un estudio observacional prospectivo realizado por Meijers et al. (2010) se encontró asociación entre el valor de p-cresol y nueva enfermedad cardiovascular.

Se ha demostrado que más del 95% de este compuesto circula como su conjugado sulfato que en estudios in vitro provocan desprendimiento de micropartículas endoteliales por alteraciones en las vías de señalización de las Rho-cinasas y también tienen efecto negativo en la vía de señalización del óxido nítrico. (Cozzolino et al., 2018) (Meijers et al., 2010)

2.2.3.3 Indoxyl sulfato

Este compuesto es producto del metabolismo del triptófano, mismo que se acumula cuando la función renal se deteriora y genera actividad proinflamatoria y oxidativa que conllevan mayor enfermedad cardiovascular. También en estudios in vitro, se ha visto que esta sustancia al igual que el p-cresol alteran la proliferación endotelial y el proceso de reparación celular, mecanismos que se encuentran asociados a aterosclerosis. Este compuesto tiene alta afinidad para unirse a la albúmina, razón por la cual su filtración se ve alterada mediante hemodiálisis. (Cozzolino et al., 2018)

2.2.3.4 *Productos finales de la glicación avanzada*

Son resultado de la reducción de azúcares, aminoácidos, lípidos o ADN y en enfermedades que producen alto estrés oxidativo. En pacientes con enfermedad renal se encuentran elevados por mayor producción y disminución en la eliminación renal. La unión de estos compuestos con sus receptores produce cambios intracelulares como estrés oxidativo e inflamación, provocando daño vascular, disfunción endotelial y rigidez arterial de esta manera incrementando el riesgo de enfermedades cardiovasculares (Cozzolino et al., 2018)

2.2.3.5 *Estrés oxidativo y disfunción endotelial*

Se define como estrés oxidativo a la alteración del balance entre la producción de moléculas oxidativas y su eliminación, entre estas las más importantes son las especies reactivas de oxígeno y las especies de nitrógeno como el óxido nítrico. (Cozzolino et al., 2018)

El riñón es un órgano que se encarga de producción de enzimas antioxidantes y al perder progresivamente su función, aumenta el nivel de sustancias prooxidantes y esto se exacerba en pacientes en hemodiálisis. Por otro lado, estas sustancias provocan mayor deterioro renal al inducir isquemia renal, daño glomerular. (Cozzolino et al., 2018) (Cozzolino et al., 2017)

La dimetilarginina asimétrica (ADMA) es un aminoácido que se encuentra elevado en pacientes con enfermedad renal debido a alteraciones en el proceso de inactivación y eliminación, este aminoácido provoca alteración en la síntesis del óxido nítrico endotelial al inhibir la enzima

óxido nítrico sintetasa y por este mecanismo provoca la disfunción endotelial que contribuye en la patogenia de la aterosclerosis, hipertensión arterial, diabetes. (Cozzolino et al., 2018)

En pacientes en hemodiálisis el estrés oxidativo se encuentra aumentado por la pérdida de antioxidantes durante el procedimiento, como es el caso de la vitamina E y C. Además, luego de cada sesión de hemodiálisis hay un aumento plasmático de productos oxidativos ya que este procedimiento produce la activación de plaquetas, polimorfonucleares y complemento. (Cozzolino et al., 2018)

2.2.3.6 *Inflamación crónica*

Es común en pacientes con enfermedad renal crónica a medida que empeora el filtrado glomerular, hasta el 50 % de pacientes presenta elevación de marcadores inflamatorios. (Balla et al., 2013)

Esta entidad es multifactorial, varias toxinas urémicas producen entre las que destacan los compuestos de guanidina provocan producción de especies reactivas de oxígeno y citoquinas proinflamatorias provocando un estado de inflamación crónica que generalmente es subclínica. (Balla et al., 2013) (Cozzolino et al., 2018) (Cozzolino et al., 2017)

Como se explicó previamente, la ADMA produce disfunción endotelial al alterar la producción de óxido nítrico, además produce aumento de interleucina 6 (IL-6) y factor tumoral alfa (TNF- α), condiciones que promueven la disfunción endotelial, inflamación crónica y aumentan la aterosclerosis. (Balla et al., 2013) (Cozzolino et al., 2018)

En los pacientes sometidos a hemodiálisis además de lo mencionado, el propio procedimiento promueve la producción de sustancias proinflamatorias por los siguientes mecanismos descritos por (Balla et al., 2013):

- Incompatibilidad biológica con las membranas utilizadas en los equipos

- Endotoxinas en las soluciones de dializado

- Mayor riesgo a infecciones asociadas a dispositivos médicos

- Sobrecarga hídrica

2.2.3.7 *Calcificaciones cardiovasculares*

Su principal factor desencadenante son los desórdenes en el metabolismo fosfocálcico, en el caso de los vasos sanguíneos pueden ser de 2 tipos: calcificación de la íntima que provoca disminución de la luz de los vasos causando isquemia o necrosis de los tejidos irrigados y calcificación de la túnica media, que provoca disminución de la elasticidad, aumento de su rigidez que promoverán hipertrofia del ventrículo izquierdo. (Balla et al., 2013) (Cozzolino et al., 2018) (Cozzolino et al., 2017)

En los pacientes en hemodiálisis también es más frecuente la presencia de calcificaciones valvulares presentándose entre el 23,27 % al 57,6 % y aumentando la mortalidad por causas cardiovasculares en un 18%. (Arias et al., 2015) (Cozzolino et al., 2018)

2.2.3.8 *Carbamilación proteica*

Los niveles elevados y crónicos de urea en pacientes con enfermedad renal provocan activación de los procesos de carbamilación de diferentes estructuras proteicas como las lipoproteínas de baja densidad promoviendo la aterosclerosis, la albúmina promoviendo la fibrosis renal y la eritropoyetina promoviendo la anemia. (Cozzolino et al., 2018)

2.2.3.9 *Acidosis*

El riñón es el órgano encargado de la excreción de ácidos no volátiles que se producen como productos del metabolismo y en la enfermedad renal crónica su excreción se encuentra alterada y además está disminuida la producción de bicarbonato, como resultado se presenta

desnutrición, inflamación, mayor trastorno del metabolismo fosfocálcico que aumentan el riesgo de enfermedades cardiovasculares. En pacientes en hemodiálisis se pueden presentar variaciones mayores del equilibrio ácido-base y de los niveles de calcio sérico que también intervienen en el riesgo de enfermedades cardiovasculares. (Cozzolino et al., 2018)

2.2.3.10 Efectos de la fístula arteriovenosa en el sistema cardiovascular

Este es el acceso principal para la realización de las sesiones de la hemodiálisis, pero conlleva cambios a nivel cardiovascular. Una vez creada la fístula arteriovenosa, la resistencia vascular periférica disminuye y para poder mantener adecuados valores de tensión arterial y perfusión sanguínea a los tejidos aparecen cambios compensatorios a través del aumento de la frecuencia cardíaca, retorno venoso que se dan a través activación del sistema renina-angiotensina-aldosterona y sistemas simpáticos.(Chirakarnjanakorn, Navaneethan, Francis y Wilson, 2017)

Estos cambios compensatorios condicionarán aumento del gasto cardíaco y de la presión pulmonar, este gasto cardíaco aumentado y la activación neurohormonal persistentes influirán en la hipertrofia del ventrículo izquierdo y la dilatación de esta cavidad, incluso apareciendo a las 2 semanas de la creación de la fístula. También se ha demostrado que el estrés hemodinámico producido por la fístula arteriovenosa provoca elevación de los péptidos natriuréticos cerebral y atrial. (Chirakarnjanakorn et al., 2017)

2.3 Alteraciones morfológicas y hemodinámicas en pacientes en hemodiálisis y su determinación ecocardiográfica

2.3.1 Introducción

Parte de este mayor riesgo de enfermedad cardiovascular se debe a que existen alteraciones cardíacas que se han identificado en pacientes con enfermedad renal crónica (Mavrakanas et al., 2019), las mismas que se han asociado a mayor riesgo de morbilidad y mortalidad cardiovascular, así como a mortalidad de todas las causas. (Goornavar et al., 2015) (Park et al., 2019)

Para el estudio de la morfología, así como la función cardíaca, existen en la actualidad varias técnicas; de las cuales la más sensible y que se ha convertido en la técnica no invasiva de referencia es la resonancia magnética cardíaca. Sin embargo, esta tiene ciertas limitaciones como su alto costo, falta de facilidad para transporte y algo que cobra importancia en pacientes con enfermedad renal, es la posibilidad de desarrollo de fibrosis nefrogénica sistémica por el uso de gadolinio. (Goornavar et al., 2015)

Otra de las pruebas que se ha estudiado para el screening de hipertrofia ventricular izquierda y la disfunción sistólica y diastólica ha sido la determinación de troponinas ultrasensibles. (Kang et al., 2019)

Luego de mencionar esto, se indica otro método para determinar la morfología y función cardíaca que es la ecocardiografía. Se debe destacar que es un estudio operador dependiente pero también es importante mencionar que los hallazgos ecocardiográficos han demostrado tener una alta correlación con hallazgos histológicos y se ha validado en estudios epidemiológicos. (Malík et al., 2018) (Solomon et al., 2019)

2.3.2 Ecocardiografía

2.3.2.1 Principios de la ecocardiografía

2.3.2.1.1 Ultrasonido

Según Solomon et al.:

La ecocardiografía se basa en los principios convencionales de los ultrasonidos, según los cuales se emiten ondas sonoras de alta frecuencia del orden de 1 a 10 MHz a partir de cristales piezoeléctricos alojados en un transductor, que atraviesan las estructuras corporales internas, interaccionan con los tejidos, se reflejan de nuevo hacia el transductor y posteriormente son procesados por microordenadores para generar una imagen. (2019)

Además, los procesadores de los equipos calculan el tiempo en que las ondas sonoras viajan, se reflejan en las estructuras estudiadas y regresan al transductor. Con esto se generan líneas de barrido que aportan información acerca de la localización o profundidad y amplitud o intensidad. En esto se basa el modo M, en el que con un único haz de emisión de ultrasonidos se muestra en el eje vertical la profundidad y en el eje horizontal el tiempo. (Solomon et al., 2019)

En cambio, en las imágenes en 2D habrá varios emisores de ultrasonidos dispuestos en fase que emitirán y recibirán las señales, el haz se desplazará de un lado a otro creando un plano de exploración. (Solomon et al., 2019)

En la actualidad las imágenes 2D han suplantado en gran parte al modo M, sin embargo este último aún se lo utiliza y como lo indica Solomon et al.: "es particularmente útil para hacer mediciones lineales y evaluaciones que necesitan la elección del momento preciso con respecto al ciclo cardíaco" (2019)

2.3.2.1.2 *Doppler*

De acuerdo a Solomon et al., el principio Doppler establece que "la frecuencia de una onda que vuelve rebotada desde un objeto en movimiento estará alterada (desplazada) con respecto a la frecuencia del emisor, en función de si el objeto se acerca o se aleja del observador" (2019)

Con este principio la ecocardiografía también nos aporta datos acerca de la velocidad del flujo que tiene la sangre que se moviliza en el corazón y en los vasos, también permite medir el movimiento del miocardio (Solomon et al., 2019)

2.3.2.2 *Componentes de la exploración ecocardiográfica convencional*

En una exploración convencional se utilizarán tanto imágenes 2D como el modo M y Doppler. Cada una de estas técnicas serán aplicadas en diferentes planos, mismos que se obtienen según los siguientes componentes: la posición convencional del transductor, los planos de visualización ortogonales y la región anatómica de interés. (Solomon et al., 2019)

Como se mencionó previamente la principal función del ecocardiograma es la valoración de la estructura y función cardíaca, además nos permitirá determinar alteraciones del tamaño, geometría y permeabilidad tanto de las cavidades, válvulas y vasos grandes. (Solomon et al., 2019)

Para la valoración de las estructuras cardíacas se obtendrán medidas que serán lineales, de superficie y de volumen. Es importante indicar que existen datos de rangos normales de cada una de las medidas obtenidas, mismos que son valores entregados por diferentes asociaciones a nivel mundial y en el caso del presente trabajo se utilizarán los datos de la sociedad americana de ecocardiografía y no hay que olvidar que estos datos deben estar ajustados al sexo, edad y área de superficie corporal. (Solomon et al., 2019)

2.3.2.2.1 *Ventrículo izquierdo (VI)*

2.3.2.2.1.1 *Tamaño y masa*

Para su cálculo existen algunas fórmulas que se basan en mediciones lineales o mediante 2D tomando en cuenta su forma: "el VI se aproxima a un elipsoide achatado o a forma cilíndrica hemielipsoidea" (Solomon et al., 2019)

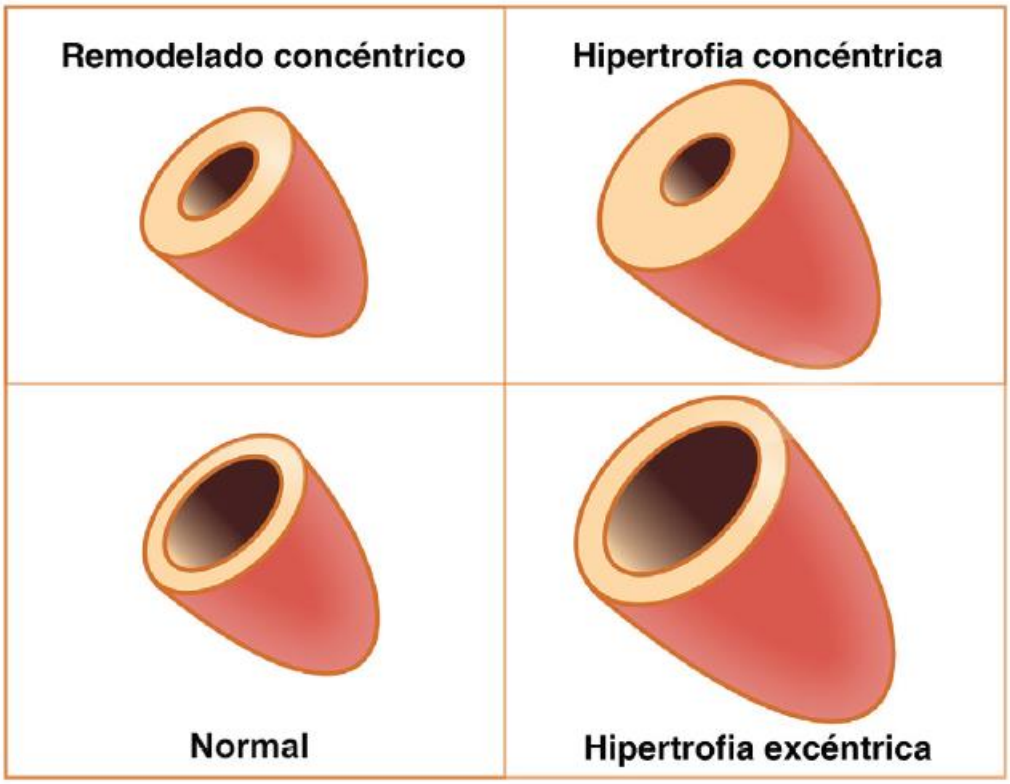
El método más utilizado y recomendado es el de Simpson que es un método muy exacto, pero cuando se dispone de buena calidad de imágenes ya que para este método se necesita una adecuada definición del borde endocárdico. (Solomon et al., 2019)

Con respecto a la masa, las fórmulas utilizan medidas del espesor de la pared o del volumen de la cavidad, siendo importante conocer que las medidas deben realizarse durante la diástole. Los valores máximos considerados normales con respecto al índice de masa son 95 g/m^2 en mujeres y 115 g/m^2 en hombres. (Solomon et al., 2019) (Lang et al., 2015).

Para Solomon et al., con respecto a los conceptos patológicos: “la hipertrofia del VI se define como el aumento de la masa total del VI y es diferente del aumento del espesor de la pared *per se*. Sin embargo, en general, si el diámetro del VI no está disminuido, un espesor de la pared de 12 mm o mayor se correlaciona con hipertrofia del VI.” (2019)

Las alteraciones patológicas se basan en los cambios entre el espesor de la pared y el índice de masa como se indica en la figura 1.

Figura 1: *Alteraciones geométricas del VI*



Fuente: Solomon et al. (2019)

2.3.2.2.1.2 *Función sistólica del VI*

La técnica más utilizada para su valoración, es el cálculo de la fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI) que citando a Solomon et al. es: “calculada como la diferencia entre el volumen telediastólico y el volumen telesistólico dividida por el volumen telediastólico” (2019).

Para su cálculo de estos volúmenes requeridos se puede utilizar el método de Simpson modificado, y también habrá otros métodos como el de Teichholtz o Quiñones pero estos últimos tienen menor precisión cuando hay alteraciones de la geometría ventricular; el valor normal de la FEVI se considera como mayor a 50%. (Solomon et al., 2019)

2.3.2.2.1.3 *Función diastólica del VI*

Existen varios métodos para su determinación, que se basan en la identificación ecocardiográfica de diferentes variables y es importante conocer que ninguno de estos por sí solos es exacto y se requiere que la mayoría (por lo menos 2 de 4 valorados) sean anómalos para categorizar a la disfunción diastólica. (Solomon et al., 2019)

Dentro de los parámetros más utilizados está el patrón de flujo mitral estudiado mediante Doppler, en el que la medida utilizada es la relación de la onda E que es la producida durante el inicio de la diástole con el llenado activo del ventrículo con la onda A que en cambio se dará en la parte final de la diástole durante el flujo de sangre relacionado con la contracción auricular. (Solomon et al., 2019)

Otra de las variables es la valoración de los movimientos del miocardio a nivel del anillo mitral, es determinada mediante técnica Doppler de tejidos; la onda S´ se da durante la contracción sistólica, la onda e´ y a´ durante la diástole temprana y tardía respectivamente. (Solomon et al., 2019)

Con respecto al estudio Doppler de las venas pulmonares, existe la onda S que se da con el paso de sangre de las cuatro venas pulmonares a la aurícula izquierda (AI), la onda D que se da durante la diástole ventricular y la onda AR que aparece con la contracción auricular. (Solomon et al., 2019)

A continuación, se adjunta una tabla que indica las principales alteraciones de acuerdo con el grado de disfunción diastólica.

Tabla 3: *Grados de disfunción diastólica*

Parámetro	Normal	Grado 1	Grado 2	Grado 3
Relajación del VI	Normal	Deteriorada	Deteriorada	Deteriorada
Presión de la AI	Normal	Baja o normal	Elevada	Elevada
Relación E/A mitral	≥0.8	≤0.8	De ›0.8 a ‹2	›2
Relación E/e´	‹10	‹10	10-14	›14
Velocidad máxima de insuficiencia tricuspídea (m/s)	‹2.8	‹2.8	›2.8	›2.8
Índice de volumen de la AI	Normal	Normal o aumentado (›34 ml/m^2)	Aumentado	Aumentado

Fuente: Solomon et al. (2019)
Elaborado por: Bohórquez J. (2020)

2.3.2.2.2 *Estructura y función del ventrículo derecho*

Para la medición de la estructura se debe realizar múltiples medidas lineares en diferentes proyecciones ya que en ningún plano puede valorarse toda la cavidad y además la forma del ventrículo derecho (VD) en semiluna dificulta su valoración. (Solomon et al., 2019)

Para la determinación de la función del VD se calcula el cambio fraccional del área que según lo descrito por Solomon et al. : "se determina con facilidad calculando el área del VD en la diástole y en la sístole en la proyección de 4 cámaras" (2019).

2.3.2.2.3 *Valoración de la aurícula izquierda y derecha*

Para la AI en la proyección paraesternal se la mide el eje longitudinal que tiene como límite 4 cm en hombres y 3.8 cm en mujeres, también se utiliza un corte de 2.3 cm/m^2 de volumen tanto en hombres como mujeres. (Solomon et al., 2019)

Para Solomon et al., con respecto a la valoración de la aurícula derecha (AD): "los volúmenes indizados de la AD basados en las medidas volumétricas son parecidos a los volúmenes de la AI en los hombres sanos y algo menores en las mujeres sanas" (2019)

2.3.2.2.4 *Otras valoraciones*

Durante la valoración ecocardiográfica también es importante determinar si hay anormalidades en los movimientos de las diferentes paredes miocárdicas, el estudio de las 4 válvulas cardíacas determinando su anatomía, si se encuentran engrosadas o calcificadas y determinar si hay estenosis o insuficiencia, en caso de haberlas se deberá determinar su severidad. (Solomon et al., 2019)

Es importante valorar la vena cava inferior ya que su tamaño se relaciona con el volumen circulante, la presión de la AD y la presión venosa central, además de valorar su colapso durante la inspiración ya que cuando esta no es completa, puede asociarse a hipervolemia. Con esto descrito se recalca la importancia de esta valoración ya que nos puede ayudar a determinar el estado hídrico y dar guías de cambios en la prescripción de la diálisis. (Chiu, Green, Abodin, Sinha & Kalra, 2014)

También se debe valorar el pericardio, sobre todo en búsqueda de derrame pericárdico que se establece con la presencia de espacio entre las 2 capas pericárdicas. (Solomon et al., 2019)

Por último, es importante la valoración de la arteria aorta y se deberá valorar su diámetro a nivel del anillo aórtico y la aorta descendente. (Solomon et al., 2019)

2.3.3 *Alteraciones morfológicas en pacientes en hemodiálisis*

A continuación, se describirá las alteraciones morfológicas y funcionales más importantes halladas en diferentes estudios a nivel internacional.

2.3.3.1 *Alteraciones geométricas del VI*

La más prevalente es la hipertrofia del VI, esta empieza a desarrollarse desde estadios más tempranos de enfermedad renal crónica, llegando a presentarse en el 80% de pacientes que inician terapia de sustitución renal. Su aparición se debe a varios mecanismos, el principal será la sobrecarga hídrica que presentan los pacientes enfermos renales, esta llevará al desarrollo de hipertrofia excéntrica de ventrículo izquierdo; además la hipertensión arterial y su agravamiento en pacientes enfermos renales promueve la aparición de hipertrofia ventricular izquierda. (Malík et al., 2018)

Según lo encontrado en sus estudio, en el estudio ecocardiográfico de 315 pacientes Matsuo et al. (2018) reportan que el 15% presentaron hipertrofia excéntrica, el 22.3% remodelamiento concéntrico, el 51.3% hipertrofia concéntrica y solo el 11.5% presentaron una geometría normal del VI.

2.3.3.2 *Disfunción diastólica del ventrículo izquierdo*

Se refiere a las alteraciones en la relajación y distensibilidad del ventrículo izquierdo, asociado además a presiones de llenado elevadas, se ha observado hasta en el 50% de los pacientes en hemodiálisis.

Su aparición se encuentra influenciada por la presencia de hipertrofia ventricular, además las presiones de llenado se ven influenciadas por la hidratación del paciente y habitualmente cambiará de acuerdo con la fase de hemodiálisis. (Malík et al., 2018)

En estudios de necropsias se han encontrado cambios fibróticos intermiocardiocíticos que pueden condicionar aumento de las presiones de llenado y se ha asociado a estas alteraciones

ciertos cambios humorales sobre todo aumento de catecolaminas, nivel de angiotensina II, paratohormona, endotelina, aldosterona y también la presencia de isquemia miocárdica.

Matsuo et al. (2018) encontraron que en el 64.6% presentan un patrón de relajación alterado, el 23% un patrón pseudonormal, el 1% un patrón restrictivo, 7.8% presentaron fibrilación auricular y solo el 3.4% presentaron un patrón normal.

2.3.3.3 *Cambios en las cavidades derechas*

En un estudio realizado por Tamulėnaitė, Žvirblytė, Ereminienė, Žiginskienė y Ereminienė et al. (2018) en el que se incluyeron 70 pacientes de los cuales 38 fueron enfermos renales crónicos en hemodiálisis y 32 pertenecieron al grupo control con función renal normal y sin hemodiálisis, encontraron una incidencia del 16 al 19% de disfunción del ventrículo derecho (VD), valorados de acuerdo a la TAPSE y la onda S´, también encontraron un índice de volumen de la aurícula derecha y diámetro de la arteria pulmonar significativamente mayores en el grupo de pacientes que recibían hemodiálisis.

2.3.3.4 *Dilatación de la aurícula izquierda*

Esta es la cavidad con mayor tendencia a la dilatación pues posee una pared delgada y es susceptible a los cambios de volumen que se presentan en la hiperhidratación cíclica que se asocia a la terapia dialítica. (Malík et al., 2018) (Rozenbaum et al., 2018)

Chiu et al. (2014) dividen las causas en aquellas que incrementan la precarga de la AI: sobrecarga hídrica, regurgitación de la válvula mitral, fístula arteriovenosa, estados de alto gasto; y causas que incrementan la poscarga de la AI: disfunción sistólica del VI, estenosis mitral, hipertensión, hipertrofia del VI.

Se ha asociado a mayor mortalidad y eventos cardiovasculares como fibrilación auricular y eventos cerebrovasculares isquémicos, en estudios que la han correlacionado con la mortalidad

por todas las causas, se ha hallado significancia estadística incluso cuando se ha separado de la hipertrofia del VI y del valor de la fracción de eyección del VI. (Chiu et al., 2014)

2.3.3.5 *Hipertensión pulmonar*

Esta entidad se ha evidenciado hasta en el 50% de los pacientes con enfermedad renal crónica. (Malík et al., 2018)

Hay varias etiologías descritas, entre ellas destaca la presencia de toxinas urémicas sobre el endotelio de arterias pulmonares, la falla ventricular izquierda, sobrecarga hídrica, hiperdinamia de la circulación, debido a anemia que es prevalente en enfermedad renal crónica, debida también a fístulas arteriovenosas para diálisis, tromboembolismos. (Malík et al., 2018) (Han, Kim, Jung & Son, 2019)

2.3.3.6 *Alteraciones pericárdicas*

Se puede encontrar derrame pericárdico que en pacientes en diálisis puede ser secundario a disfunción sistólica, aumento de la volemia, pericarditis urémica (aquella que se presenta en pacientes sometidos a diálisis durante menos de 8 semanas) y pericarditis asociada a diálisis (aquella que se presenta en pacientes sometidos a diálisis durante más de 8 semanas). La frecuencia de la pericarditis urémica es del 6 al 10% y la de la pericarditis asociada a diálisis es de alrededor del 13%. (Chiu et al., 2014)

2.3.3.7 *Calcificaciones valvulares*

Se han identificado con una prevalencia mayor al 50% en los pacientes en diálisis y en el caso de la calcificación del anillo mitral, una prevalencia del 19 al 84% y su evidencia ecocardiográfica se ha asociado con aumento de la mortalidad y eventos cardiovasculares. (Chiu et al., 2014)

En un estudio realizado por Kitamura et al. (2017) en el que incluyeron a 96 pacientes al inicio de su terapia de hemodiálisis y en quienes se realizó ecocardiograma transtorácico y tomografía computarizada multidetector, se encontró que el 81.3% presentaban calcificación de las arterias coronarias y el 64.6% de los pacientes presentaron calcificación de al menos 1 válvula cardíaca. Además, en este estudio encontraron correlación significativa entre la calcificación coronaria y la calcificación de las válvulas cardiacas y también estos 2 tipos de calcificaciones cardíacas estuvieron relacionados con hipertrofia del VI en especial con la hipertrofia concéntrica.

Choi et al. (2013) estudiaron 285 pacientes en hemodiálisis, de los que el 29.9% tuvieron evidencia ecocardiográfica de calcificaciones valvulares, estos pacientes presentaron mayor frecuencia de anormalidades regionales de movimiento de la pared miocárdica. Además, los autores indican que las calcificaciones valvulares se asocian con disfunción diastólica del VI, volumen sistólico y rigidez arterial.

2.4 Tratamiento de la enfermedad renal crónica

En los pacientes con enfermedad renal crónica el tratamiento puede ser conservador, mediante terapia de sustitución renal mediante hemodiálisis, diálisis peritoneal y con trasplante renal.

En el presente trabajo se procederá a realizar una pequeña introducción acerca de la hemodiálisis, que es el tratamiento en el que se basa la actual investigación, y luego las complicaciones durante la misma.

2.4.1 Introducción a la hemodiálisis

La diálisis se define como la difusión de moléculas solubles a través de una membrana y a través de un gradiente de concentración electroquímica. Esto se logra mediante el transporte de solutos que se encuentran en exceso en la sangre a la sustancia dializadora como por ejemplo la urea y por el paso de sustancias que se encuentran en bajos niveles en la sangre como el bicarbonato desde la sustancia dializadora, esto con el fin de llegar a un balance de fluidos y solutos similar al

de una persona con una adecuada función renal, la difusión de estas moléculas dependerá de 2 factores que son su peso molecular y su concentración en los líquidos. (Himmelfarb & Ikizler, 2010)

Otro proceso involucrado en la hemodiálisis es la ultrafiltración en el cual el movimiento de solutos se realiza a través de poros de la membrana de diálisis mediante fuerzas hidrostáticas y osmóticas, el objetivo principal de este es la remoción del exceso de agua corporal y cambiará la concentración de solutos. (Himmelfarb & Ikizler, 2010)

Es importante el tiempo de diálisis en cada sesión, que generalmente dura entre 3 y 4 horas, ya que de esto depende que se logre la adecuada eliminación de solutos y de exceso de líquido y también la frecuencia del procedimiento que desde hace varias décadas se realiza 3 veces por semana principalmente por cuestiones de aspecto logístico y económico. (Himmelfarb & Ikizler, 2010)

Es importante conocer los componentes de la máquina de hemodiálisis, que como Daugirdas, Blake & Ing lo indican:

> Se compone del circuito de la sangre y del circuito del líquido de diálisis. Ambos se encuentran en el dializador. El circuito de la sangre empieza en el acceso vascular. Desde el acceso vascular la sangre se bombea a través de una ‹‹línea de sangre arterial›› hacia el dializador. La sangre es devuelta desde el dializador al paciente por una ‹‹línea de sangre venosa››. Se usan dichos términos, aunque a veces tan sólo se emplee sangre venosa (como cuando se realiza la hemodiálisis mediante un catéter venoso central). Así, sería más preciso usar el término línea de sangre de entrada (*inflow*) y línea de sangre de salida (*outflow*), pero como suele suceder, los términos correctos raramente se usan. Junto a las líneas de sangre de entrada y de salida hay varias cámaras, puertos de entrada y controles, que se usan para perfundir suero salino o heparina, medir presiones y detectar cualquier entrada de aire. El circuito de diálisis incluye un complemento para la solución de diálisis, el cual forma la solución de diálisis en línea desde el agua purificada y el concentrado, y entonces bombea la solución a través de diferentes compartimentos del dializador. El

circuito de la solución de diálisis incluye varios controles que aseguran que la solución de la diálisis está a la temperatura correcta, presenta una concentración segura de sales disueltas y no está expuesta a la sangre. (2008)

2.4.2 *Complicaciones de la hemodiálisis*

La aparición de la hemodiálisis ha significado el incremento de sobrevida de los pacientes con enfermedad renal crónica, pero esta es un procedimiento médico y cuenta con complicaciones, mismas que cada vez son menos frecuentes con los diferentes avances tecnológicos; se deben a una combinación de factores dependientes del paciente y del procedimiento. (Arias et al., 2015)

Entre las complicaciones que se desarrollan durante la diálisis, las más frecuentes son la hipotensión, hipertensión, hipoxemia, calambres, náuseas y vómitos, cefalea, dolor torácico, fiebre; entre las menos comunes está el síndrome de desequilibrio, reacciones de tipo alérgico, hemólisis, embolia aérea, taponamiento cardíaco, hemorragia intracraneal, arritmias, infecciones. (Arias et al., 2015) (Daugirdas et al., 2008)

2.4.2.1 *Hipotensión intradiálisis*

La hipotensión, además de ser una de las complicaciones agudas más frecuentes de la diálisis, se asocia a mayor sintomatología negativa, mayor falla de accesos vasculares, eventos cardiovasculares adversos, mortalidad. (Kuipers et al., 2019)

Existen varias definiciones para esta entidad, pero no existe un consenso actual aceptado de manera generalizada, una de las más utilizadas es con umbrales de presión arterial sistólica sobre todo menos de 90 mmHg. Existen estudios que han encontrado que esta definición tiene mayor asociación con la mortalidad. (Assimon & Flythe, 2017) (Flythe, Xue, Lynch, Curhan & Brunelli, 2015)

Los factores de riesgo y la fisiopatología no han logrado llegar a ser completamente descritos, algunos de los que se han relacionado han sido edad mayor a 65 años, neuropatía

diabética, o disfunción autonómica; las comorbilidades cardiovasculares también son importantes para el desarrollo y mantenimiento de la hipotensión durante la diálisis. (Chao et al., 2015)

Assimon & Flythe (2015) dividen a los factores de riesgo para presentar hipotensión intradialítica en aquellos de los pacientes, de volumen, cardiovasculares y relacionados a la hemodiálisis; entre las alteraciones cardíacas que predisponen a la hipotensión intradialítica están la fibrilación auricular, enfermedad isquémica, la disfunción diastólica e hipertrofia del VI. Cuando hay una disminución en el volumen sanguíneo arterial efectivo durante el ultrafiltrado agresivo, disminuye el llenado cardíaco, con disminución del gasto y con la consecuente hipotensión; Existen mecanismos compe nsadores para el mantenimiento de un adecuado llenado cardíaco, entre estos mecanismos están: aumento del gasto cardíaco mediante el aumento de la frecuencia y contractibilidad cardíaca, aumento del tono arterial, venoconstricción pasiva y aumento del recambio plasmático. Cuando se superan estos mecanismos compensadores, cae la presión arterial.

En el caso de alteraciones en la geometría del ventrículo izquierdo, cuando existe hipertrofia concéntrica hay más sensibilidad a los cambios en la carga de llenado cardíaco que pueden resultar en fluctuaciones predominantes de la presión durante la ultrafiltración además de otros factores como mayor fibrosis miocárdica y mayor asociación con estenosis aórtica que pueden también influenciar en los eventos de hipotensión. (Chao et al., 2015)

2.4.2.2 *Hipertensión intradiálisis*

Normalmente durante una sesión de hemodiálisis es esperable que haya un descenso de 10 a 15 mm Hg de la presión arterial, con un descenso más rápido durante la primera hora y luego progresivamente en el resto de la sesión. (Van Buren & Inrig, 2016)

No hay un consenso en cuanto a la definición de hipertensión intradialítica, una de las definiciones más aceptadas y utilizada en los estudios de esta complicación la define como el aumento de 10 mmHg del valor pre-diálisis al valor pos-diálisis. Con esta definición se ha evidenciado que el 90% de los pacientes presentan al menos un episodio durante 6 meses de

hemodiálisis y el porcentaje medio en el que los pacientes presentan estos episodios es del 18%. (Van Buren & Inrig, 2016)

Los factores implicados en su aparición son la sobrecarga extracelular de volumen, vasoconstricción que se ha evidenciado en estudios ecocardiográficos pre y pos dialíticos en los que se ha evidenciado una significante elevación de la resistencia vascular y por último la composición de la solución dializadora sobre el nivel de sodio, puede provocar hipertensión intradialítica. (Van Buren & Inrig, 2016)

Los autores Assimon & Flythe (2015) plantean que la fisiopatología pese a no ser bien conocida, puede tener algunos mecanismos entre los que se encuentran: sobrecarga de volumen, balance positivo de sodio, activación del sistema nervioso autonómico, filtración durante la hemodiálisis de los fármacos antihipertensivos, activación del sistema renina-angiotensina-aldosterona, disfunción endotelial, alteraciones del metabolismo fosfocálcico y el uso de medicamentos estimuladores de la eritropoyesis.

2.4.2.3 *Otras complicaciones*

Las arritmias se presentan en el 6 al 76% de los pacientes durante la diálisis o en el intervalo de tiempo entre estos procedimientos, durante la hemodiálisis se puede deber a rápidas fluctuaciones hemodinámicas y a el cambio en la concentración de electrolitos. (Arias et al., 2015)

Dentro de las complicaciones a largo plazo en pacientes con hemodiálisis permanente se encuentran la hepatitis vírica, amiloidosis por β_2-microglobulina (que engloba al síndrome de túnel carpiano, artropatía amiloidea, quistes óseos y espondiloartropatía) y algunos estudios han indicado mayor frecuencia de cáncer, sobre todo renal. (Arias et al., 2015)

CAPÍTULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Contexto

El presente estudio es de tipo descriptivo observacional transversal, se utilizó una base de datos de pacientes del programa de trasplante renal que fueron sometidos a ecocardiograma transesofágico, esta base de datos fue entregada por el área de ecocardiografía del área de Cardiología del Hospital de Especialidades Carlos Andrade Marín, que forma parte Seguro Social Sanitario y a la Red Pública de Salud del Ecuador. Está ubicado en la ciudad de Quito, en la Avenida 18 de septiembre S/N y Ayacucho.

3.2 Justificación

Los pacientes con enfermedad renal crónica presentan factores de riesgo cardiovascular tradicionales y también propios de su enfermedad renal que se asocian a una mayor prevalencia de alteraciones morfológicas y hemodinámicas.(Bargman & Skorecki, 2018) (Malík et al., 2018)

Pese al avance tecnológico actual, los pacientes que son sometidos a terapia de sustitución renal, tienen el riesgo de presentar complicaciones durante la hemodiálisis, y parece que uno de los factores de riesgo para su aparición y mantenimiento, son las alteraciones cardíacas morfológicas y hemodinámicas. (Chao et al., 2015)

Según mi revisión, a la fecha en el país no se cuenta con estudios que hayan determinado la prevalencia de estos cambios en pacientes adultos con enfermedad renal ni su relación con las complicaciones durante la hemodiálisis.

Por esto se consideró importante caracterizar estos cambios y estudiar si tienen relación con las complicaciones durante la diálisis para de esta manera poder identificarlos de manera más

temprana y tomar medidas preventivas y terapéuticas más tempranas que prevengan una mayor progresión y que no aumente el riesgo cardiovascular.

Se decidió realizar el estudio en pacientes del programa de trasplante renal, ya que son pacientes que reciben un seguimiento estrecho, protocolizado y cumplen ciertos requisitos que pueden implicar menos factores de confusión, entre los que se puede mencionar, que no presentan comorbilidades graves irreversibles sin tratamiento o que pronostiquen supervivencia menor a 1 año y son pacientes que presentan un buen cumplimiento terapéutico.

3.3 Problema de investigación

En pacientes con enfermedad renal crónica, las causas cardiovasculares continúan siendo la primera causa de muerte. Algunas de estas son producidas directamente por complicaciones de la propia enfermedad renal crónica. (Longo, et al., 2012) (Malik, et al., 2018)

A nivel internacional se ha encontrado una alta prevalencia de diferentes alteraciones tanto estructurales como funcionales. (Malik, et al., 2018)

Al ser pacientes candidatos a trasplante renal, se someten a protocolos establecidos de seguimiento estricto, entre los cuales se realizan ecocardiogramas que permiten determinar de manera oportuna estas alteraciones y que incluso permiten determinar la evolución de estas alteraciones.

Se plantea determinar en nuestro medio (al no contar con datos), la prevalencia de estas alteraciones determinadas mediante ecocardiografía y además predecir las complicaciones durante la hemodiálisis.

3.3.1 Pregunta de investigación

¿Cuáles son las variables ecocardiográficas morfológicas y hemodinámicas asociadas a complicaciones durante la diálisis en pacientes del programa de trasplante renal del Hospital de Especialidades Carlos Andrade Marín de octubre 2017 a diciembre 2019?

3.3.2 Objetivos del proyecto

3.3.2.1 Objetivo general

Identificar las variables ecocardiográficas morfológicas y hemodinámicas asociadas a complicaciones durante la diálisis en pacientes del programa de trasplante renal del Hospital de Especialidades Carlos Andrade Marín de octubre 2017 a diciembre 2019.

3.3.2.2 Objetivos específicos

Caracterizar las variables ecocardiográficas morfológicas y hemodinámicas en pacientes del programa de trasplante renal del Hospital de Especialidades Carlos Andrade Marín de octubre 2017 a diciembre 2019.

Caracterizar las complicaciones durante la hemodiálisis en pacientes del programa de trasplante renal del Hospital de Especialidades Carlos Andrade Marín de octubre 2017 a diciembre 2019.

Determinar la relación entre las variables ecocardiográficas morfológicas y hemodinámicas y las complicaciones durante la hemodiálisis en pacientes del programa de trasplante renal del Hospital de Especialidades Carlos Andrade Marín de octubre 2017 a diciembre 2019.

Identificar las características epidemiológicas de los pacientes del programa de trasplante renal del Hospital de Especialidades Carlos Andrade Marín de octubre 2017 a diciembre 2019.

Estudiar los parámetros de hemoglobina, calcio total, fósforo y paratohormona séricos de los pacientes del programa de trasplante renal del Hospital de Especialidades Carlos Andrade Marín de octubre 2017 a diciembre 2019.

Establecer la asociación entre los parámetros de laboratorio del metabolismo fosfocálcico y los cambios en las válvulas cardíacas.

3.4 Metodología

3.4.1 Operacionalización de variables de estudio

Variable	Definición conceptual	Indicador operacional	Naturaleza de la variable	Escala de medidas
Edad	Años cumplidos al momento actual	Edad en años	Cuantitativa numérica discreta	Media Mediana Moda Desviación estándar
Sexo	Fenotipo biológico	0= Masculino 1= Femenino	Cualitativa nominal dicotómica	Frecuencia absoluta y relativa (Porcentaje)
Tiempo en hemodiálisis	Años en los que se ha mantenido con terapia de sustitución renal	Tiempo en años	Cuantitativa discreta	Media Mediana Moda Desviación estándar
Hipertensión Arterial	Comorbilidad diagnosticada previamente	0= No 1= Si	Cualitativa nominal dicotómica	Frecuencia absoluta y relativa (Porcentaje)
Diabetes Mellitus	Comorbilidad diagnosticada previamente	0= No 1= Si	Cualitativa nominal dicotómica	Frecuencia absoluta y relativa (Porcentaje)
Hipotiroidismo	Comorbilidad diagnosticada previamente	0= No 1= Si	Cualitativa nominal dicotómica	Frecuencia absoluta y relativa (Porcentaje)
Nivel de hemoglobina	Valor de hemoglobina en el plasma sanguíneo	Valor reportado en g/dl	Cuantitativa numérica continua	Media Mediana Moda Desviación estándar
Nivel de paratohormona	Valor de paratohormona en el plasma sanguíneo	Valor reportado en pg/ml	Cuantitativa numérica continua	Media Mediana Moda Desviación estándar
Nivel de calcio	Valor de calcio en el plasma sanguíneo	Valor reportado en mg/dl	Cuantitativa numérica continua	Media Mediana Moda Desviación estándar
Nivel de fósforo	Valor de Fósforo en el plasma sanguíneo	Valor reportado en mg/dl	Cuantitativa numérica continua	Media Mediana Moda Desviación estándar

Cambios de la morfología del VI	Determinación de patrones alterados en la geometría del VI determinados según el consenso americano y europeo de ecocardiografía, utilizando el valor del índice de masa del VI y el grosor parietal relativo	0= Normal 1= Remodelamiento concéntrico 2= Hipertrofia concéntrica 3= Hipertrofia excéntrica	Cualitativa nominal politómica	Frecuencia absoluta y relativa (Porcentaje)
FEVI	Medida ecocardiográfica para determinar la funcionalidad del ventrículo izquierdo	Valor reportado en porce ntaje	Cuantitativa numérica discreta	Media Mediana Moda Desviación estándar
Índice de masa del ventrículo izquierdo	Medida ecocardiográfica morfológica del ventrículo izquierdo	0= Normal 1= Elevado	Cualitativa nominal dicotómica	Frecuencia absoluta y relativa (Porcentaje)
Diámetro anteroposterior de la aurícula izquierda	Medida ecocardiográfica morfológica de la aurícula izquierda	Valor reportado en mm	Cuantitativa numérica continua	Media Mediana Moda Desviación estándar
Tamaño de la aurícula izquierda	Medida ecocardiográfica morfológica de la aurícula izquierda	0= normal 1= dilatada	Cualitativa nominal dicotómica	Frecuencia absoluta y relativa (Porcentaje)
Tamaño de la aurícula derecha	Medida ecocardiográfica morfológica de la aurícula derecha	0= normal 1= dilatado	Cualitativa nominal dicotómica	Frecuencia absoluta y relativa (Porcentaje)
Diámetro diastólico del ventrículo derecho	Medida ecocardiográfica morfológica del ventrículo derecho	Valor reportado en mm	Cuantitativa numérica continua	Media Mediana Moda Desviación estándar
Función sistólica del ventrículo derecho	Determinación de la funcionalidad del ventrículo derecho por parte del ecocardiografista	0= normal 1= deprimida	Cualitativa nominal dicotómica	Frecuencia absoluta y relativa (Porcentaje)
Función diastólica del VI	Determinación de la funcionalidad del ventrículo izquierda por parte del ecocardiografista	0= Función diastólica normal 1= Disfunción diastólica leve 2= Disfunción diastólica moderada 3= Disfunción diastólica severa	Cualitativa ordinal	Frecuencia absoluta y relativa (Porcentaje)

Presión sistólica de la arteria pulmonar	Valor calculado mediante ecocardiografía que busca predecir hipertensión pulmonar	Valor reportado en mmHg	Cuantitativa numérica continua	Media Mediana Moda Desviación estándar
Diámetro de la raíz aórtica	Medida ecocardiográfica de morfología de la aorta	Valor reportado en mm	Cuantitativa numérica continua	Frecuencia absoluta y relativa (Porcentaje)
Valvulopatía mitral	Presencia de alteraciones en la válvula mitral determinada por ecocardiografía	0 = ninguna 1= leve 2= moderada 3= severa	Cualitativa ordinal	Frecuencia absoluta y relativa (Porcentaje)
Valvulopatía aórtica	Presencia de alteraciones en la válvula aórtica determinada por ecocardiografía	0 = ninguna 1= leve 2= moderada 3= severa	Cualitativa ordinal	Frecuencia absoluta y relativa (Porcentaje)
Valvulopatía tricúspidea	Presencia de alteraciones en la válvula tricúspidea determinada por ecocardiografía	0 = ninguna 1= leve 2= moderada 3= severa	Cualitativa ordinal	Frecuencia absoluta y relativa (Porcentaje)
Valvulopatía pulmonar	Presencia de alteraciones en la válvula pulmonar determinada por ecocardiografía	0 = ninguna 1= leve 2= moderada 3= severa	Cualitativa ordinal	Frecuencia absoluta y relativa (Porcentaje)
Derrame pericárdico	Presencia anormal de líquido entre las capas del pericardio determinado por ecocardiografía	0= no 1= leve 2= moderado 3= severo	Cualitativa ordinal	Frecuencia absoluta y relativa (Porcentaje)
Trastornos de contractibilidad cardíaca	Presencia de cambios en la capacidad contráctil miocárdica determinados por ecocardiografía	0= no 1= hipocinesia 2=acinesia	Cualitativa nominal politómica	Frecuencia absoluta y relativa (Porcentaje)
Hipotensión durante la diálisis	Evento hipotensivo durante la HD reportado por los médicos que atendieron al paciente durante la sesión de HD o reportado por el médico que atendió al paciente en consulta externa durante los 3 meses anteriores y posteriores a la realización del ecocardiograma	0= Sin hipotensión 1= Con hipotensión	Cualitativa nominal Dicotómica	Frecuencia absoluta y relativa (Porcentaje)
Hipertensión durante la diálisis	Evento hipertensivo durante la HD reportado por los médicos que atendieron al paciente durante la sesión de HD o reportado por el médico que atendió al	0= Sin eventos de hipertensión durante las sesiones 1= Hipertensión en menos de 4 sesiones 2= Hipertensión en 4 o más sesiones	Cualitativa ordinal	Frecuencia absoluta y relativa (Porcentaje)

	paciente en consulta externa durante los 3 meses anteriores y posteriores a la realización del ecocardiograma			
Aumento de TA durante las sesiones	Aumento de 10 o más mmHg de TA sistólica en el valor posdiálisis con respecto al valor prediálisis durante los 3 meses anteriores y posteriores a la realización del ecocardiograma	0= Sin reportes de aumento de TA 1= Aumento de al menos 10 mmHg en menos de 4 sesiones 2= Aumento de al menos 10 mmHg en 4 o más sesiones	Cualitativa ordinal	Frecuencia absoluta y relativa (Porcentaje)
Medidas tomadas durante la HD por eventos de hipotensión	Medidas terapéuticas, tanto administración de medicación, como cambio en los parámetros de diálisis o suspensión de la sesión por eventos hipotensivos durante los 3 meses anteriores y posteriores a la realización del ecocardiograma	0= No 1= Si	Cualitativa nominal Dicotómica	Frecuencia absoluta y relativa (Porcentaje)
Medidas tomadas durante la HD por eventos de hipertensión	Medidas terapéuticas, tanto administración de medicación, como cambio en los parámetros de diálisis o suspensión de la sesión por eventos hipertensivos durante los 3 meses anteriores y posteriores a la realización del ecocardiograma	0= No 1= Si	Cualitativa nominal Dicotómica	Frecuencia absoluta y relativa (Porcentaje)
Hospitalización luego de HD por ausas hemodinámicas	Ingreso hospitalario por complicación durante la hemodiálisis durante los 3 meses anteriores y posteriores a la realización del ecocardiograma	0= No 1= Si	Cualitativa nominal Dicotómica	Frecuencia absoluta y relativa (Porcentaje)

Elaborado por: Bohórquez J. (2020)

3.4.2 Población y muestra

3.4.2.1 Población

La población está constituida por todos los pacientes que hayan pertenecido al programa de trasplante renal entre octubre 2017 a diciembre 2019 y que hayan sido sometidos a ecocardiograma en el servicio de cardiología del Hospital de Especialidades Carlos Andrade Marín.

3.4.2.2 *Muestra*

No se calculó muestra ya que se revisó la totalidad de las historias clínicas de la base de datos entregada por el área de ecocardiograma; como unidad de estudio se catalogó a cada paciente en los 3 meses antes y después a la realización de su ecocardiograma, al final luego de la revisión de historias clínicas y haber aplicado los criterios de inclusión y exclusión se incluyó a 236 casos y que fueron pertenecientes a la etapa de tiempo establecida de octubre del 2017 a diciembre del 2019.

3.4.3 *Criterios de inclusión y exclusión*

Criterios de inclusión:

- Pacientes que hayan pertenecido al programa de trasplante renal del Hospital de Especialidades Carlos Andrade Marín entre octubre 2017 a diciembre 2019, que se les haya realizado ecocardiograma transtorácico y consten en la base de datos facilitada por el área de ecocardiografía del Hospital.

- Mayores de 18 años al momento de la realización del ecocardiograma.

- Pacientes que acudan a hemodiálisis como tratamiento de su enfermedad renal crónica.

- Pacientes que cuenten con datos de la presentación de complicaciones durante sus sesiones de HD.

Criterios de exclusión:

- Pacientes menores de 18 años al momento de la realización del ecocardiograma
- Pacientes que no cuenten con el examen ecocardiográfico.
- Pacientes en diálisis peritoneal o sin tratamiento dialítico.
- Pacientes que no cuenten con datos acerca de complicaciones durante la hemodiálisis.
- Pacientes que no consten en la base de datos entregada por el área de ecocardiografía.

3.4.4 Tipo de estudio

Se realizó un estudio observacional descriptivo retrospectivo, en el cual se analizó la asociación entre variables de estudio.

3.4.5 Procedimientos de recolección de información

El estudio se realizó en el Hospital de Especialidades Carlos Andrade Marín de la ciudad de Quito, previa obtención del permiso correspondiente de la Unidad de Docencia; se obtuvo la información requerida de las variables presentadas, mediante la revisión de historias clínicas utilizando el sistema AS400. Se tiempo de recolección de información fue de 2 meses.

Los datos obtenidos fueron organizados y tabulados mediante el software Microsoft Office Excel (Microsoft Office Profesional Plus 2019) utilizando la matriz de datos creada por el autor de la investigación (Anexo 1).

3.4.6 Plan de análisis de datos

Una vez recolectados los datos en la matriz, para el análisis estadístico de los datos se utilizó el paquete estadístico SPSS versión 25.0.

Análisis univariado:

Para el análisis de las variables cuantitativas se calculó los valores tendencia central (media, mediana, moda) y de dispersión (desviación estándar), se utilizó tablas para su presentación.

Para el análisis de las variables cualitativas se realizó el cálculo de las frecuencias absolutas y relativas, para su presentación se utilizó figuras en forma de barras y pasteles.

Análisis bivariado:

Se estudió la relación entre variables cualitativas utilizando tablas de contingencia que compararon las proporciones de estas variables. Para la interpretación estadística se empleó la prueba de Chi-cuadrado y el OR (odds ratio). Se considero el valor de p menor de 0.05 como medida de significancia estadística.

3.5 Aspectos bioéticos

3.5.1 Propósito

Este fue identificar las alteraciones ecocardiográficas asociadas a complicaciones durante la hemodiálisis en los pacientes que hayan pertenecido programa de trasplante renal entre octubre 2017 y diciembre 2019 del Hospital de Especialidades Carlos Andrade Marín.

3.5.2 Procedimiento

Esta investigación no involucró ningún tipo de intervención experimental con los pacientes del estudio, de manera que no implicó ningún riesgo para estos o el investigador, los datos como nombres, edad, género, se recolectaron de la historias clínicas de cada uno de los sujetos, los que se manejaron únicamente por el investigador, para evitar violar los derechos de cada paciente, los

nombres de los pacientes que se incluyeron fueron codificados, y se garantizó el resguardo de la información, y confidencialidad, se respetó lo estipulado en la declaración de Helsinki del 2008.

Este protocolo fue presentado y aceptado por el departamento de docencia e investigación del Hospital de Especialidades Carlos Andrade Marín, así como por el comité de titulación del departamento de Postgrado de la facultad de Medicina de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE).

3.5.3 Confidencialidad de la información

Con el fin de proteger la confidencialidad de los datos recolectados de las historias clínicas revisada de cada paciente se omitió datos personales identificables o cualquier información que pudiese traducirse en la identificación de estas, limitando el acceso a los datos. Además, se ingresó los datos mediante codificación a una matriz creada por el autor.

3.5.4 Consentimiento informado

Al ser un estudio retrospectivo y con los datos obtenidos del sistema AS400, no requirió consentimiento informado.

CAPÍTULO IV

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Se revisaron un total de 668 historias clínicas obtenidas de la base de datos proporcionada por el área de ecocardiografía del servicio de Cardiología del Hospital de Especialidades Carlos Andrade Marín del período que va desde noviembre del 2017 a diciembre del 2019, en esta base de datos constan pacientes pertenecientes al programa de trasplante renal que como parte sus estudios protocolarios se les planificó la realización de ecocardiograma transtorácico.

Se revisó el total de este universo de pacientes, de los cuales luego de aplicar los criterios de inclusión y exclusión antes expuestos, se tomó como objeto de estudio un total de 236 casos con el objetivo de recolectar datos para su posterior tabulación y determinación de características clínico-epidemiológicas, parámetros bioquímicos, parámetros de morfología cardíaca y hemodinámica determinados mediante ecocardiograma transtorácico. Además de su relación con la presencia de complicaciones hemodinámicas durante las sesiones de hemodiálisis a las que estos pacientes fueron sometidos.

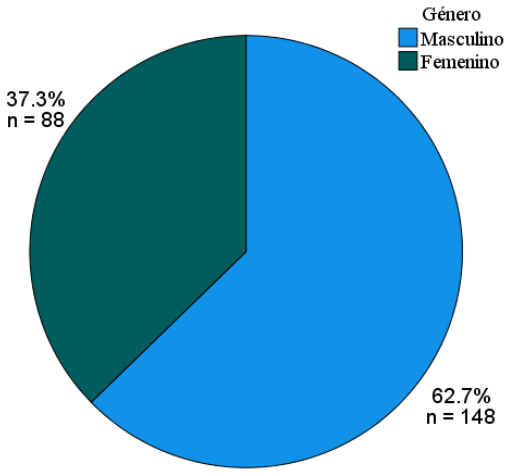
A continuación, se detallarán los resultados que se obtuvo mediante el uso de tablas y gráficos, separados por grupos tanto el análisis univariado como el multivariado.

4.1 Análisis Univarial

4.1.1 Distribución de la población en relación con el perfil clínico-epidemiológico de los pacientes con enfermedad renal crónica.

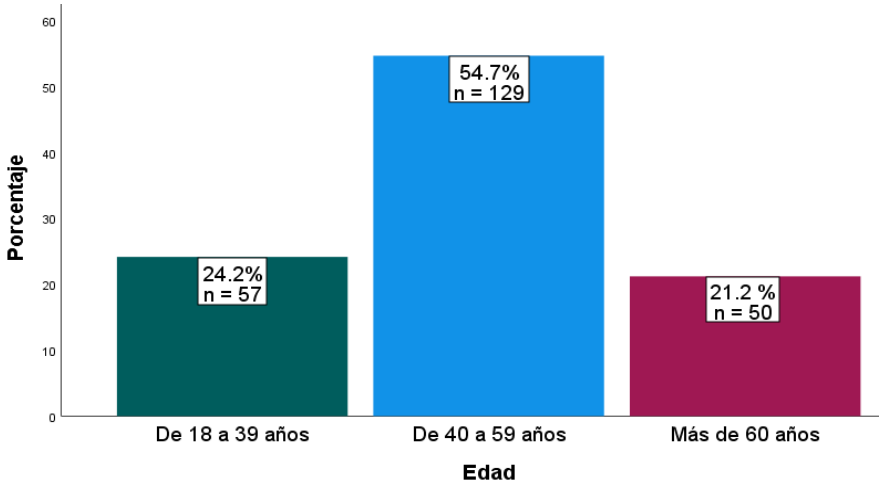
En la figura 2 se observa que el mayor porcentaje correspondió al sexo masculino con el 62.7% y 37.3% fue de sexo femenino. Con respecto a la edad, en la figura 3 se demuestra que la mayor parte de casos se encontró entre los 30 y 59 años y la media de edad fue 48.31 años.

Figura 2: *Distribución de la población acorde al sexo*



Fuente: Base de datos del estudio
Elaborado por: Bohórquez J. (2020)

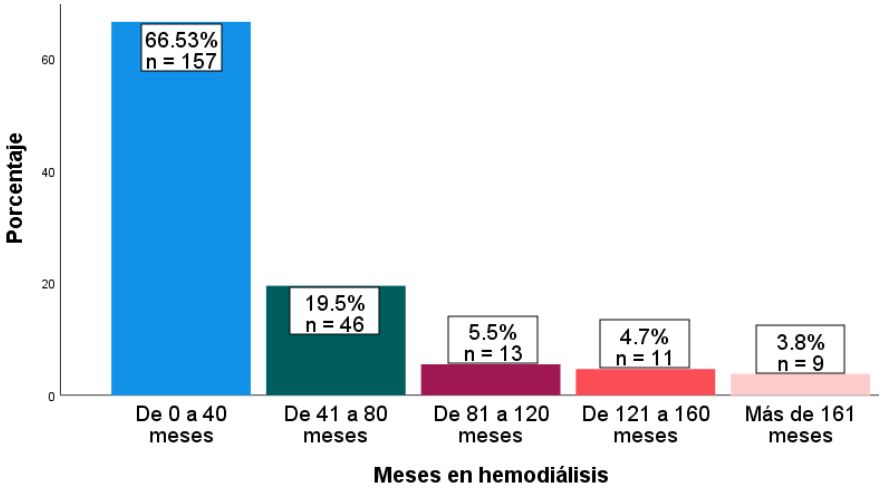
Figura 3: *Distribución de la población acorde a la edad*



Fuente: Base de datos del estudio
Elaborado por: Bohórquez J. (2020)

Con respecto al número de meses que los pacientes estuvieron en hemodiálisis antes de la realización del ecocardiograma, se categorizó de manera ascendente por cada 40 meses de duración, siendo más frecuente un tiempo menor a 40 meses con el 66.53%. (Figura 4)

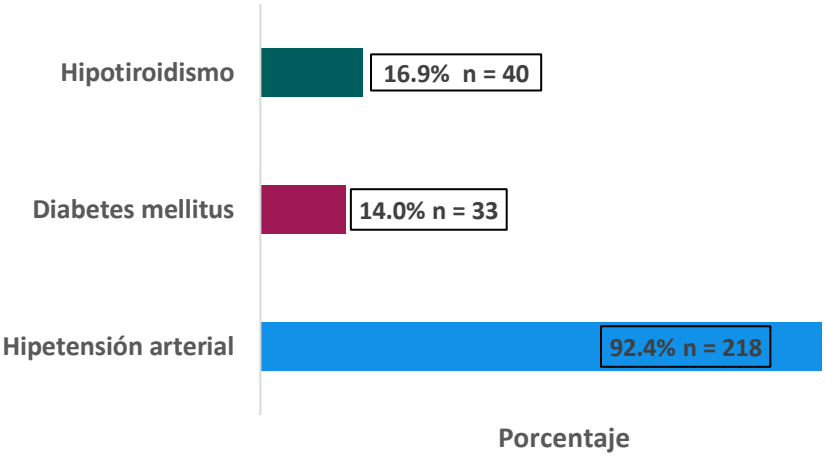
Figura 4: *Distribución de la población con respecto al tiempo en hemodiálisis*



Fuente: Base de datos del estudio
Elaborado por: Bohórquez J. (2020)

Con respecto a los antecedentes patológicos personales, el 92.4% tienen hipertensión arterial, el 14% diabetes mellitus y el 16.9% hipotiroidismo. (Figura 5)

Figura 5: *Distribución de la población con respecto a las comorbilidades*

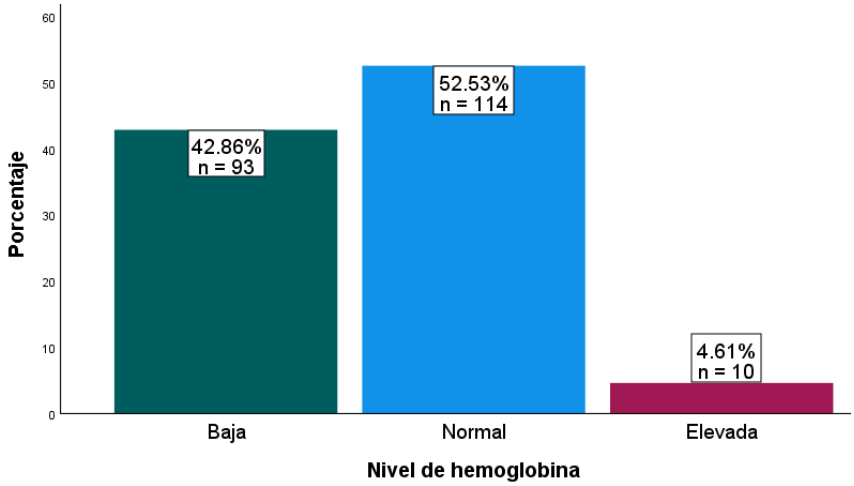


Fuente: Base de datos del estudio
Elaborado por: Bohórquez J. (2020)

4.1.2 Distribución de la población en relación con los parámetros bioquímicos.

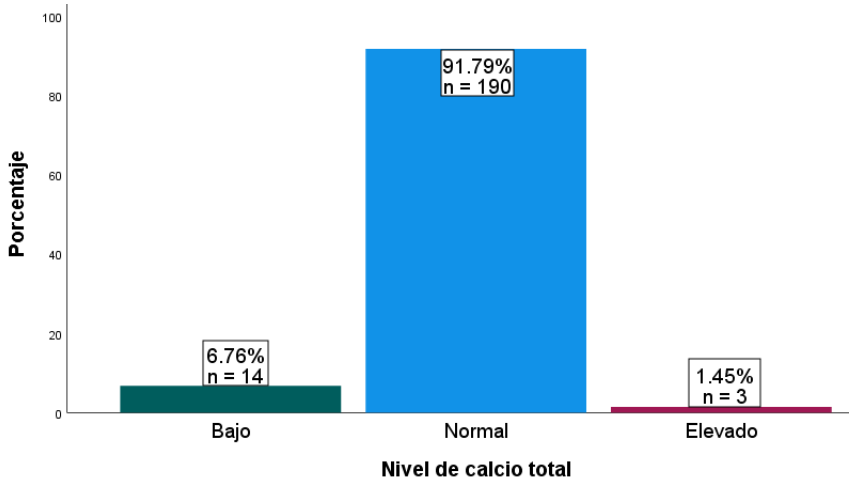
Las medias del valor de hemoglobina fue 12.38 mg/dl, de paratohormona fue 443.2 pg/ml, de calcio total fue 9.2 mg/dl y de fósforo fue 5.3 mg/dl. Se realizó una estratificación en relación si el valor estuvo bajo, dentro o sobre los rangos normales usados en el laboratorio del HECAM, en el caso de los valores de hemoglobina el 52.53% fue normal y el 42.86% tuvo anemia. La mayor parte de casos (91.79%) tuvieron valores de calcio normales y en el caso de los niveles de paratohormona el 84.77% tuvieron valores elevados y el 56.04% de casos tuvieron hiperfosfatemia. (Figuras 6,7,8,9)

Figura 6: *Distribución de la población con respecto al valor de hemoglobina*



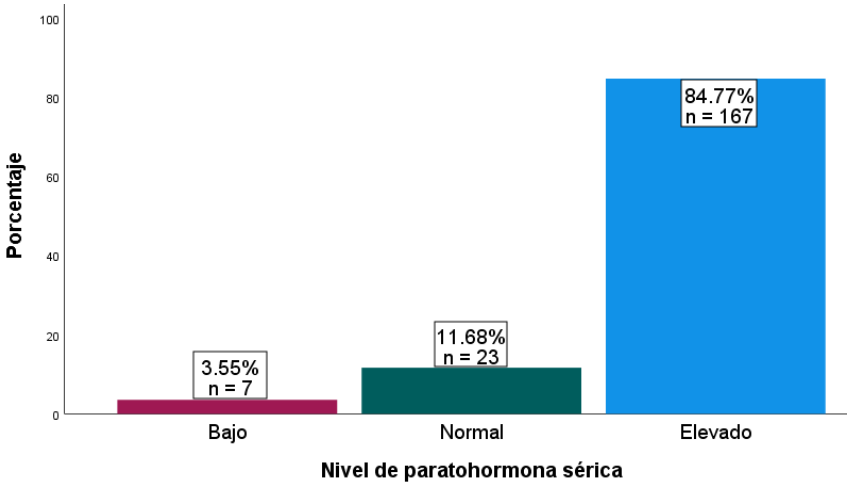
Fuente: Base de datos del estudio
Elaborado por: Bohórquez J.

Figura 7: *Distribución de la población con respecto al valor de calcio total*



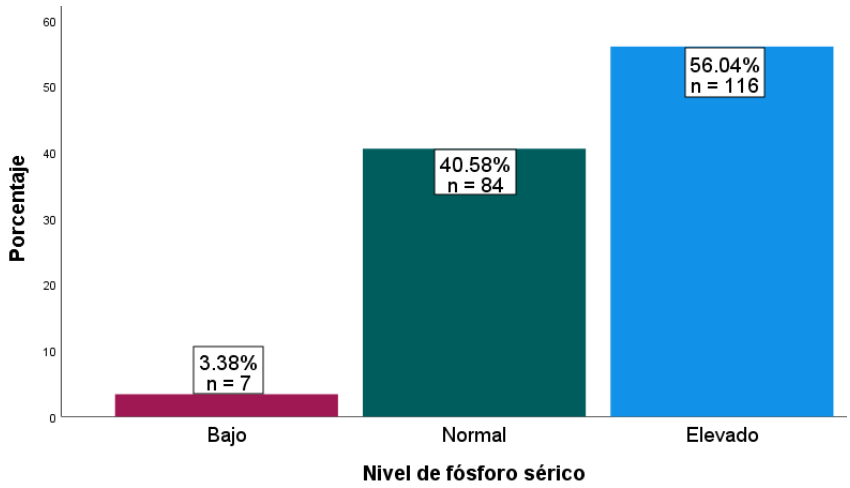
Fuente: Base de datos del estudio
Elaborado por: Bohórquez J.

Figura 8: *Distribución de la población con respecto al valor de paratohormona sérica*



Fuente: Base de datos del estudio
Elaborado por: Bohórquez J.

Figura 9: *Distribución de la población con respecto al valor de fósforo sérico*



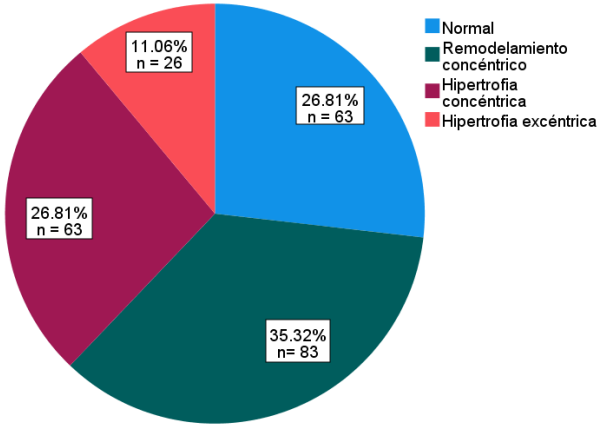
Fuente: Base de datos del estudio
Elaborado por: Bohórquez J. (2020)

4.1.3 *Distribución de la población en relación con los parámetros morfológicos cardíacos y hemodinámicos determinados por ecocardiografía.*

4.1.3.1 *Cambios en la morfología del VI*

Con respecto al índice de masa del ventrículo izquierdo indexado para la superficie corporal del paciente, se encontró que el promedio estuvo en 101.48 g/m^2. Se utilizó la fórmula recomendada por la sociedad americana de ecocardiografía y la asociación europea de imagen cardíaca para la determinación de los cambios en la morfología del ventrículo izquierdo y se evidenció que el mayor porcentaje presentó remodelamiento concéntrico del ventrículo izquierdo en el 35.32% de los casos. (Figura 10)

Figura 10: *Distribución de la población con respecto a los cambios de la morfología del VI*

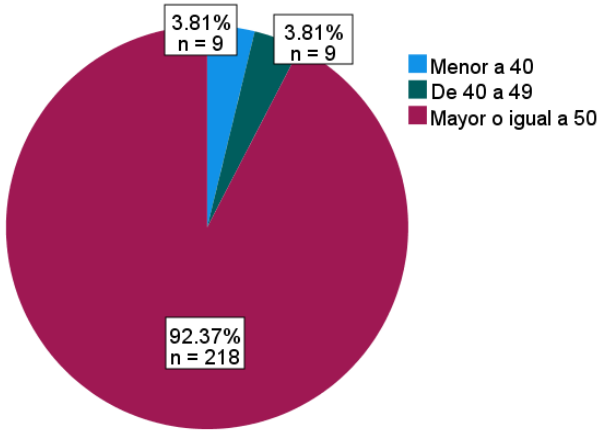


Fuente: Base de datos del estudio
Elaborado por: Bohórquez J. (2020)

4.1.3.2 FEVI

En la figura 11 se observa que con respecto a la FEVI la gran mayoría representada por el 92.37% fue mayor al 50%, mientras que sólo el 3.81% presentaron FEVI deprimida.

Figura 11: *Distribución de la población con respecto a la FEVI*

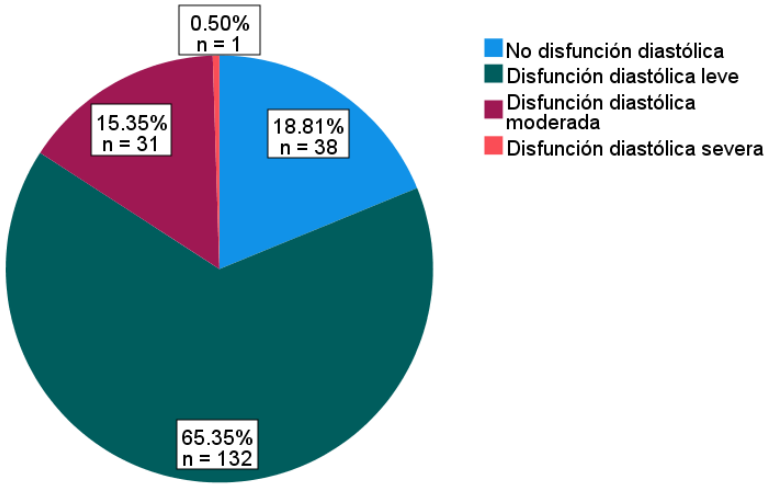


Fuente: Base de datos del estudio
Elaborado por: Bohórquez J. (2020)

4.1.3.3 *Función diastólica del VI*

Con respecto a la función diastólica del VI, hubo 34 casos perdidos, en la figura 12 se muestra los casos válidos en los que el 65.35% presentó disfunción diastólica leve y en el 18.81% no hubo datos que sugieran disfunción diastólica.

Figura 12: *Distribución de la población con respecto a la función diastólica del VI*

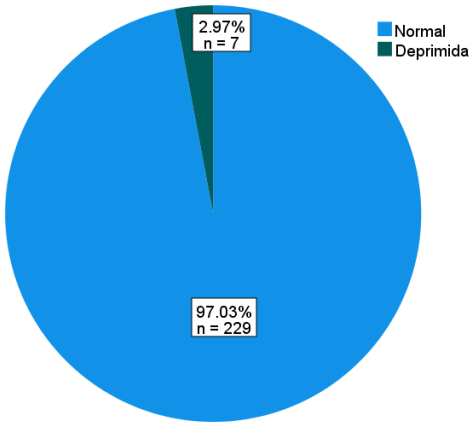


Fuente: Base de datos del estudio
Elaborado por: Bohórquez J. (2020)

4.1.3.4 *Función sistólica del VD*

En la figura 13 se muestra la función sistólica ventricular derecha, que fue normal en el 97.03% de los casos.

Figura 13: *Distribución de la población con respecto a la función sistólica del VD*

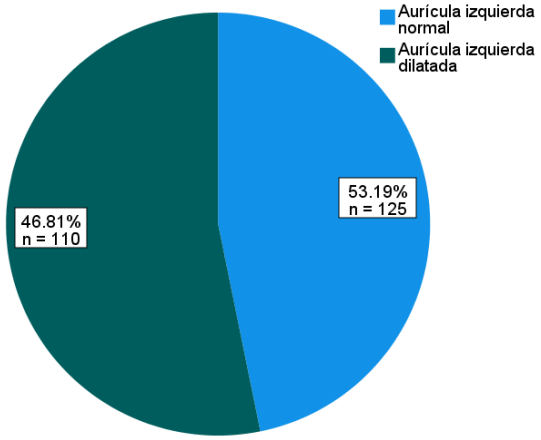


Fuente: Base de datos del estudio
Elaborado por: Bohórquez J. (2020)

4.1.3.5 *Cambios en la morfología de las aurículas*

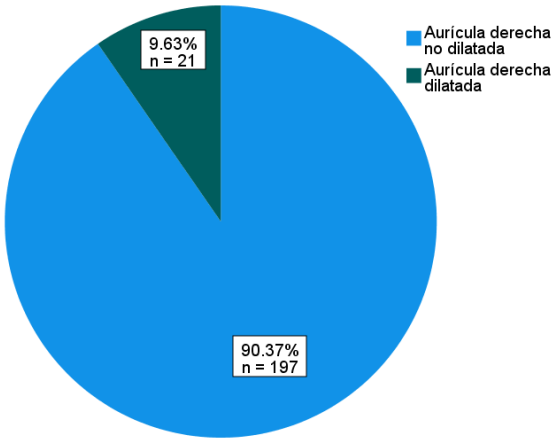
En las figuras 14 y 15 se puede observar los datos con respecto a la dilatación de las aurículas, para la AI en el 53.19% y en la AD en el 9.63% de los casos.

Figura 14: *Distribución de la población con respecto a la dilatación de la AI*



Fuente: Base de datos del estudio
Elaborado por: Bohórquez J. (2020)

Figura 15: *Distribución de la población con respecto a la dilatación de la AD*

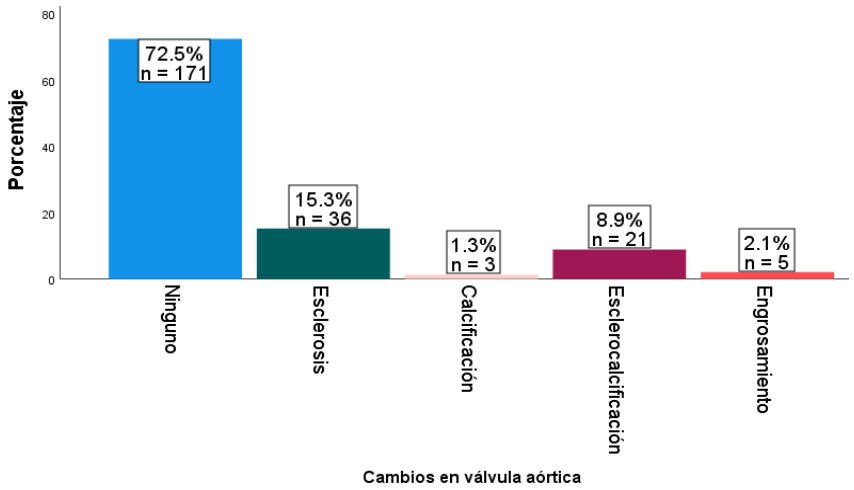


Fuente: Base de datos del estudio
Elaborado por: Bohórquez J. (2020)

4.1.3.6 *Cambios valvulares*

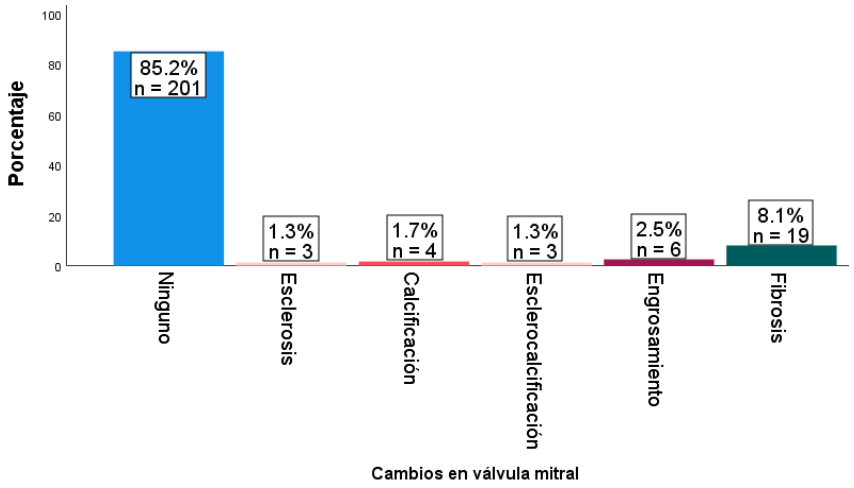
Se estudió los cambios de las válvulas cardíacas, se encontró que la válvula más afectada fue la aórtica, y el cambio más frecuente fue la esclerosis en el 15.3%; el cambio más frecuente en la válvula mitral fue la fibrosis en el 8.1%. (Figuras 16 y 17). Al evaluar estas dos válvulas de manera conjunta, se obtuvo que los cambios valvulares estuvieron presentes en el 34.74%. No hubo cambios reportados en las válvulas tricuspídea y pulmonar.

Figura 16: *Distribución de la población con respecto a cambios de la válvula aórtica*



Fuente: Base de datos del estudio
Elaborado por: Bohórquez J. (2020)

Figura 17: *Distribución de la población con respecto a cambios de la válvula mitral*

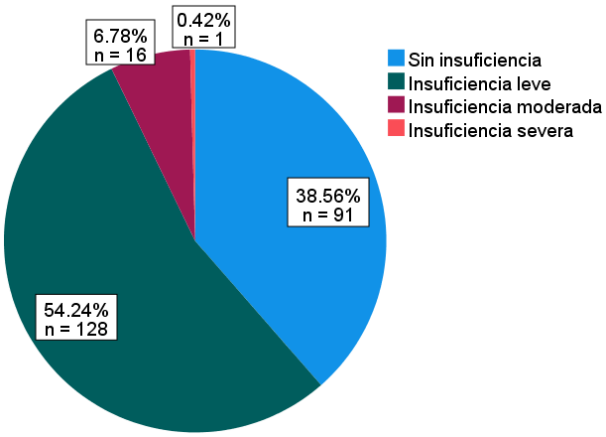


Fuente: Base de datos del estudio
Elaborado por: Bohórquez J. (2020)

Al estudiar trastornos funcionales, no hubo casos con estenosis y con respecto a insuficiencia, la más la válvula fue la tricuspídea en el 94.9% de los casos, seguida de la mitral en el 61.4%. Como se muestra en las figuras 18,19,20,21; la mayoría de los casos en las cuatro

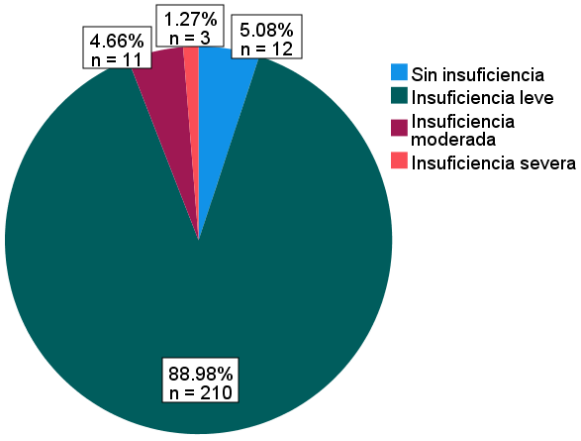
válvulas fue insuficiencia leve, solo hubo 4 casos de insuficiencia severa, 1 en el caso de la válvula mitral y 3 en el caso de la tricúspidea.

Figura 18: *Distribución de la población con respecto a la presencia de insuficiencia mitral*



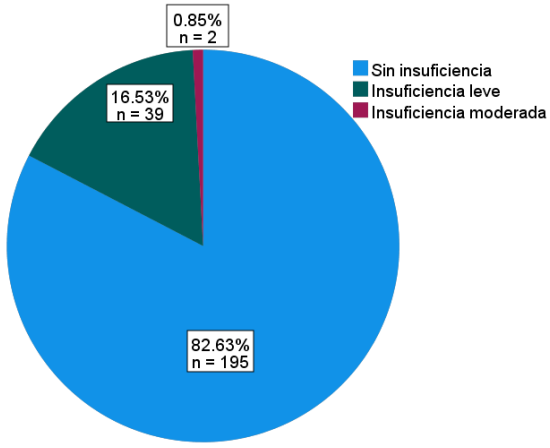
Fuente: Base de datos del estudio
Elaborado por: Bohórquez J. (2020)

Figura 19: *Distribución de la población con respecto a la presencia de insuficiencia tricúspidea*



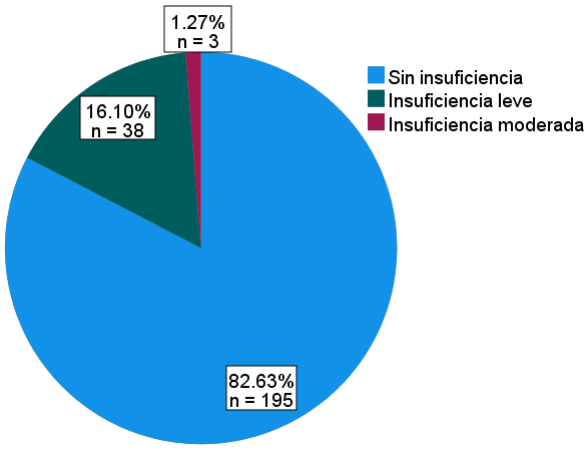
Fuente: Base de datos del estudio
Elaborado por: Bohórquez J. (2020)

Figura 20: *Distribución de la población con respecto a la presencia de insuficiencia aórtica*



Fuente: Base de datos del estudio
Elaborado por: Bohórquez J. (2020)

Figura 21: *Distribución de la población con respecto a la presencia de insuficiencia pulmonar*

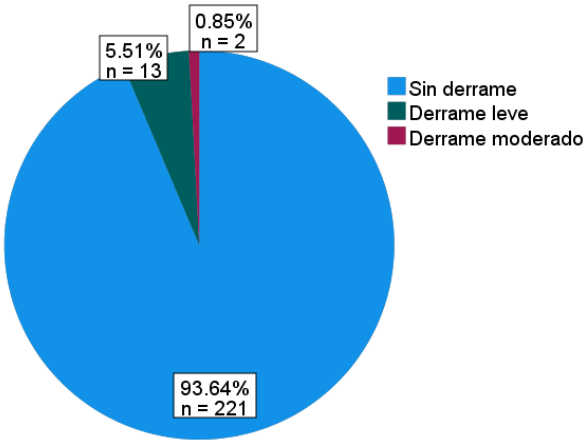


Fuente: Base de datos del estudio
Elaborado por: Bohórquez J. (2020)

4.1.3.7 *Otros hallazgos relevantes*

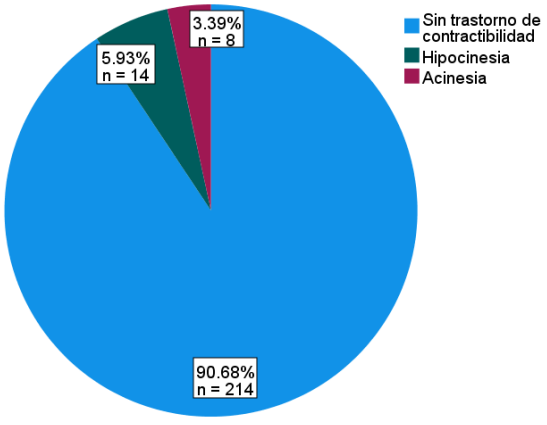
Como se observa en la figura 22 el 5.51% de los casos tuvieron derrame pericárdico leve y en el 0.85% fue moderado. La figura 23 muestra trastornos de la motilidad identificados, en el 5.93% de los casos hubo hipocinesia y en el 3.39% acinesia.

Figura 22: *Distribución de la población con respecto a la presencia de derrame pericárdico*



Fuente: Base de datos del estudio
Elaborado por: Bohórquez J. (2020)

Figura 23: *Distribución de la población con respecto a la presencia de trastornos de la contractibilidad*



Fuente: Base de datos del estudio
Elaborado por: Bohórquez J. (2020)

En la tabla 4 se muestran otras variables morfológicas importantes:

Tabla 4: *Otras variables morfológicas y hemodinámicas*

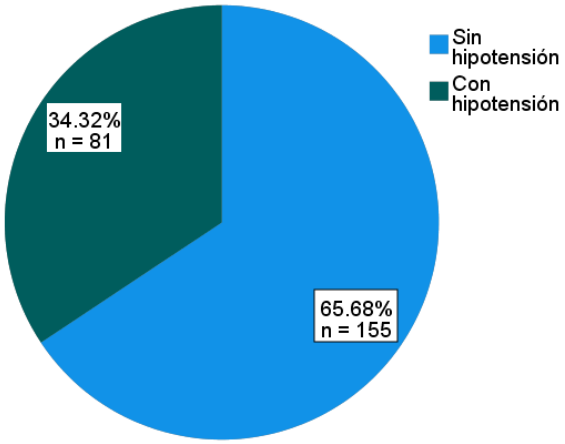
	Válidos	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Presión sistólica de la arteria pulmonar	225	20	69	36.70	8.606
Diámetro anterio-posterior de la AI	228	2.8	37.0	4.223	2.2564
Medida de la raíz aórtica	234	1.9	4.4	3.114	.4397
Diámetro diastólico del VD	223	2.3	4.9	3.5	0.50

Fuente: Base de datos del estudio
Elaborado por: Bohórquez J. (2020)

4.1.4 Distribución de la población con relación a las complicaciones durante la hemodiálisis.

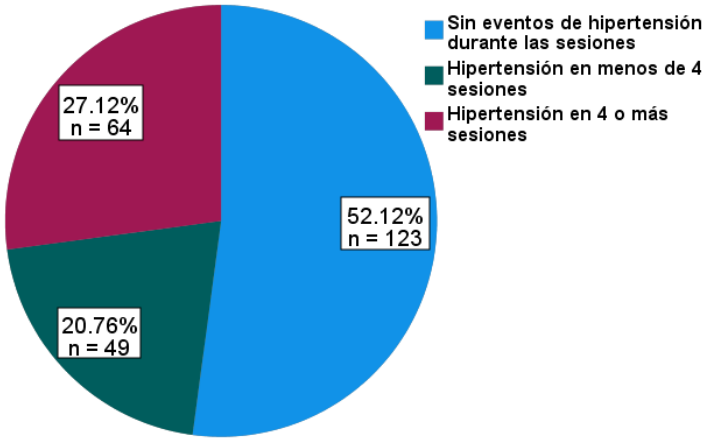
La aparición de complicaciones se dividió en 2 grupos principales, de acuerdo con el número de sesiones en el que hubo problemas, tomando como punto de corte 4 o más sesiones con el objetivo de que no se consideren eventos aislados; la complicación más frecuente fue la hipertensión intradialítica en 4 sesiones o más que se presentó en el 27.12%, en cambio la hipotensión intradialítica se presentó en 34.32% de los casos. Además, se investigó el número de sesiones en los que hubo reportes de hipertensión arterial al final y aquellos casos que presentaron elevación de presión arterial de 10 mmHg sin llegar a valores de hipertensión arterial, el porcentaje de casos fue de 26.3% y 31.78% respectivamente, en las figuras 24, 25 y 26 se muestran estos resultados y también se incluyó los porcentajes de casos en los que los eventos se presentaron en menos de 4 sesiones.

Figura 24: *Distribución de la población con respecto a la hipotensión intradialítica*



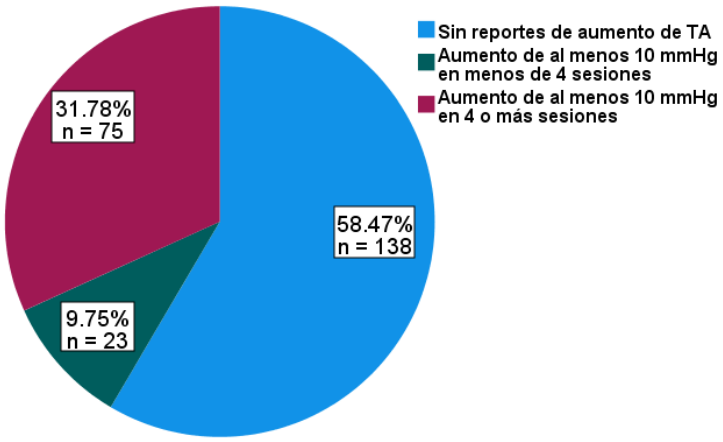
Fuente: Base de datos del estudio
Elaborado por: Bohórquez J. (2020)

Figura 25: *Distribución de la población con respecto a la hipertensión intradialítica*



Fuente: Base de datos del estudio
Elaborado por: Bohórquez J. (2020)

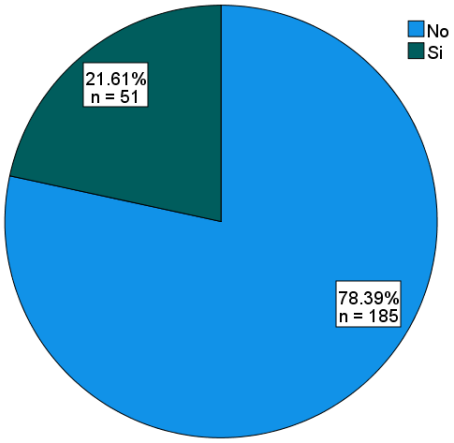
Figura 26: *Distribución de la población con respecto a aumentos de TA durante las sesiones*



Fuente: Base de datos del estudio
Elaborado por: Bohórquez J. (2020)

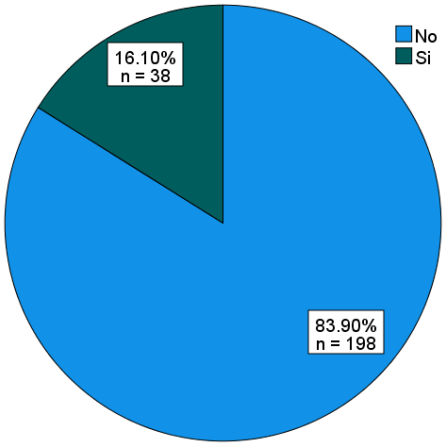
Además, en el 21.61% de los casos fueron necesarias tomar medidas terapéuticas durante la hemodiálisis por los eventos de hipotensión y en el 16.1% de los casos fue necesario por eventos de hipertensión; el 3.39% de casos fueron hospitalizados por problemas hemodinámicos durante las sesiones. (Figuras 27, 28 y 29)

Figura 27: *Medidas tomadas durante la diálisis por eventos de hipotensión*



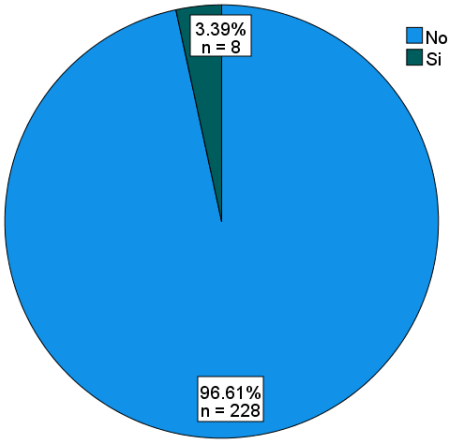
Fuente: Base de datos del estudio
Elaborado por: Bohórquez J. (2020)

Figura 28*: Medidas tomadas durante la diálisis por eventos de hipertensión*



Fuente: Base de datos del estudio
Elaborado por: Bohórquez J. (2020)

Figura 29: *Hospitalización luego de hemodiálisis por causas hemodinámicas*



Fuente: Base de datos del estudio
Elaborado por: Bohórquez J. (2020)

4.2 Análisis Bivarial

Para este análisis se comparó tiempo en hemodiálisis, antecedentes patológicos con los cambios morfológicos, funcionales y con la aparición de complicaciones intradialíticas. También se comparó los cambios morfológicos y funcionales identificados con la aparición de

complicaciones intradialíticas y se comparó parámetros bioquímicos con los cambios valvulares; para estos objetivos, se utilizó la prueba de Chi cuadrado ($p < 0.05$) para determinar la asociación entre las variables comparadas y el OR (odds ratio), recalcando aquellas con significancia estadística.

4.2.1 Relación entre el tiempo en hemodiálisis con cambios ecocardiográficos y complicaciones intradialíticas.

Se encontró asociación significativa en un tiempo de hemodiálisis mayor a 61 meses con los cambios de la válvula mitral y con los casos que presentaron hipertensión intradialítica. (Tabla 5)

Tabla 5: *Asociación entre el tiempo de hemodiálisis con variables morfológicas, hemodinámicas y complicaciones intradialíticas*

	Tiempo en hemodiálisis					**IC 95%**		
Variable	**Menor o igual a 60 meses**		**Mayor o igual a 61 meses**		**OR**	**Límite inferior**	**Límite superior**	**p**
	n	**%**	**n**	**%**				
Remodelamiento del VI								
Normal	53	84.1%	10	15.9%				
Remodelamiento concéntrico	67	80.7%	16	19.3%				
Hipertrofia concéntrica	47	74.6%	16	25.4%				0.585
Hipertrofia excéntrica	20	76.9%	6	23.1%				
Disfunción diastólica del VD								
No disfunción diastólica	34	90%	4	10.5%				
Disfunción diastólica leve	103	78%	29	22.0%				0.274
Disfunción diastólica moderada	24	77%	7	22.6%				
Aurícula izquierda								
Normal	88	80%	22	20%				
Dilatada	99	79.20%	26	20.80 %				0.879
Cambios en la válvula aórtica								
No	140	81.40%	32	18.60 %				0.278
Si	48	75%	16	25%				
Cambios en la válvula mitral								

No	165	82.10%	36	17.90 %	0.026
Si	23	65.70%	12	34.30 %	
Hipotensión intradiálisis					
No	124	80%	31	20%	0.858
Si	64	79%	17	21%	
Hipertensión intradialítica					
No eventos	85	69.10%	38	30.90 %	<0.001
Eventos en menos de 4 sesiones	42	85.70%	7	14.30 %	
Eventos en más de 4 sesiones	61	95.30%	3	4.70%	

Fuente: Base de datos del estudio
Elaborado por: Bohórquez J. (2020)

4.2.2 Relación entre el índice de masa del VI con las complicaciones intradialíticas

Se comparó el índice de masa del VI con las complicaciones intradialíticas, encontrándose asociación estadísticamente significativa en el caso de la hipotensión y de la necesidad de tomar medidas terapéuticas por eventos de hipotensión. (Tabla 6)

Tabla 6: *Asociación entre el índice de masa del VI y complicaciones intradialíticas*

	Índice de masa del VI				**IC 95%**			
Variable	**Normal**		**Elevado**		**OR**	**Límite inferior**	**Límite superior**	**p**
	n	**%**	**n**	**%**				
Hipotensión intradiálisis								
No	85	57.0%	64	43.0%	0.769	0.642	0.923	0.007
Si	60	75.0%	20	25.0%	1.73	1.13	2.66	
Hipertensión intradialítica								
Sin eventos	77	65.8%	40	34.2%				0.572
En menos de 4 sesiones	28	57.1%	21	42.9%				
En más de 4 sesiones	40	63.5%	23	36.5%				
Aumento de al menos 10 mmHg durante la HD								
Sin eventos	83	62.9%	49	37.1%				0.856

En menos de 4 sesiones	13	59.1%	9	40.9%				
En más de 4 sesiones	49	65.3%	26	34.7%				
Medidas tomadas por eventos de hipotensión intradialítica								
No	106	59.2%	73	40.8%	0.841	0.739	0.957	0.015
Si	39	78.0%	11	22.0%	2.054	1.113	3.791	
Medidas tomadas por eventos de hipertensión intradialítica								
No	123	64.4%	68	35.6%				0.447
Si	22	57.9%	16	42.1%				

Fuente: Base de datos del estudio
Elaborado por: Bohórquez J. (2020)

4.2.3 Relación entre los cambios en la geometría del VI con la aparición de complicaciones intradialíticas

En la tabla 7 se observa que los cambios geométricos presentaron asociación estadísticamente significativa con la aparición de eventos de hipotensión y también con la necesidad de aplicar medidas terapéuticas durante las sesiones a causa de la hipertensión; mientras que, al comparar con eventos de HTA, no hubo asociación significativa.

Tabla 7: *Asociación entre la geometría del VI y complicaciones intradialíticas*

	Geometría del VI								**IC 95%**		
Variable	**Normal**		**Remodelamiento concéntrico**		**Hipertrofia concéntrica**		**Hipertrofia excéntrica**		**OR**	**Límite inferior**	**Límite superior**	**p**
	n	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**				
Hipotensión intradiálisis												
No	37	24%	48	31.2%	49	31.8%	20	13%				0.027
Si	26	32.1%	35	43.2%	14	17.3%	6	7.4%				
Hipertensión intradialítica												
Sin eventos	33	22.4%	45	36.9%	31	25.4%	13	10.7%				
Eventos en menos de 4 sesiones	11	29.7%	16	32.7%	15	30.6%	7	14.3%				0.942
Eventos en más de 4 sesiones	19	26.8%	22	34.4%	17	26.6%	6	9.4%				

Medidas tomadas por eventos de hipotensión									
No	45	24.5%	61	33.2%	55	29.9%	23	12.5%	0.059
Si	18	35.3%	22	43.1%	8	15.7%	3	5.9%	

Fuente: Base de datos del estudio
Elaborado por: Bohórquez J. (2020)

4.2.4 Relación entre la función diastólica del VI con la aparición de complicaciones intradialíticas

En la tabla 8 se describe que la función diastólica del VI estuvo asociada con la presencia de hipertensión durante la hemodiálisis y por otro lado no se encontró asociación con eventos de hipotensión o cambios terapéuticos secundarios a esto.

Tabla 8: *Asociación entre la función diastólica del VI y complicaciones intradialíticas*

	Disfunción diastólica del VI						**IC 95%**			
Variable	**Sin disfunción**		**Disfunción diastolica leve**		**Disfunción diastólica moderada**		**OR**	**Límite inferior**	**Límite superior**	**p**
	n	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**				
Hipotensión intradiálisis										
No	24	18.3%	83	20%	24	18.3%				0.298
Si	14	63.4%	49	70%	7	10%				
Hipertensión intradialítica										
Sin eventos	15	39.5%	78	59.1%	14	45.2%				
En menos de 4 sesiones	10	26.3%	18	13.6%	10	32.3%				0.051
En más de 4 sesiones	13	34.2%	36	27.3%	7	22.6%				
Medidas tomadas por eventos de hipotensión										
No	28	17.6%	104	65.4%	27	17.0%				0.39
Si	10	23.8%	28	66.7%	4	9.5%				

Fuente: Base de datos del estudio
Elaborado por: Bohórquez J. (2020)

4.2.5 Relación entre el tamaño de la AI con la aparición de complicaciones intradialíticas

Se encontró asociación estadística entre una aurícula dilatada y la hipotensión intradialítica, además se calculó un OR de 1.49 para la dilatación auricular. (Tabla 9)

Tabla 9: *Asociación entre la dilatación auricular izquierda y complicaciones intradialíticas*

	Aurícula izquierda				IC 95%			
Variable	**Normal**		**Dilatada**		**OR**	**Límite inferior**	**Límite superior**	**p**
	n	**%**	**n**	**%**				
Hipotensión intradiálisis								
No	64	41.6%	90	58.4%	0.808	0.667	0.98	0.026
Si	46	56.8%	35	43.2%	1.494	1.045	2.135	
Hipertensión intradialítica								
Sin eventos	64	52.0%	59	48.0%				
En menos de 4 sesiones	19	39.6%	29	60.4%				0.234
En más de 4 sesiones	27	42.2%	37	57.8%				
Aumento de al menos 10 mmHg de pre a pos HD								
Sin eventos	67	48.6%	71	51.4%				
En menos de 4 sesiones	9	40.9%	13	59.1%				0.763
En más de 4 sesiones	34	45.3%	41	54.7%				

Fuente: Base de datos del estudio
Elaborado por: Bohórquez J. (2020)

4.2.6 Relación entre la medida de la raíz aórtica con las complicaciones intradialíticas

No se encontró asociación estadísticamente significativa entre una raíz aórtica incrementada de tamaño con el reporte de complicaciones intradialíticas. (Tabla 10)

Tabla 10: *Asociación entre la medida de la raíz aórtica y complicaciones intradialíticas*

	Medida de la raíz aórtica			IC 95%		
Variable	**Normal**	**Elevada**	**OR**	**Límite inferior**	**Límite superior**	**p**

	n	%	n	%		
Hipotensión intradiálisis						
No	132	85.2%	23	14.8%		0.299
Si	72	90.0%	8	10.0%		
Hipertensión intradialítica						
Sin eventos	105	86.1%	17	13.9%		
En menos de 4 sesiones	44	89.8%	5	10.2%		0.785
En más de 4 sesiones	55	85.9%	9	14.1%		

Fuente: Base de datos del estudio
Elaborado por: Bohórquez J. (2020)

4.2.7 Relación entre la FEVI con las complicaciones intradialíticas

Al comparar la FEVI con hipotensión intradialítica, no se encontró asociación estadísticamente significativa. (Tabla 11) Además se indica que no se pudo aplicar la prueba de chi cuadrado con otras variables de complicaciones pues presentaron casillas con valores menores a 5.

Tabla 11: *Asociación entre la FEVI y complicaciones intradialíticas*

	FEVI				IC 95%			
Variable	**Normal**		**Elevada**		**OR**	**Límite inferior**	**Límite superior**	**p**
	n	**%**	**n**	**%**				
Hipotensión intradiálisis								
No	12	7.7%	143	92.3%	1.02	0.723	1.429	0.927
Si	6	7.4%	75	92.6%	0.97	0.492	1.91	

Fuente: Base de datos del estudio
Elaborado por: Bohórquez J. (2020)

4.2.8 Relación entre la insuficiencia valvular con las complicaciones intradialíticas

En las tablas 12, 13 y 14 se muestra el análisis realizado entre la presencia de insuficiencias valvulares con las complicaciones que se presentaron durante la diálisis y se puede observar que para ninguna de las diferentes válvulas se encontró asociación estadísticamente significativa con

las complicaciones intradialíticas, además se indica que no se incluyó tabla de la insuficiencia tricuspídea, pues varias celdas presentaban valores inferiores a 5.

Tabla 12: *Asociación entre insuficiencia mitral y complicaciones intradialíticas*

	Insuficiencia mitral					IC 95%		
Variable	**No**		**Si**		**OR**	**Límite inferior**	**Límite superior**	**p**
	n	**%**	**n**	**%**				
Hipotensión intradiálisis								
No	56	36.1%	35	43.2%				0.289
Si	99	63.9%	46	56.8%				
Hipertensión intradialítica								
Sin eventos	41	33.3%	82	51.0%				0.98
En menos de 4 sesiones	25	51.0%	24	49.0%				
En más de 4 sesiones	25	39.1%	39	60.9%				
Medidas tomadas por eventos de hipotensión intradialítica								
No	67	36.2%	118	63.8%				0.159
Si	24	47.1%	27	52.9%				
Medidas tomadas por eventos de hipertensión intradialítica								
No	77	38.9%	121	61.1%				0.812
Si	14	36.8%	24	63.2%				

Fuente: Base de datos del estudio
Elaborado por: Bohórquez J. (2020)

Tabla 13: *Asociación entre insuficiencia aórtica y complicaciones intradialíticas*

	Insuficiencia aórtica					IC 95%		
Variable	**No**		**Si**		**OR**	**Límite inferior**	**Límite superior**	**p**
	n	**%**	**n**	**%**				
Hipotensión intradiálisis								
No	126	81.3%	29	18.7%				0.453
Si	29	18.7%	12	14.8%				
Hipertensión intradialítica								
Sin eventos	103	83.7%	20	16.3%				0.81
En menos de 4 sesiones	39	79.6%	10	20.4%				

En más de 4 sesiones	53	82.8%	11	17.2%		
Medidas tomadas por eventos de hipotensión intradialítica						
No	151	81.6%	34	18.4%		0.437
Si	44	86.3%	7	13.7%		
Medidas tomadas por eventos de hipertensión intradialítica						
No	164	82.8%	31	17.2%		0.852
Si	31	17.2%	7	18.4%		

Fuente: Base de datos del estudio
Elaborado por: Bohórquez J. (2020)

Tabla 14: *Asociación entre insuficiencia pulmonar y complicaciones intradialíticas*

	Insuficiencia pulmonar					**IC 95%**		
Variable	**No**		**Si**		**OR**	**Límite inferior**	**Límite superior**	**p**
	n	**%**	**n**	**%**				
Hipotensión intradiálisis								
No	128	82.6%	27	17.4%				0.979
Si	67	82.7%	14	17.3%				
Hipertensión intradialítica								
Sin eventos	102	82.9%	21	17.1%				0.979
En menos de 4 sesiones	40	81.6%	9	18.4%				
En más de 4 sesiones	53	82.8%	11	17.2%				
Medidas tomadas por eventos de hipotensión intradialítica								
No	152	82.2%	33	17.8%				0.72
Si	43	84.3%	8	15.7%				
Medidas tomadas por eventos de hipertensión intradialítica								
No	163	82.3%	32	84.2%				0.779
Si	32	84.2%	6	15.8%				

Fuente: Base de datos del estudio
Elaborado por: Bohórquez J. (2020)

4.2.9 Relación entre parámetros bioquímicos y cambios en las válvulas cardíacas

Se busco asociación entre los valores de paratohormona y fósforo con la presencia de cambios a nivel de las válvulas cardíacas, sin evidenciar asociación estadísticamente significativa,

no se incluyó datos de la válvula tricuspídea ni pulmonar pues no hubo evidencia ecocardiográfica de alteraciones a nivel de estas. (Tablas 15 y 16)

Tabla 15: *Asociación entre nivel de paratohormona y cambios valvulares*

	Nivel de paratohormona sérica				IC 95%		
Variable	**Normal**		**Elevado**		**OR**	**Límite inferior**	**Límite superior**	**p**
	n	**%**	**n**	**%**				
Cambios en la válvula aórtica								
No	16	11.4%	124	88.6%				0.632
Si	7	14.0%	43	86.0%				

Fuente: Base de datos del estudio
Elaborado por: Bohórquez J. (2020)

Tabla 16: *Asociación entre nivel de fósforo sérico y cambios valvulares*

	Nivel de fósforo sérico				IC 95%		
Variable	**Normal**		**Elevado**		**OR**	**Límite inferior**	**Límite superior**	**p**
	n	**%**	**n**	**%**				
Cambios en la válvula aórtica								
No	61	42.1%	84	57.9%				0.974
Si	23	41.8%	32	58.2%				
Cambios en la válvula mitral								
No	74	42.8%	99	57.2%				0.574
Si	10	37.0%	17	63.0%				

Fuente: Base de datos del estudio
Elaborado por: Bohórquez J. (2020)

CAPÍTULO V

5. DISCUSIÓN

Además del análisis univarial planteado, se realizó correlaciones entre diferentes variables estudiadas con el objetivo de buscar asociaciones significativas entre ellas; por esto, se planteó la relación entre las características morfológicas y hemodinámicas funcionales cardíacas con las complicaciones durante las sesiones de hemodiálisis, además se investigó la relación entre las variables bioquímicas con los cambios presentes en las válvulas cardíacas. Para esto se utilizó la prueba de chi cuadrado de Pearson teniendo en cuenta una significancia estadística de $p < 0,05$ y OR.

Primero se comparó las características demográficas con las principales revisiones y bases de datos encontradas a nivel internacional. Con respecto al género, en nuestro estudio se evidenció que el género masculino fue más frecuente, en el 62.7% de los casos, dato similar a los obtenidos en observaciones internacionales como el reportado por el *UK Renal Registry 22nd Annual Report* (2018) en el que el 61.6% fueron hombres. Luxardo et al. (2018) reportan en su revisión que en Latinoamérica el 55% de los pacientes en terapia de sustitución renal fueron hombres. McDonald et al. (2009) utilizando el registro de diálisis y trasplante de Australia y Nueva Zelanda, reportan que el 62% de los pacientes en hemodiálisis fueron masculinos.

Con respecto a la edad, media de nuestro estudio fue 48.31 años, el *UK Renal Registry 22nd Annual Report* (2018) reporta una media de edad de 67.4 años y McDonald et al. (2009) hallaron una media de edad de 59.2; probablemente el menor promedio de edad de este trabajo de investigación se deba a que el grupo de pacientes en hemodiálisis estudiados fueron aquellos que son candidatos potenciales a recibir un riñón trasplantado, que generalmente se asocia a que tengan mejor pronóstico y en muchos casos una edad menor.

Al revisar la prevalencia de antecedentes patológicos personales, se analizó la frecuencia de diabetes mellitus, ya que esta se presenta como un factor de riesgo para la enfermedad renal y también para la enfermedad cardiovascular. (Glovaci, Fan & Wong, 2019)

En nuestro estudio se encontró que el 14% de los pacientes presentan antecedente de diabetes mellitus, porcentaje menor en comparación a los resultados de McDonald et al. (2009) donde el 34% de los pacientes fueron diabéticos.

Probablemente la diferencia en estos porcentajes se deba a la diferencia en edades de ambos grupos de estudio, pues como ya se ha definido de manera amplia en la bibliografía, la diabetes tipo 2 (que es la más frecuente en el 90 a 95% de los casos) presenta factores de riesgo no modificables, siendo uno de estos la edad avanzada. (Glovaci et al., 2019)

En el caso del antecedente personal de hipertensión arterial, esta fue hallada en el 92.4% de los casos de este estudio, datos un poco mayores a los reportados por Matsuo et al. (2018) que reportaron hipertensión en el 81.6% de los casos.

En los pacientes con enfermedad renal crónica hay trastornos bioquímicos ya definidos y dados por la fisiopatología propia de la enfermedad renal ya explicada previamente en este estudio. A continuación, se comentará los resultados de los principales parámetros bioquímicos estudiados.

La hemoglobina media de este estudio fue 12.38 mg/dl, valor mayor en comparación con la media de 11.1 mg/dl reportada por McDonald et al. (2009) en una cohorte de Australia y de Nueva Zelanda, en Reino Unido también se obtuvo un valor de 11.1 mg/dl en el reporte de la *UK Renal Registry 22nd Annual Report* (2018).

Con respecto a esta variable, en los datos internacionales comparados es importante tomar en cuenta que además de la fisiopatología propia de la enfermedad renal, en nuestra población se deben tomar en cuenta las características geográficas de nuestro país que condicionan diferentes valores de hemoglobina y diferentes puntos de corte para ser considerados como anemia por lo que es esperable que haya variabilidad en estos resultados con respecto a datos internacionales.

En el caso de los parámetros bioquímicos que involucran al metabolismo fosfocálcico, primero se comparó los resultados del presente estudio con los reportados por Matsuo et al. (2018), con un valor de calcio sérico promedio de 9.3 mg/dl, fósforo sérico promedio de 5.2 mg/dl, paratohormona sérica reportaron una media de 119 pg/ml.

Además se comparó nuestros resultados con los obtenidos por Yamamoto et al. (2018) quienes estudiaron estos parámetros bioquímicos en pacientes en HD y los compararon en cohortes europeas, japonesas y norteamericanas.

En el caso de la cohorte europea el valor medio de calcio sérico fue de 9 mg/dl, la media de fósforo sérico fue 4.9 mg/dl y la paratohormona sérica tuvo un valor medio de 233 pg/ml. En la cohorte japonesa las medias de los valores fueron: calcio sérico 8.9 mg/dl, fósforo sérico 5.4 mg/dl y paratohormona sérico126 pg/ml. En la cohorte americana las medias de los valores fueron: calcio sérico 9 mg/dl, fósforo sérico 5.2 mg/dl y paratohormona sérico 283 pg/ml.

Con estos datos expuestos, al compararlos con los valores obtenidos en este estudio los valores son similares en el caso del calcio sérico (9.2 mg/dl) y fósforo sérico (5.3 mg/dl). Pero en el caso de la paratohormona sérica, el valor medio de nuestro estudio es considerablemente mayor (443.2 pg/ml), dato que es relevante pues como lo exponen Yamamoto et al. (2018), los valores elevados de paratohormona sérica están asociados a mayor mortalidad en pacientes en hemodiálisis, sobretodo valores mayores a 600 pg/ml durante períodos sostenidos mayores a 9 meses.

Las complicaciones intradialíticas analizadas en el presente trabajo fueron la hipotensión e hipertensión intradialíticas, además se incluyó en la investigación a los casos que presentaron aumento de al menos 10 mmHg de presión arterial en relación a los valores pre y posdiálisis, ya que estos casos no siguieron el patrón normal de variación durante la HD en el trabajo realizado por Dinesh et al. (2011) en el que vieron que la presión arterial disminuye rápidamente en el primer cuarto de cada sesión y luego sigue un descenso más lento y progresivo en el resto de la sesión, con valores medios de presión sistólica de 146 mmHg prediálisis y 133 posdiálisis.

Con respecto a la hipotensión intradialítica, es importante empezar comentando que la gran variabilidad en su frecuencia reportada se da por la falta de estandarización de conceptos utilizados para su definición y que son utilizados en los estudios de prevalencia, de esta manera Assimon & Flythe (2015) describen una frecuencia del 10 al 70% de acuerdo a la definición utilizada, sin embargo la mayoría de revisiones como lo indican Chao et al. (2015) y Kuipers et al. (2019) ronda entre el 20 y 30%.

Con este antecedente, Kuipers et al. (2019) realizaron un metaanálisis utilizando la definición de hipotensión intradialítica con valor nadir de la presión sistólica menor a 90 mmHg, y evidenciaron una frecuencia de 11.6% de casos.

En nuestro estudio se encontró eventos de hipotensión intradialítica en el 34.32% de los casos, sin embargo, es importante señalar que la selección de cada caso de hipotensión se utilizó la descripción de los médicos que atendieron a los pacientes tanto en las sesiones de HD como en la consulta externa, por lo que no se conoce cual definición diagnóstica fue utilizada.

En el caso de la hipertensión intradialítica, también hay variaciones en las frecuencias de acuerdo con la falta de estandarización de definiciones, Assimon & Flythe (2015) reportan una frecuencia del 10 al 15% de acuerdo a la definición utilizada. Además, Van Buren & Inrig (2016), reportan que en un estudio de cohorte, con seguimiento de 6 meses, el 90% de los pacientes presentaron hipertensión intradialítica al menos una vez, y la media de sesiones en las que se presentó hipertensión fue de 18% durante los 6 meses de seguimiento.

La definición de hipertensión intradialítica recomendada por Flythe et al. (2020) en la conferencia de controversias de KDIGO, habla de un aumento de al menos 10 mmHg pre a posdiálisis y en el rango hipertensivo en al menos 4 de 6 sesiones consecutivas.

Por lo expuesto, se decidió estratificar los casos de hipertensión intradialítica del presente estudio en aquellos que se reportaron en más de 4 sesiones y en menos de 4 sesiones, siendo 20.76% y 27.12% respectivamente, observando que la frecuencia es mucho mayor a la de datos

internacionales incluso si se cataloga como casos válidos de hipertensión intradialítica a los que se presentaron en más de 4 sesiones. Una vez más es importante señalar que la selección de cada caso de hipertensión se utilizó la descripción de los médicos que atendieron a los pacientes tanto en las sesiones de HD como en la consulta externa, por lo que no se conoce cual definición diagnóstica fue utilizada.

Dentro de los cambios estructurales cardíacos, el más prevalente es la hipertrofia del VI, como lo señala Barberato & Pecoits-Filho (2010), pueden estar presentes hasta el 70 a 90% de los pacientes en hemodiálisis y este es uno de los principales factores de riesgo para mortalidad de origen cardiovascular, ya que estos pacientes fallecen por insuficiencia cardíaca y muerte súbita.

Se encontró frecuencias diferentes con respecto a la geometría del VI en nuestro estudio al comparar con los resultados del estudio realizado por Matsuo et al. (2018):

- Geometría normal: 26.81% vs 11.5% respectivamente
- Remodelamiento concéntrico: 35.32% vs 22.3% respectivamente
- Hipertrofia concéntrica: 26.81% vs 51.3% respectivamente
- Hipertrofia excéntrica: 11.06% vs 15% respectivamente

Pese a que los resultados de nuestro estudio entran dentro del rango de lo descrito por Barberato & Pecoits-Filho (2010) y a lo descrito por Chiu et al. (2014) quienes indican que más del 70% de los pacientes con enfermedad renal crónica tienen hipertrofia del VI en el momento que inician con la HD, llama la atención la diferencia con el estudio realizado por Matsuo et al. (2018) donde la hipertrofia concéntrica fue más prevalente hasta en 2 veces; al tratar de explicar esta diferencia se debe tomar en cuenta las diferencias en la población de estudio, ya que mientras la media de tiempo en HD de los pacientes de este estudio fue de 38.9 meses, Matsuo et al. (2018) reportaron una media de duración de HD de 76 meses y aparentemente hay una asociación entre el tiempo en HD según lo reportado por Nubé et al. (2018) que al estudiar a 322 pacientes en HD

durante el tiempo, encontraron que a mayor tiempo en HD, aumenta el índice de masa del VI en pacientes que basalmente tenían una geometría normal, de esta manera aumentando el riesgo de hipertrofia del VI.

Chiu et al. (2014) indican que la disfunción diastólica resulta de la alteración en la distensibilidad y relajación del VI, llevando a mayores presiones de llenado y como consecuencia provoca dilatación de la AI. La disfunción diastólica es otro de los parámetros que predicen mayor morbilidad y mortalidad de origen cardiovascular en pacientes en hemodiálisis, tanto de manera independiente como en la suma de otros parámetros ecocardiográficos y es que como indican estos autores, los pacientes con disfunción diastólica son muy susceptibles a cambios en el volumen ventricular, mismos que son frecuentes durante las sesiones de HD y aumentos menores en la carga de líquidos pueden provocar sobrecarga pulmonar mientras que por otro lado una leve hipovolemia puede provocar hipotensión intradialítica.

En nuestro estudio se encontró disfunción diastólica del VI en el 81.19% de los casos, porcentaje mayor al reportado por Chiu et al. (2014), que hablan de un rango del 48 al 73%. Y a diferencia de lo mencionado por estos autores, en nuestro estudio no se encontró asociación estadísticamente significativa entre la disfunción diastólica e hipotensión intradialítica.

El porcentaje de disfunción sistólica del VI, definido como una FEVI menor al 50%, fue bajo en nuestro estudio (7.62%) en comparación con los reportado por Barberato & Pecoits-Filho (2010) que reportan frecuencias del 15 al 18%.

La dilatación de la AI fue frecuente en nuestro estudio, evidenciándose en el 53.19% de los pacientes, valor parecido al encontrado por Kim et al. (2011) que al estudiar los cambios de la AI en 216 pacientes, hallaron que esta cavidad estuvo dilatada en el 45.8% y encontraron que su presencia estuvo asociada a una mayor edad, menor hemoglobina, mayor masa del VI y menor supervivencia a los 5 años frente a pacientes sin dilatación de la AI.

Los cambios valvulares en el presente estudio se presentaron en el 34.74% de los casos, cabe recalcar que estos fueron únicamente en la válvula aórtica y mitral ya que no hubo cambios

reportados en las otras 2 válvulas; este resultado es menor al reportado por Dimkovic et al. (2018) que al estudiar a 220 pacientes, encontraron calcificaciones valvulares en el 43% de los casos.

El derrame pericárdico es una patología que puede presentarse por la propia enfermedad renal así como la inducida por HD, Chiu et al. (2014) reportan una frecuencia del 6 al 10% de pericarditis urémica que aparece en las primeras semanas de inicio de la HD y posteriormente en el 13% de los casos se presenta la pericarditis asociada a la HD, en nuestro estudio se evidenció derrame pericárdico en el 6.36% de los casos.

Con respecto a los factores que contribuyen a la hipotensión intradialítica, cada vez hay más evidencia de que no solo son los factores propios de la HD, esto fue demostrado por Hajal et al. (2019) en el que compararon pacientes normotensos durante las HD con aquellos que tuvieron eventos de hipotensión y que al tener valores medios de ultrafiltrado y peso seco que fueron comparables entre los 2 grupos, concluyeron que la tasa de ultrafiltrado por sí sola no fue un determinante para los eventos de hipotensión.

Al comparar los cambios morfológicos determinados en el ecocardiograma con las complicaciones intradialíticas, se encontró asociación estadísticamente significativa entre la elevación del índice de masa y los cambios de la geometría del VI con el reporte de hipotensión durante las hemodiálisis, con un OR de 1.73 y un valor de p de 0.007. Esto confirma lo expuesto por Chao et al. (2015) que plantean que la hipertrofia concéntrica tiene un efecto predisponente para la hipotensión intradialítica por efectos hemodinámicos y estructurales, en primer lugar porque estos pacientes son especialmente sensibles a cambios abruptos en los cambios de carga ventricular como los que se presentan durante la ultrafiltración de la HD, predisponiendo a fluctuaciones importantes de presión arterial, además esta alteración geométrica se asocia a fibrosis miocárdica y estenosis aórtica que también parecen influir en la hipotensión intradialítica.

Parece que esta asociación puede ser bidireccional, como lo exponen Chao et al. (2015) y la hipotensión intradialítica contribuir en el remodelamiento cardíaco para lo que presentan 3 teorías: hipoperfusión coronaria con aturdimiento miocárdico, activación neurohormonal y deficiencia nutricional.

En nuestro estudio se encontró asociación estadísticamente significativa entre la dilatación de la AI y la hipotensión intradialítica, pero esto posiblemente se deba a que este hallazgo de la AI es muy frecuente en casos de disfunción diastólica e hipertrofia del VI y como lo exponen Assimon & Flythe (2015), estos cambios se asocian a hipotensión intradialítica.

La hipertensión intradialítica se ha asociado a sobrecarga de volumen extracelular, pero como lo plantean Peter Van Buren & Inrig (2017) esto parece no ser lo suficientemente fuerte para probar causalidad por lo que se han investigado otros factores, y entre los hallazgos cardiovasculares determinados, estos autores reportan la presencia de resistencias vasculares periféricas aumentas.

Es por esto, que frente a la una resistencia vascular periférica aumentada, el hallazgo ecocardiográfico esperado sería de hipertrofia del VI, y este dato de asociación entre la hipertrofia del VI e hipertensión intradialítica fue confirmado por Shamir et al. (2019) al estudiar mediante resonancia magnética cardíaca a 80 pacientes con hipertensión intradialítica, hallando que estuvo estadísticamente asociada con hipertrofia del VI; sin embargo, esta asociación no fue confirmada en el presente estudio.

Al analizar el tiempo en hemodiálisis con las complicaciones durante la diálisis, en nuestro estudio no se encontró asociación en el caso de la hipotensión; Kale et al. (2020) realizaron un estudio en 120 pacientes en hemodiálisis crónica en la India y tampoco evidenciaron asociación estadística al comparar los casos de hipotensión intradialítica con el tiempo de hemodiálisis al que han sido sometidos.

Con respecto al análisis entre el tiempo en hemodiálisis e hipertensión intradialítica, hallamos asociación estadística significativa, mientras que Zou & Sun (2019) no encontraron asociación estadística entre estas variables al estudiar 266 en HD en su estudio realizado en China.

Se ha planteado que los trastornos del metabolismo fosfocálcico pueden provocar calcificaciones de válvulas cardíacas (Raggi et al., 2011). Por esta razón se investigó la asociación

entre estos parámetros bioquímicos con las alteraciones valvulares y no se encontró asociación entre los valores de paratohormona y fósforo con cambios valvulares. Choi et al. (2013) encontraron asociación significativa entre niveles más bajos de paratohormona y calcificaciones cardiovasculares, mientras que no encontraron asociación con el resto de los parámetros bioquímicos.

CAPÍTULO VI

6. CONCLUSIONES

1. El principal cambio ecocardiográfico hallado fue la disfunción diastólica del VI, seguido de la alteración en la geometría del VI y la dilatación de la AI.

2. La hipotensión durante la HD fue la complicación más frecuente en la población estudiada.

3. Las alteraciones en la geometría del VI y dilatación de la AI se asociaron a la ocurrencia de hipotensión intradialítica.

4. El índice de masa del VI aumentado se asoció con la necesidad de tomar medidas terapéuticas por eventos hipotensivos durante la HD.

5. Los pacientes que han estado en HD en períodos de tiempo mayores a 2 años presentan más eventos hipertensivos durante las sesiones de HD.

6. La presencia de cambios en las válvulas cardíacas fue independiente del nivel de fósforo y paratohormona séricos, siendo la elevación de esta última, el hallazgo bioquímico más frecuente de la población estudiada.

7. RECOMENDACIONES

1. Al no existir un consenso o guía recomendada por las asociaciones internacionales para la realización de ecocardiogramas en pacientes en hemodiálisis, el conocer sus principales cambios cardíacos estructurales y hemodinámicos, permitirá ayudar a crear una guía y estandarización para una valoración ecocardiográfica optimizada en este grupo de pacientes.

2. Se debe estandarizar los conceptos utilizados para la definición de las complicaciones durante la HD en los centros donde estos pacientes sean tratados, para mejorar su diagnóstico, manejo y también para mejorar la calidad de futuros estudios sobre este tema.

3. Es importante para el personal médico reconocer los cambios cardíacos determinados por ecocardiografía, que presentan los pacientes sometidos a HD que se asocian con las complicaciones durante la HD para poder tomar medidas preventivas o planificar cambios en los tratamientos dialíticos.

4. Se recomienda una monitorización hemodinámica más cuidadosa en pacientes que han estado en HD durante más de 2 años, pues como se evidenció en nuestro estudio, este grupo presenta más casos de hipertensión intradialítica.

5. Se recomienda la realización de nuevas investigaciones con mayor población, que permitan un mejor análisis entre la relación de los trastornos del metabolismo fosfocálcico con los cambios valvulares cardíacos, pues el número de pacientes con estas alteraciones valvulares de nuestro estudio fue pequeño.

8. LIMITACIONES

1. La ecocardiografía es un método diagnóstico operador dependiente, por lo que, pese a que en este estudio se trató de utilizar medidas objetivas, algunos datos recogidos tienen componentes subjetivos que pueden tener una importante variabilidad interoperador.

2. Al ser un estudio observacional, la asociación encontrada en las variables no puede determinar causalidad entre las variables comparadas.

3. Para catalogarse como un caso con hipotensión o hipertensión durante la hemodiálisis, se tomó en cuenta al reporte de los médicos que atendieron a los pacientes durante las sesiones de HD o en la consulta externa, sin embargo, no se conoce que criterios diagnósticos fueron utilizados para su definición.

4. Por el número relativamente pequeño de casos, algunos análisis entre variables planificados no se pudieron realizar.

5. En algunos casos no se contó con los parámetros bioquímicos requeridos, ya que en el tiempo de análisis no se contó con los reactivos de laboratorio necesarios.

6. La recolección de datos completos se vio dificultada por falla en los registros de la historia clínica que en ocasiones provocó la pérdida de casos o en datos perdidos durante el análisis.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arias, M., Aljama, P., De los Ríos, J. E., Lamas, S., Praga, M., & Seròn, D. (2015). *Hernando Nerología Clínica* (4th ed.). Editorial Médica Panamericana.

Assimon, M. M., & Flythe, J. E. (2015). Intradialytic blood pressure abnormalities: the hights, the lows, and all that lies between. *American Journal of Nephrology*, *42*(5), 337–350. https://doi.org/10.1159/000441982

Assimon, M. M., & Flythe, J. E. (2017). Definitions of intradialytic hypotension. *Seminars in Dialysis*, *30*(6), 464–472. https://doi.org/10.1111/sdi.12626

Balla, S., Nusair, M. B., & Alpert, M. A. (2013). Risk factors for atherosclerosis in patients with chronic kidney disease: Recognition and management. In *Current Opinion in Pharmacology* (Vol. 13, Issue 2, pp. 192–199). Elsevier Ltd. https://doi.org/10.1016/j.coph.2012.12.001

Barberato, S. H., & Pecoits-Filho, R. (2010). Echocardiographic alterations in patients with chronic kidney failure undergoing hemodialysis. In *Arquivos Brasileiros de Cardiologia* (Vol. 94, Issue 1, pp. 131–137). https://doi.org/10.1590/S0066-782X2010000100021

Bargman, J. M., & Skorecki, K. L. (2018). Nefropatía crónica. In J. L. Jameson, A. S. Fauci, D. L. Kasper, S. L. Hauser, D. L. Longo, & J. Loscalzo (Eds.), *Harrison. Principios de Medicina Interna*. McGraw-Hill Education.

Cai, Q. Z., Lu, X. Z., Lu, Y., & Wang, A. Y. M. (2014). Longitudinal changes of cardiac structure and function in CKD (CASCADE study). *Journal of the American Society of Nephrology*, *25*(7), 1599–1608. https://doi.org/10.1681/ASN.2013080899

Chao, C. Ter, Huang, J. W., & Yen, C. J. (2015). Intradialytic hypotension and cardiac remodeling: A vicious cycle. In *BioMed Research International* (Vol. 2015, pp. 6–8).

https://doi.org/10.1155/2015/724147

Chirakarnjanakorn, S., Navaneethan, S., Francis, G., & Wilson, W. (2017). Cardiovascular Impact in Patients Undergoing Maintenance Hemodialysis: Clinical Management Considerations. *Int J Cardiol*, *232*, 12–13. https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2017.01.015

Chiu, D. Y. Y., Green, D., Abidin, N., Sinha, S., & Kalra, P. A. (2014). Echocardiography in Hemodialysis patients: Uses and challenges. *American Journal of Kidney Diseases*, *64*(5), 804–816. https://doi.org/10.1053/j.ajkd.2014.01.450

Choi, M. J., Kim, J. K., Kim, S. G., Kim, S. E., Kim, S. J., Kim, H. J., & Song, Y. R. (2013). Association between cardiac valvular calcification and myocardial ischemia in asymptomatic high-risk patients with end-stage renal disease. *Atherosclerosis*, *229*(2), 369–373. https://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2013.05.026

Cozzolino, M., Galassi, A., Pivari, F., Ciceri, P., & Conte, F. (2017). The Cardiovascular Burden in End-Stage Renal Disease. *Contributions to Nephrology*, *191*(Cv), 44–57. https://doi.org/10.1159/000479250

Cozzolino, M., Mangano, M., Stucchi, A., Ciceri, P., Conte, F., & Galassi, A. (2018). Cardiovascular disease in dialysis patients. *Nephrology Dialysis Transplantation*, *33*, iii28–iii34. https://doi.org/10.1093/ndt/gfy174

Daugirdas, J., Blake, P., & Ing, T. (2008). *Manual de diálisis* (5th ed.). Lippincott Williams / Wilkins.

Dimkovic, N., Schlieper, G., Jankovic, A., Djuric, Z., Ketteler, M., Damjanovic, T., Djuric, P., Marinkovic, J., Radojcic, Z., Markovic, N., & Floege, J. (2018). Prognostic value of cardiovascular calcifications in hemodialysis patients: a longitudinal study. *International Urology and Nephrology*, *50*(5), 939–946. https://doi.org/10.1007/s11255-018-1821-1

Dinesh, K., Kunaparaju, S., Cape, K., Flythe, J. E., Feldman, H. I., & Brunelli, S. M. (2011). A model of systolic blood pressure during the course of dialysis and clinical factors associated with various blood pressure behaviors. *American Journal of Kidney Diseases*, *58*(5), 794–803. https://doi.org/10.1053/j.ajkd.2011.05.028

Flythe, J. E., Chang, T. I., Gallagher, M. P., Lindley, E., Madero, M., Sarafidis, P. A., Unruh, M. L., Wang, A. Y. M., Weiner, D. E., Cheung, M., Jadoul, M., Winkelmayer, W. C., Polkinghorne, K. R., Adragão, T., Anumudu, S. J., Chan, C. T., Cheung, A. K., Costanzo, M. R., Dasgupta, I., … Wilkie, M. (2020). Blood pressure and volume management in dialysis: conclusions from a Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO) Controversies Conference. *Kidney International*, *97*(5), 861–876. https://doi.org/10.1016/j.kint.2020.01.046

Flythe, J. E., Xue, H., Lynch, K. E., Curhan, G. C., & Brunelli, S. M. (2015). Association of mortality risk with various definitions of intradialytic hypotension. *Journal of the American Society of Nephrology*, *26*(3), 724–734. https://doi.org/10.1681/ASN.2014020222

Glovaci, D., Fan, W., & Wong, N. D. (2019). Epidemiology of Diabetes Mellitus and Cardiovascular Disease. *Current Cardiology Reports*, *21*(4), 1–8. https://doi.org/10.1007/s11886-019-1107-y

Goornavar, S., Pramila, D., & Ashoka, R. (2015). A study of echocardiographic changes in patients with chronic kidney disease. *Medica Innovatica*, *4*(2), 1–5.

Hajal, J., Joubran, N., Sleilaty, G., Chacra, D., Saliba, Y., Assaad, S., Chelala, D., Farès, N., Hospital, S. G., Medicine, F., & Hotel, C. H. U. (2019). Intradialytic Hypotension : Beyond Hemodynamics. *Physiological Research*, *8408*(68), 793–805.

Han, B. G., Kim, J., Jung, I. Y., & Son, J. W. (2019). Relationship between volume status and possibility of pulmonary hypertension in dialysis naive CKD5 patients. *PLoS ONE*, *14*(9), 1–12. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0221970

Hawwa, N., Shrestha, K., Hammadah, M., Yeo, P. S. D., Fatica, R., & Wilson Tang, W. H. (2015). Reverse remodeling and prognosis following kidney transplantation in contemporary patients with cardiac dysfunction. *Journal of the American College of Cardiology*, *66*(16), 1779–1787. https://doi.org/10.1016/j.jacc.2015.08.023

Himmelfarb, J., & Ikizler, T. A. (2010). Hemodialysis. *New England Journal of Medicine*, *363*(19), 1833–1845. https://doi.org/10.1056/NEJMra0902710

Kale, G., Mali, M., Bhangale, A., Somani, J., & Jeloka, T. (2020). Intradialytic hypertension increases non-access related hospitalizaion and mortality in maintenance hemodialysis patients. *Indian Journal of Nephrology*, *30,* 85–90. https://doi.org/10.4103/ijn.IJN_153_19

Kang, E., Ryu, H., Kim, J., Lee, J., Lee, K. B., Chae, D. W., Sung, S. A., Kim, S. W., Ahn, C., & Oh, K. H. (2019). Association Between High-Sensitivity Cardiac Troponin T and Echocardiographic Parameters in Chronic Kidney Disease: Results From the KNOW-CKD Cohort Study. *Journal of the American Heart Association*, *8*(18), e013357. https://doi.org/10.1161/JAHA.119.013357

KDIGO Group. (2013). KDIGO 2012 clinical practice guideline for the evaluation and management of chronic kidney disease. *Kidney International*, *84*(3), 622–623. https://doi.org/10.1038/ki.2013.243

Kim, S. J., Han, S. H., Park, J. T., Kim, J. K., Oh, H. J., Yoo, D. E., Yoo, T. H., Kang, S. W., & Choi, K. H. (2011). Left atrial volume is an independent predictor of mortality in CAPD patients. *Nephrology Dialysis Transplantation*, *26*(11), 3732–3739. https://doi.org/10.1093/ndt/gfr118

Kitamura, K., Fujii, H., Nakai, K., Kono, K., Goto, S., Nishii, T., Kono, A., & Nishi, S. (2017). Relationship between cardiac calcification and left ventricular hypertrophy in patients with chronic kidney disease at hemodialysis initiation. *Heart and Vessels*, *32*(9), 1109–1116. https://doi.org/10.1007/s00380-017-0969-4

Kuipers, J., Verboom, L. M., Ipema, K. J. R., Paans, W., Krijnen, W. P., Gaillard, C. A. J. M., Westerhuis, R., & Franssen, C. F. M. (2019). The Prevalence of Intradialytic Hypotension in Patients on Conventional Hemodialysis: A Systematic Review with Meta-Analysis. *American Journal of Nephrology*, *49*(6), 497–506. https://doi.org/10.1159/000500877

Lang, R. M., Badano, L. P., Mor-avi, V., Afilalo, J., Armstrong, A., Ernande, L., Flachskampf, F. A., Foster, E., Goldstein, S. A., Kuznetsova, T., Lancellotti, P., & Muraru, D. (2015). Recommendations for Cardiac Chamber Quantification by Echocardiography in Adults : An Update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *Journal of the American Society of Echocardiography*, *28*(1), 1-39.e14. https://doi.org/10.1016/j.echo.2014.10.003

Liu, Y. W., Su, C. T., Song, E. J., Tsai, W. C., Li, Y. H., Tsai, L. M., Chen, J. H., & Sung, J. M. (2015). The role of echocardiographic study in patients with chronic kidney disease. In *Journal of the Formosan Medical Association* (Vol. 114, Issue 9, pp. 797–805). Elsevier Taiwan LLC. https://doi.org/10.1016/j.jfma.2015.06.009

Luxardo, R., Kramer, A., González-Bedat, M. C., Massy, Z. A., Jager, K. J., Rosa-Diez, G., Noordzij, M., & collaborators. (2018). The epidemiology of renal replacement therapy in two different parts of the world: the Latin American Dialysis and Transplant Registry versus the European Renal Association-European Dialysis and Transplant Association Registry. *Revista Panamericana de Salud Pública*, *42*, 1–11. https://doi.org/10.26633/rpsp.2018.87

Ma, L., & Zhao, S. (2017). Risk factors for mortality in patients undergoing hemodialysis: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Cardiology*, *238*, 151–158. https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2017.02.095

Major, R. W., Cheng, M. R. I., Grant, R. A., Shantikumar, S., Xu, G., Oozeerally, I., Brunskill, N. J., & Gray, L. J. (2018). Cardiovascular disease risk factors in chronic kidney disease: A systematic review and meta-analysis. *PLoS ONE*, *13*(3), 1–18.

https://doi.org/10.1371/journal.pone.0192895

Malík, J., Danzig, V., Bednářová, V., & Hrušková, Z. (2018). Echocardiography in patients with chronic kidney diseases. In *Cor et Vasa* (Vol. 60, Issue 3, pp. e287–e295). https://doi.org/10.1016/j.crvasa.2017.07.008

Matsuo, H., Dohi, K., Machida, H., Takeuchi, H., Aoki, T., Nishimura, H., Yasutomi, M., Senga, M., Ichikawa, T., Kakuta, K., Mizutani, Y., Tanoue, A., Isaka, N., Oosugi, K., Koyabu, S., Sakurai, M., Fukui, Y., Kakimoto, H., Sugimoto, T., … Ito, M. (2018). Echocardiographic assessment of cardiac structural and functional abnormalities in patients with end-stage renal disease receiving chronic hemodialysis. *Circulation Journal*, *82*(2), 586–595. https://doi.org/10.1253/circj.CJ-17-0393

Mavrakanas, T. A., Khattak, A., Wang, W., Singh, K., & Charytan, D. M. (2019). Association of Chronic Kidney Disease with Preserved Ejection Fraction Heart Failure Is Independent of Baseline Cardiac Function. *Kidney and Blood Pressure Research*, *44*(5), 1247–1258. https://doi.org/10.1159/000502874

McDonald, S. P., Marshall, M. R., Johnson, D. W., & Polkinghorne, K. R. (2009). Relationship between dialysis modality and mortality. *Journal of the American Society of Nephrology*, *20*(1), 155–163. https://doi.org/10.1681/ASN.2007111188

Meijers, B. K. I., Claes, K., Bammens, B., De Loor, H., Viaene, L., Verbeke, K., Kuypers, D., Vanrenterghem, Y., & Evenepoel, P. (2010). p-Cresol and cardiovascular risk in mild-to-moderate kidney disease. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*, *5*(7), 1182–1189. https://doi.org/10.2215/CJN.07971109

Ministerio de Salud Pública del Ecuador. (2018). Prevención, diagnóstico y tratamiento de la enfermedad renal crónica. *Guias de Practicas Clinicas*, 1–111.

Nubé, M. J., Hoekstra, T., Doganer, V., Bots, M. L., Blankestijn, P. J., van den Dorpel, M.,

Kamp, O., Ter Wee, P. M., de Roij van Zuijdewijn, C. L. M., & Grooteman, M. P. C. (2018). Left ventricular geometric patterns in end-stage kidney disease: Determinants and course over time. *Hemodialysis International*, *22*(3), 359–368. https://doi.org/10.1111/hdi.12644

Park, S. K., Jung, J. Y., Kang, J. G., Chung, P. W., & Ryoo, J. H. (2019). Mildly decreased renal function and its relation to left ventricular geometry change. *Circulation Journal*, *83*(11), 2236–2241. https://doi.org/10.1253/circj.CJ-19-0353

Raggi, P., Chertow, G. M., Torres, P. U., Csiky, B., Naso, A., Nossuli, K., Moustafa, M., Goodman, W. G., Lopez, N., Downey, G., Dehmel, B., & Floege, J. (2011). The ADVANCE study: A randomized study to evaluate the effects of cinacalcet plus low-dose vitamin D on vascular calcification in patients on hemodialysis. *Nephrology Dialysis Transplantation*, *26*(4), 1327–1339. https://doi.org/10.1093/ndt/gfq725

Rozenbaum, Z., Ben-Bassat, O. K., Hadad, Y., Iluz, M., Granot, Y., Ziv-Baran, T., Berliner, S., & Aviram, G. (2018). Left Atrial Volume as a Biomarker of Target Organ Damage in Cardionephrology: A Study in a Wide Range of Renal Function. *Chest*, *154*(4), 893–903. https://doi.org/10.1016/j.chest.2018.05.017

Shamir, A. R., Karembelkar, A., Yabes, J., Yao, Y., Miskulin, D., Gassman, J., Ploth, D., Negrea, L., Paine, S., Rahman, M., Kwong, R. Y., Zager, P., Jhamb, M., Practice, N., Clinic, C., Division, H., & Reserve, C. W. (2019). association of Intradialytic Hypertension with Left Ventricular Mass yn Hypertensive Hemodialyisis Patients Enrolled in the Blood Pressure in Dialysis (BID) Study. *Kidney and Blood Pressure Research*, *43*(3), 882–892. https://doi.org/10.1159/000490336.Association

Solomon, S., Wu, J., & Gillam, L. (2019). Ecocardiografía. In D. Zipes, P. Libby, R. Bonow, D. Mann, G. Tomaselli, & E. Braunwald (Eds.), *Braunwald Tratado de Cardiología: Texto de medicina cardiovascular* (11th ed., pp. 174–243). Elsevier España.

Tamulėnaitė, E., Žvirblytė, R., Ereminienė, R., Žiginskienė, E., & Ereminienė, E. (2018). Changes of left and right ventricle mechanics and function in patients with end-stage renal disease undergoing haemodialysis. *Medicina (Lithuania)*, *54*(5). https://doi.org/10.3390/medicina54050087

Ternacle, J., Côté, N., Krapf, L., Nguyen, A., Clavel, M. A., & Pibarot, P. (2019). Chronic Kidney Disease and the Pathophysiology of Valvular Heart Disease. In *Canadian Journal of Cardiology* (Vol. 35, Issue 9, pp. 1195–1207). https://doi.org/10.1016/j.cjca.2019.05.028

UK Renal Registry. (2018). UK Renal Registry 22nd Annual Report. *The Renal Association*, *4326*.

Van Buren, P., & Inrig, J. (2016). Mechanisms and treatment of Intradialytic Hypertension. *Blood Purif*, *41*(1–3), 188–193. https://doi.org/10.1159/000441313

Van Buren, P., & Inrig, J. (2017). Special Situations: Intradialytic Hypertension/Chronic Hypertension and Intradialytic Hypotension. *Seminars in Dialysis*, *30*(6), 545–552. https://doi.org/10.1111/sdi.12631

Yamamoto, S., … A. K.-B., & 2018, undefined. (2018). Mineral and bone disorder management in hemodialysis patients: comparing PTH control practices in Japan with Europe and North America: the Dialysis. *Bmcnephrol.Biomedcentral.Com*, 5–14. https://bmcnephrol.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12882-018-1056-5

Ying, Y., Yang, K., Liu, Y., Chen, Q. J., Shen, W. F., Lu, L., & Zhang, R. Y. (2011). A uremic solute, p-cresol, inhibits the proliferation of endothelial progenitor cells via the p38 pathway. *Circulation Journal*, *75*(9), 2252–2259. https://doi.org/10.1253/circj.CJ-11-0046

Zou, L. X., & Sun, L. (2019). Forecast post-dialysis blood pressure in hemodialysis patients with intradialytic hypertension. *Clinical and Experimental Hypertension*, *41*(6), 571–576. https://doi.org/10.1080/10641963.2018.1523916

ANEXOS

ANEXO 1. MATRIZ DE RECOLECCIÓN DE DATOS

HCL	N° Caso	Edad	Grupos_ edad	Género	SCT	Tiempo_ HD	Grupos_ Tiempo	HTA	DM	Hipotiro	Hb	Grupos _Hb	PTH	Grupos_P TH	Ca	Grupos_ Ca	P	Grupos_ P	SeptoIV	DDVI	PPVI

GPR	FEVI	Grupos_ FEVI	IMVI	Grupos_ IMVI	Grupos_ Remodel	Raiz_A o	AI	AD	DDVD	TAPSE	VD_FS	e/a	Patrón_ Mitral	VI_F D	PSAP	VM_Insuf	VA_Insuf	VT_Insuf	VP_Insuf

VM_Cambios	VA_Cambios	VT_Cambios	VP_Cambios	Derrame	Trast_contr	Hipot_ HD	HTA_trans_ HD	Aum_10_ HD	HTA_final_ HD	Cambios_ Hipot	Cambios_ HTA	Hospital	Otras Complicaciones

Elaborado por: Bohórquez J. (2020)

ANEXO 2. FOTOGRAFÍAS



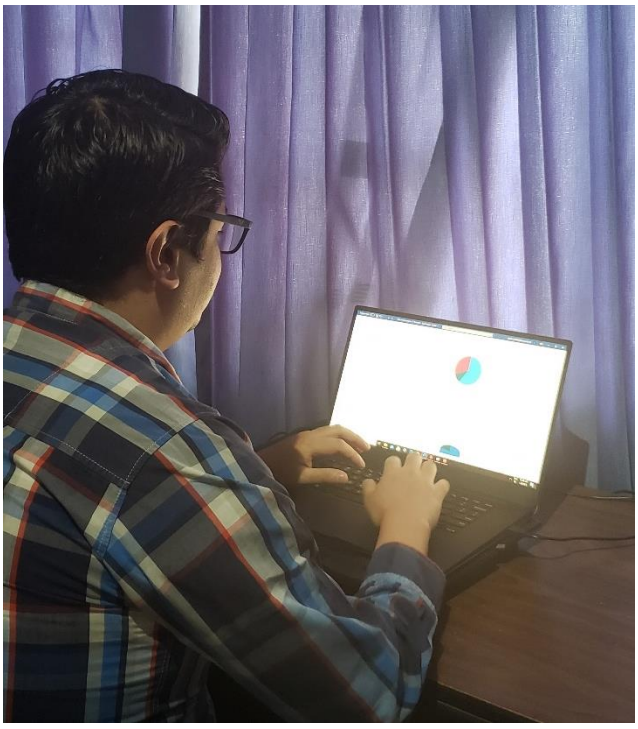
[Fotografía de José Bohórquez]. (Quito,2019). Hospital de Especialidades Carlos Andrade Marín, lugar donde se llevó a cabo la investigación. Quito, Ecuador



[Fotografía de José Bohórquez]. (Quito,2019). Elaboración de la base de datos. Residencia médica del área de Medicina Interna HECAM. Quito, Ecuador



[Fotografía de José Bohórquez]. (Quito,2019). Equipo de guardia de Medicina Interna HECAM. Quito, Ecuador



[Fotografía de José Bohórquez]. (Quito,2019). Elaboración del trabajo final. Quito, Ecuador



[Fotografía de José Bohórquez]. (Quito,2019). Atención de pacientes durante la pandemia por COVID-19. HECAM. Quito, Ecuador