



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO**

Facultad de Enfermería  
Licenciatura en Fisioterapia



“Eficacia del ejercicio para el control de la hipertensión en  
pacientes hemodializados”

## **TESIS**

Que para obtener el Título de  
**LICENCIADO EN FISIOTERAPIA:**

### **PRESENTA:**

María del Rosario Olvera Bautista

Sergio Martínez Laja

### **DIRECTOR DE TESIS:**

M.I.M. María Eustolia Pedroza Vargas

Fecha: 16/01/2018



Universidad Autónoma de Querétaro  
Facultad de Enfermería  
Licenciatura en Fisioterapia



“Eficacia del ejercicio para el control de la hipertensión en pacientes hemodializados”

Opción de titulación  
**Tesis Colectiva**

Que como parte de los requisitos para obtener el Grado de  
**Licenciado en Fisioterapia**

**Presenta:**

María del Rosario Olvera Bautista  
Sergio Martínez Laja

Dirigido por:

Director de Tesis: María Eustolia Pedroza Vargas

M.I. M. María Eustolia Pedroza Vargas  
Presidente

Firma

M. en I. Ángel Salvador Xequé Morales  
Secretario

Firma

Dr. Ernesto Francisco Sabath Silva  
Vocal

Firma

Méd Esp. Víctor Manuel Morales López  
Suplente

Firma

L. Fernando Martínez Duplán  
Suplente

Firma

---

M.C.E. Ma. Guadalupe Perea  
Ortiz Directora de la Facultad

Centro Universitario  
Querétaro, Qro.

16 de enero de 2019

## RESUMEN

Los pacientes con enfermedad renal crónica (ERC) presentan una elevada prevalencia de hipertensión arterial que conlleva un alto riesgo de padecer enfermedad cardiovascular. El ejercicio puede disminuir la hipertensión, retardar la progresión de la ERC y favorecer la calidad de vida. Este estudio genera evidencia clínica y científica del impacto del ejercicio en el control de la presión arterial involucrando al profesional de fisioterapia en el tratamiento de este problema de salud. **Objetivo:** Determinar la eficacia de un programa de ejercicio estructurado para el control de la presión arterial (expresado en mmHg) enfocado a enfermos renales crónicos hipertensos en hemodiálisis. **Metodología:** Se realizó un estudio clínico aleatorizado durante 16 semanas, con 34 pacientes hipertensos en estadio 5 de ERC, n=18 para el Grupo Experimental (GE) (quienes realizaron ejercicio aeróbico y anaeróbico intradiálisis con una duración de 45 a 50 minutos, dos veces a la semana) y n=16 para el Grupo Control (GC) (con un programa de estiramientos). **Resultados:** Se observó una disminución de la Presión Arterial Sistólica (PAS) en el 94% del GE, se obtuvo una media de  $155.94 \pm 19.37$  vs  $135.56 \pm 19.4$  p=0.000 inicial y final respectivamente, con una disminución de 20.38 mmHg p=0.000, a diferencia del GC quienes presentaron un aumento de la PAS de 12.63 mmHg p=0.062 alcanzando una diferencia de medias entre el GE y GC de 33.01 mmHg disminuidos. Se observó una disminución de la Presión Arterial Diastólica (PAD) en el 89% del GE, con una media de  $97.06 \pm 10.7$  vs.  $83.17 \pm 11.01$  p=0.000 inicial y final respectivamente con un decremento 13.89 p=0.000 mmHg alcanzando una diferencia de medias entre el GE y el GC de 16.89 mmHg; Además en el GE se encontró un incremento en la prueba de caminata de 6 minutos ( $234,4 \pm 136.2$  vs.  $416,1 \pm 144.2$  m; p=0.016), y un aumento en el test sit to stand to sit (STS60') ( $28 \pm 12$  vs.  $33.8 \pm 11.8$ ; p=0.001), **Conclusión:** El ejercicio es esencial en la disminución de la hipertensión en ERC como coadyuvante del tratamiento farmacológico antihipertensivo, a su vez constituye la base de la prevención cardiovascular y renal. (**Palabras clave:** Enfermedad renal crónica, hipertensión, ejercicio, aeróbico, anaeróbico, hemodiálisis)

## SUMMARY

Patients with chronic kidney disease (CKD) have a high prevalence of hypertension that carries a high cardiovascular risk disease. Exercise can reduce hypertension, helps slow the progression of CKD, and improves quality of life. This study generates clinical and scientific evidence about the impact of exercise on the control of blood pressure involving the professional physiotherapy in the treatment of this health problem. **Objective:** To determine the efficacy of a structured exercise program for the control of blood pressure (expressed in mmHg) focused on chronic renal hypertensive patients in hemodialysis. **Methodology:** A randomized clinical study was carried out for 16 weeks, with 34 hypertensive patients in stage 5 of CKD, n = 18 for the Experimental Group (GE) (who performed aerobic and anaerobic exercise intradialysis with a duration of 45 to 50 minutes, twice a week) and n = 16 for the Control Group (GC) (with a stretching program). **Results:** A decrease of the Systolic Blood Pressure (SBP) was observed in 94% of the GE, obtaining an average of  $155.94 \pm 19.37$  vs.  $135.56 \pm 19.4$  p = 0.000 initial and final respectively, with a decrease of 20.38 mmHg p=0.000, unlike the CG who presented an increase in SBP of 12.63 mmHg p = 0.062, reaching a difference of average between the GE and GC of 33.01 mmHg decreased. A decrease in Diastolic Blood Pressure (DBP) was observed in 89% of the EG, with an average of  $97.06 \pm 10.7$  vs.  $83.17 \pm 11.01$  p = 0.000 initial and final respectively with a decrease 13.89 p = 0.000 mmHg reaching a difference of average between the GE and the GC of 16.89 mmHg. Furthermore in the GE was found an increase in the 6-minute walk test ( $234.4 \pm 136.2$  vs.  $416.1 \pm 144.2$  m, p = 0.016), and an increase in the sit to stand to sit test (STS60') ( $28 \pm 12$  vs.  $33.8 \pm 11.8$ , p = 0.001), **Conclusion:** Exercise is essential in the reduction of hypertension in CKD as adjuvant of pharmacological antihypertensive treatment, which in turn constitutes the ground of cardiovascular and renal prevention.

(**Key words:** Chronic kidney disease, hypertension, exercise, aerobic, anaerobic, hemodialysis)

## **DEDICATORIA:**

*A Dios por darnos la oportunidad de vivir y habernos permitido llegar hasta este punto de nuestras vidas.*

*Con aprecio muy especial a nuestros padres por ser el principal pilar en nuestras vidas y en nuestra formación educativa, por ser nuestro apoyo incondicional, por todo el amor brindado, comprensión, paciencia, esfuerzo y sacrificio en beneficio nuestro. Gracias a ustedes hemos logrado llegar hasta aquí y convertirnos en lo que somos.*

*A nuestros hermanos por todo su apoyo, comprensión y alegría.*

*De todo corazón a Rosario Olvera Bautista por ser mi alegría, mi inspiración y mi motivación, por todo su amor, dedicación, compromiso y paciencia.*

*A Sergio Martínez Laja por su amor, paciencia, apoyo y comprensión, gracias a su pasión, entrega y compromiso el día de hoy podemos ver culminada esta tesis con éxito, agradezco de todo corazón haber realizado este proyecto a su lado, sin duda alguna mi compañía perfecta.*

## **AGRADECIMIENTOS:**

*Al director de Tesis María Eustolia Pedroza Vargas por su orientación, compromiso y disposición durante el desarrollo de la tesis, por su apoyo y amistad que nos brindó en la trayectoria de nuestra formación académica*

*Al Maestro Ángel Salvador Xequé por compartirnos su entusiasmo, por su tiempo brindado y contribución en la investigación.*

*Al Dr. Francisco Sabath Silva por su orientación y contribución al perfeccionamiento de la tesis.*

*Al Dr. Ricardo Orozco por compartir su conocimiento en el área de Hemodiálisis, por guiarnos en el camino del saber, por su apoyo y confianza.*

*A todos los pacientes de hemodiálisis, por su amistad, confianza, y participación, por enseñarnos a nunca rendirnos a pesar de las circunstancias, y valorar a las personas que hoy están con nosotros.*

*A los fisioterapeutas por apoyarnos en la realización de este estudio en la aplicación del tratamiento y apoyo incondicional a los pacientes.*

*Al personal de Enfermería por su amistad y por cuidar incansablemente de los pacientes.*

# ÍNDICE

<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. REVISIÓN DE LA LITERATURA .....</b>	<b>3</b>
2.1. ENFERMEDAD RENAL CRÓNICA (ERC).....	3
2.1.1. Epidemiología .....	3
2.1.2. Clasificación.....	4
2.1.3. Etiología.....	5
2.1.4. Factores de Riesgo .....	6
2.1.5. Fisiopatología.....	7
2.1.6. Diagnóstico .....	7
2.1.7. Tratamiento.....	8
2.2. HIPERTENSIÓN ARTERIAL (HTA).....	10
2.2.1. Epidemiología .....	11
2.2.2. Etiología.....	13
2.2.3. Clasificación.....	14
2.2.4. Fisiopatología.....	15
2.2.5. Factores de riesgo .....	15
2.2.6. Diagnóstico .....	16
2.2.7. Tratamiento.....	17
2.3. EJERCICIO .....	21
2.3.1. Ejercicio aeróbico y anaeróbico.....	22
2.3.2. Respuesta aguda y crónica al ejercicio: .....	23
2.4. IMPACTO DEL EJERCICIO EN HIPERTENSOS HEMODIALIZADOS.....	26
2.4.1. Criterios para la prescripción del ejercicio .....	28
2.5. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN DE VARIABLES .....	31
2.5.1. Medición de la presión arterial.....	31
2.5.2. Prueba de caminata de 6 minutos.....	34
2.5.3. Test de sentarse y levantarse de una silla o Test Sit to stand to sit (STS) .....	34
2.5.4. Índice de comorbilidad de Charlson .....	34
<b>III. OBJETIVOS.....</b>	<b>36</b>
3.1. OBJETIVO GENERAL.....	36
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	36
<b>IV. METODOLOGÍA .....</b>	<b>37</b>

4.1.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	37
4.2.	VARIABLES E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN.....	38
4.3.	PROCEDIMIENTO .....	39
4.4.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	40
4.5.	CONSIDERACIONES ÉTICAS .....	42
<b>V.</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>43</b>
<b>VI.</b>	<b>DISCUSIÓN .....</b>	<b>52</b>
<b>VII.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>57</b>
<b>VIII.</b>	<b>SUGERENCIAS .....</b>	<b>58</b>
<b>IX.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>59</b>
<b>X.</b>	<b>APÉNDICE.....</b>	<b>66</b>
10.1.	HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	66
10.2.	PRUEBA DE 6 MINUTOS.....	68
10.3.	HOJA DE EVOLUCIÓN DE FISIOTERAPIA EN HEMODIÁLISIS .....	69

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLA 1.</b> CLASIFICACIÓN EN GRADOS DE LA ENFERMEDAD RENAL CRÓNICA .....	4
<b>TABLA 2.</b> FACTORES RELACIONADOS CON EL DESARROLLO DE LA ENFERMEDAD RENAL CRÓNICA.....	7
<b>TABLA 3.</b> CRITERIOS DIAGNÓSTICOS DE LA ENFERMEDAD RENAL CRÓNICA .....	8
<b>TABLA 4.</b> INDICACIONES PREFERENTES DE LOS ANTAGONISTAS DE RECEPTORES DE ANGIOTENSINA EN LA ENFERMEDAD RENAL CRÓNICA, SEGÚN GRADO DE RECOMENDACIÓN .....	9
<b>TABLA 5.</b> CATEGORÍAS DE PRESIÓN ARTERIAL EN ADULTOS.....	14
<b>TABLA 6.</b> CÓMO PRESCRIBIR EJERCICIO A PACIENTES HIPERTENSOS SEGÚN EL ESTADO DE SALUD Y LA EDAD .....	29
<b>TABLA 7.</b> ÍNDICE DE COMORBILIDAD DE CHARLSON.....	35
<b>TABLA 8.</b> DATOS SOCIODEMOGRÁFICOS Y ETIOLOGÍA DE LA ENFERMEDAD RENAL CRÓNICA.....	44
<b>TABLA 9.</b> PARÁMETROS DE LABORATORIO .....	46
<b>TABLA 10.</b> TEST DE CAPACIDAD FUNCIONAL .....	47
<b>TABLA 11.</b> PRESIÓN ARTERIAL .....	50
<b>TABLA 12.</b> PRESIÓN ARTERIAL DELTA.....	50

## ÍNDICE DE FIGURAS:

<b>FIGURA 1.</b> HAY 22.4 MILLONES ADULTOS MEXICANOS CON HIPERTENSIÓN, Y 5.7 MILLONES ESTÁN CONTROLADOS. ....	11
<b>FIGURA 2.</b> TASA DE MORBILIDAD POR DIABETES MELLITUS Y POR HIPERTENSIÓN ARTERIAL SISTÉMICA EN MÉXICO, SEGÚN GRUPOS DE EDAD, AÑO 2014 .....	12
<b>FIGURA 3.</b> CONFORMACIÓN DE LA MUESTRA.....	43
<b>FIGURA 4.</b> FÁRMACOS QUE CONSUMEN LOS PACIENTES POR GRUPO.....	46
<b>FIGURA 5.</b> PRUEBA DE CAMINATA DE 6 MINUTOS (DELTA). ....	47
<b>FIGURA 6.</b> ETAPA DE HIPERTENSIÓN ARTERIAL DEL GRUPO EXPERIMENTAL AL INICIO Y FINAL DEL ESTUDIO. ....	48
<b>FIGURA 7.</b> ETAPA DE HIPERTENSIÓN ARTERIAL DEL GRUPO CONTROL AL INICIO Y FINAL DEL ESTUDIO.....	48
<b>FIGURA 8.</b> PRESIÓN SISTÓLICA INICIAL VS FINAL. ....	49
<b>FIGURA 9.</b> PRESIÓN DIASTÓLICA INICIAL VS FINAL.....	49

**FIGURA 10.** CIFRAS DE PRESIÓN ARTERIAL SISTÓLICA (MMHG) QUE DISMINUYERON  
O AUMENTARON AL FINALIZAR EL ESTUDIO..... 49

**FIGURA 11.** CIFRAS DE PRESIÓN ARTERIAL DIASTÓLICA (MMHG) QUE DISMINUYERON  
O AUMENTARON AL FINALIZAR EL ESTUDIO. .... 49

## I. INTRODUCCIÓN

Actualmente la enfermedad renal crónica (ERC) ha aumentado debido a la creciente incidencia de enfermedades sistémicas como diabetes, hipertensión arterial (HTA) y el envejecimiento de la población (Santamaría-Olmo & Gorostidi-Pérez, 2013). En México la prevalencia de ERC es de 124 casos por cada millón de usuarios, (Méndez-Durán et al, 2014) por lo que hoy en día la enfermedad renal crónica se considera una enfermedad epidémica que se extiende a muchos países, atacando a un gran número de la población.

Segura-Ortí (2017) afirma que dentro de las múltiples causas de la ERC se encuentra la HTA, diabetes, reacción autoinmune o idiopático. Así mismo la hipertensión es uno de los factores relacionados con el inicio de daño renal y la progresión en 4 veces más que la población normal (Argente & Álvarez, 2014)

La HTA se considera el principal factor de riesgo modificable para desarrollar una enfermedad cardiovascular, de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Panamericana de la salud (OPS), 2015 éstas representan la principal causa de muerte en el mundo, afectando a países de bajo y mediano ingreso, situación que repercute en la calidad y la esperanza de vida de los pacientes. Cada aumento de la presión arterial sistólica de 20 mmHg o cada 10 mmHg de aumento de la presión arterial diastólica duplica el riesgo de un evento coronario fatal (Rosas-Peralta et al, 2016).

El tratamiento establecido para la hipertensión son los fármacos, sin embargo, está demostrado científicamente que realizar ejercicio puede disminuir la hipertensión, además de retardar la progresión de la enfermedad renal crónica y favorecer la calidad de vida de los pacientes (Santamaría-Olmo & Gorostidi-Pérez, 2013), evidenciando que el ejercicio disminuye las cifras de presión arterial hasta 7 mmHg (Baster & Baster-Brooks, 2005). Esta disminución de las cifras de la presión arterial es atribuida al efecto del ejercicio sobre la acción antiinflamatoria a través del sistema nervioso simpático y el eje hipotalámico-pituitario-adrenal, entre otros mecanismos. (Ghadieh & Saab, 2015).

Por esta razón, el estudio tiene como objetivo determinar la eficacia del ejercicio estructurado para el control de la hipertensión arterial en pacientes hemodializados, generando una alternativa segura que puede reducir la progresión de la enfermedad renal crónica, a su vez disminuir el índice de mortalidad por enfermedades cardíacas y mejorar la salud. El estudio se efectuó en pacientes del Centro Estatal de Hemodiálisis de Querétaro, en un periodo de abril-julio del 2018.

Se realizó un estudio clínico en enfermos renales crónicos hipertensos, dividiendo la población de estudio en dos grupos; el grupo experimental (GE) tuvo un programa estructurado de ejercicio y el segundo fue el grupo control (GC) a quienes se les asignó un tratamiento placebo.

Este estudio aporta nuevos conocimientos y pautas para la intervención en estos pacientes, genera nuevas alternativas de tratamiento y líneas de investigación para futuros estudios, además de ofrecer al paciente una alternativa segura y efectiva para el control de la presión arterial y disminución de riesgos cardiovasculares.

## II. REVISIÓN DE LA LITERATURA

### 2.1. ENFERMEDAD RENAL CRÓNICA (ERC)

La enfermedad renal crónica (ERC) es el conjunto de alteraciones clínicas que se agravan progresivamente a medida que la función renal se reduce. Se atribuye a enfermedades sistémicas que lesionan el riñón o enfermedades renales intrínsecas. Un dato clínico es la persistencia de un filtrado glomerular (FG) menor de 60 ml/min/1,73 m<sup>2</sup>, nivel inferior de la función renal. (Goldman & Schafer, 2013)

La insuficiencia renal crónica es la pérdida progresiva e irreversible de la función renal que se produce en meses o años. También llamada nefropatía crónica, se define como la reducción histológica del número de nefronas y descenso de la tasa de filtración glomerular (TFG). (Argente & Álvarez, 2014)

“Los pacientes con ERC con grado 3 a 5 presentan un riesgo cardiovascular elevado. Presentan más riesgo de muerte cardiovascular que de llegar a necesitar tratamiento renal sustitutivo mediante diálisis o trasplante renal” (Gorostidi et al, 2014).

#### 2.1.1. Epidemiología

“La prevalencia de la ERC ha aumentado considerablemente debido al incremento de la incidencia de la diabetes, la hipertensión arterial y el envejecimiento de la población” (Santamaría-Olmo & Gorostidi-Pérez, 2013).

En un estudio realizado en México “La prevalencia general de la IRC fue de 124 casos por cada millón de usuarios. La mayor prevalencia se observó en las delegaciones de Tlaxcala, Hidalgo, Morelos y Nayarit” (Méndez-Durán et al., 2014).

“Actualmente la ERC es considerada una pandemia que afecta al 10% de la población adulta a nivel mundial” (Ávila-Saldivar, Conchillos-Olivares, Rojas-Báez, Ordoñez-Cruz, & Ramírez-Flores, 2013). Además, Rodríguez-Chagolla et al. (2016) afirma que “hay una creciente de enfermedades crónicas, de las cuales el 25 a 40% de estos pacientes se considera que padecerán insuficiencia renal y requerirán terapia de reemplazo renal”.

“El fallo en la función renal afecta a prácticamente todos los sistemas del organismo, destacando las complicaciones cardiovasculares (principal causa de muerte de este colectivo) y las complicaciones musculoesqueléticas” (Segura-Ortí E. , 2017).

### 2.1.2. Clasificación

“Tras la confirmación diagnóstica, la ERC se clasificará según las categorías de FG, albuminuria y según la etiología” (Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO), 2012).

Los criterios de clasificación de acuerdo con los grados de Filtrado Glomerular (G1 a G5) y de albuminuria (A1 a A3) se exponen en la **tabla 1**.

<b>Tabla 1. Clasificación en grados de la enfermedad renal crónica</b>		
<b>Etapas de la Enfermedad renal crónica</b>		
<b>Grado</b>	<b>Descripción</b>	<b>TFG (ml/min por 1.73 m<sup>2</sup>)</b>
<b>G1</b>	Daño renal con tasa de filtración glomerular normal o elevado	≥ 90
<b>G2</b>	Daño renal con disminución leve de tasa de filtrado glomerular	60-89
<b>G3</b>	Disminución moderada de la tasa de filtrado glomerular	30-59
<b>G4</b>	Disminución severa de la tasa de filtrado glomerular	15-29
<b>G5</b>	Fallo renal	< 15 (o diálisis)
<b>Categorías de albuminuria</b>		
<b>Categoría</b>	<b>Cociente albúmina/creatinina en mg/g en muestra aislada de orina. Equivalencias de la albuminuria en orina de 24 h (mg/mmol)</b>	<b>Descripción</b>
<b>A1</b>	< 30 (<3)	Normal a ligeramente elevada
<b>A2</b>	30-300 (3-30)	Moderadamente elevada
<b>A3</b>	> 300 (>30)	Muy elevada
Grado de recomendación: aunque la división en tramos del FG y de la albuminuria es una recomendación sin grado, la recomendación de clasificar la ERC en grados de FG y albuminuria se considera de nivel 1B. <i>La categoría A3 incluye síndrome nefrótico en el que la albuminuria suele ser &gt; 2200 mg/g (&gt; 220 mg/mmol o &gt; 2200 mg/24 horas)</i>		
Nota: Recuperado de Gorostidi et al, (2014).		

De acuerdo con Argente & Álvarez (2014) la insuficiencia renal se clasifica en formas clínicas de acuerdo con el tiempo o la velocidad en la que se desarrolló:

- Insuficiencia Renal Aguda (IRA)
- Insuficiencia renal rápidamente progresiva (IRRP)
- Insuficiencia renal crónica (IRC) (Argente & Álvarez, 2014)

Cuando el riñón no realiza la mayoría de sus funciones, el estado clínico se denomina enfermedad renal terminal (ERT) y se requiere de diálisis o

- trasplante para mantener la vida. La naturaleza crónica y progresiva de la ERC permite crear estrategias terapéuticas para detener la pérdida de la función renal y posponer la ERT, a través de la eliminación de síntomas de la uremia. (Goldman & Schafer, 2013)

### 2.1.3. Etiología

“Dentro de las causas de la enfermedad renal crónica la diabetes tipo 2 ocupa la primera causa y en segundo lugar la hipertensión arterial sistémica” (Guía de Práctica Clínica , 2008)

De acuerdo con un estudio de cohorte realizado por Méndez-Durán et al, 2014 “el 47% de la población mexicana son usuarios del IMSS, nos dice que las causas primarias de la IRC fueron diabetes (29.661; 52,6%), hipertensión arterial (19.862; 35,2%), glomerulopatías crónicas (4.089; 7,2%), malformaciones congénitas (2%) y la nefropatía tubulointersticial (1%)”.

Diabetes. El término diabetes mellitus (DM) describe un “desorden metabólico de múltiples etiologías, caracterizado por hiperglucemia crónica con trastornos en el metabolismo de los hidratos de carbono, lípidos y proteínas teniendo como resultados defectos en la secreción y/o acción de la insulina” (Asociación Latinoamericana de Diabetes [ALAD], 2013).

Así mismo, “la diabetes es la primera causa de ceguera, insuficiencia renal, amputaciones e incapacidad prematura en México, encontrándose entre las diez primeras causas de hospitalización y solicitud de atención médica” (ALAD, 2013).

Hipertensión Arterial Sistémica (HAS): La enfermedad renal hipertensiva (ERH) es una complicación de la HAS, que afecta principalmente a la microvasculatura preglomerular. En la ERH, la HAS es la que causa la enfermedad renal, y no al revés. Usualmente, el daño hipertensivo a la vasculatura y al parénquima renal es paulatino, crónico, evolutivo y silencioso; permanece asintomático hasta que aparece la insuficiencia renal. (Rodríguez, González, & Alvabera, 2013)

“La HTA es considerada como la segunda causa de ERC después de la diabetes mellitus, por delante de las glomerulonefritis” (Jojoa , Bravo, & Vallejo, 2016).

Se observó en estudios que valores de PA por encima del rango *normal alto* (131/79mm Hg en varones y 131/78 mm Hg en mujeres) se asocian con un incremento progresivo del riesgo de ERC terminal, incluso por proteinuria y excluyendo a los pacientes con diabetes mellitus (Tozawa et al., 2003).

Glomerulopatías crónicas: “También conocida como glomerulonefritis, son enfermedades que afectan la estructura y función glomerular, tratándose de entidades clínicas heterogéneas tanto en su etiología, manifestaciones, curso clínico y pronóstico [...] hallazgo histológico de inflamación del penacho glomerular” (González & Cantillo, 2013).

Nefropatía tubulointersticial: Las nefropatías tubulointersticiales (NTI) engloban aquellas enfermedades que afectan al intersticio y a las células del túbulo renal. Se caracterizan por la presencia de un infiltrado inflamatorio celular en dichos compartimentos. Se clasifican en agudas y crónicas y su etiología puede ser secundaria a fármacos, infecciones o enfermedades autoinmunes/sistémicas. Es típica la presencia de insuficiencia renal junto con piuria, cilindros leucocitarios y eosinofilia. (Santana, González, Camacho, & Plaza, 2015)

#### 2.1.4. Factores de Riesgo

Existen factores de riesgo relacionados con el desarrollo de la ERC, como los autores Santamaría-Olmo & Gorostidi-Pérez (2013) mencionan “El desarrollo de la ERC están involucrados factores de susceptibilidad individual, situaciones que inician el daño

renal y factores relacionados con la progresión del deterioro de la función renal” (Tabla 2).

Estos factores son descritos por Torres, Bandera, Ge, & Amaro (2017) como “Factores de susceptibilidad a ERC: aumentan la posibilidad de desarrollar dicha enfermedad. Factores iniciadores: aquellos que pueden iniciar directamente el daño renal. Factores de progresión: pueden empeorar y acelerar el deterioro de la función renal”. (**Tabla 2**)

<b>Tabla 2. Factores relacionados con el desarrollo de la enfermedad renal crónica</b>		
Factores de susceptibilidad	Factores de iniciación	Factores de progresión
Predisposición genética	Diabetes mellitus	Hipertensión arterial
Bajo estatus social	Hipertensión arterial	Proteinuria elevada
Bajo peso al nacer	Enfermedades autoinmunes	Mal control glucémico
Edad avanzada	Tóxicos y fármacos	
Historia familiar de la ERC	Obstrucción urinaria	
Reducción de la masa renal	Infecciones del tracto urinario	

*Nota:* Recuperado de Santamaría-Olmo & Gorostidi-Pérez (2013).

### 2.1.5. Fisiopatología

Como citó Santamaría-Olmo y Gorostidi-Pérez (2013) “Una de las funciones del riñón es el proceso de autorregulación del flujo y la presión hidrostática glomerular a pesar de las fluctuaciones de la PA media entre 80 y 160 mmHg las cuales protegen al glomérulo” (Simons et al, 1994).

Cambios en la arteriola aferente influidos tanto por el reflejo miogénico como por el feedback, el túbulo-glomerular protege al glomérulo de los cambios de PA sistémica impidiendo el desarrollo de la presión glomerular. La disfunción de estos mecanismos conduce a un deterioro de la autorregulación de los mecanismos de la presión sistémica asociada a un aumento de la presión intraglomerular, predisponiendo al desarrollo de lesión renal. La hipertensión en el capilar glomerular está asociada con el desarrollo de esclerosis glomerular y deterioro progresivo de la función renal. (Santamaría-Olmo & Gorostidi-Pérez, 2013)

### 2.1.6. Diagnóstico

“La enfermedad evoluciona en forma silente, por tal motivo no se diagnostica en sus primeros estadios” (Ávila-Saldivar et al., 2013). Los autores Argente & Álvarez (2014) describen el cuadro clínico como: “Alteración del volumen y ritmo diurético: poliuria, nicturia y oligoanuria, urea y creatinina sérica elevada, acidosis metabólica, anemia crónica, alteración del metabolismo fosfocalcico”.

Gorostidi, et al (2014) especifican los criterios diagnósticos de la ERC, siendo los marcadores de lesión renal o la atenuación del FG inferiores a 60 ml/min/1,73 m<sup>2</sup> (pág. 305). (Tabla 3)

<b>Tabla 3. Criterios diagnósticos de la enfermedad renal crónica</b>	
<b>Presencia de alteraciones en la estructura o función renal durante más de 3 meses. Criterios de ERC (cualquiera de los siguientes durante &gt; 3 meses)</b>	
<b>Marcadores de daño renal</b>	Albuminuria elevada
	Alteraciones en el sedimento urinario
	Alteraciones electrolíticas u otras alteraciones de origen tubular
	Alteraciones estructurales histológicas
	Alteraciones estructurales en pruebas de imagen
	Trasplante renal
<b>Flujo Glomerular disminuido</b>	FG < 60 ml/min/1,73 m <sup>2</sup>
<i>Nota:</i> Recuperado de Gorostidi, et al (2014).	

### 2.1.7. Tratamiento

Las bases para la prevención global de la progresión de la ERC y cardiovasculares son las modificaciones dietéticas y el estilo de vida, el control de la HTA, el bloqueo del sistema renina angiotensina y el control metabólico, fundamentalmente glucémico y lipídico. (Gorostidi et al, 2014)

A medida que avanza la ERC es necesario implementar una terapia sustitutiva de la función renal, pudiendo ser hemodiálisis, diálisis peritoneal o trasplante renal. Mientras que las dos primeras terapias sustituyen parcialmente la función del riñón, el trasplante la sustituye completamente. (Segura-Ortí E. , 2017)

Hemodiálisis: “Los pacientes con Insuficiencia Renal Crónica (IRC) en estadio terminal, pueden ser sometidos a hemodiálisis (HD) como tratamiento renal sustitutivo” (Ortega et al, 2016).

La hemodiálisis es la terapia sustitutiva más frecuente. Requiere de un acceso vascular, generalmente una fístula arteriovenosa situada en el antebrazo. La dosificación más frecuente es la de 4 horas, 3 días por semana, y se prolonga durante toda la vida del paciente hasta que, en caso de ser candidato, reciba un trasplante renal. (Segura-Ortí E. , 2017)

“Los objetivos del tratamiento terapéutico en la enfermedad renal es enlentecer el deterioro de la función renal y prevenir la enfermedad cardiovascular” (James et al, 2014).

Tratamiento Farmacológico: “El tratamiento farmacológico específico ideal está constituido por los IECA y los ARA II” (Mendez, 2013). (**Tabla 4**)

<b>Tabla 4. Indicaciones preferentes de los antagonistas de receptores de angiotensina en la enfermedad renal crónica, según grado de recomendación</b>			
<b>Tipo de afección renal</b>	<b>Indicación preferente</b>	<b>Objetivo del control hipertensivo</b>	<b>Grado de recomendación</b>
Diabetes mellitus tipo 1 y 2 con nefropatía incipiente con hipertensión arterial	IECA o ARA	<130/80 mmHg	A
Diabetes mellitus tipo 1 y 2 con nefropatía incipiente con hipertensión arterial	IECA o ARA	-	A
Diabetes mellitus tipo 1 con nefropatía establecida + hipertensión arterial	IECA	<130/80 mmHg	A
Diabetes mellitus tipo 2 con nefropatía establecida + hipertensión arterial	ARA	<130/80 mmHg	A
Nefropatía no diabética con hipertensión arterial, con índice de proteínas/creatinina $\geq 200$ mg/g	IECA o ARA	<130/80 mmHg	A
Nefropatía no diabética sin hipertensión arterial con índice de proteínas/creatinina $\geq 200$ mg/g	IECA o ARA	-	C
Nefropatía no diabética sin hipertensión arterial con índice de proteínas/creatinina $\leq 200$ mg/g	Sin preferencia	-	C
<i>Nota: Recuperado Mendez (2013).</i>			

Hasta el 80% de los pacientes con HTA y daño renal requieren de 2 o más fármacos antihipertensivos para lograr un control adecuado de las cifras tensionales, en los cuales se recomienda un descenso de la presión arterial de forma paulatina hasta alcanzar la meta (< 130/80 mmHg). (Mendez, 2013)

## 2.2. HIPERTENSIÓN ARTERIAL (HTA)

La hipertensión arterial deriva del producto del volumen minuto cardiaco y la resistencia vascular periférica ( $HTA = VMC \times RVP$ ). La tensión arterial es la fuerza de magnitud que se opone en sentido contrario para evitar su exagerada distensión, sobre la base de su propia resistencia. A diferencia de la presión arterial que se define como la fuerza o empuje de la sangre sobre las paredes arteriales. Específicamente la presión sistólica y la presión diastólica se pueden definir de la siguiente manera; La presión sistólica o máxima es el mayor valor obtenido durante la eyección ventricular que depende del gasto sistólico, de la velocidad de eyección ventricular y de la distensibilidad de las arterias. Así mismo La presión diastólica o mínima es el menor valor observado durante la diástole, que depende de la resistencia periférica, representada en el lecho arteriolar y del valor de la presión alcanzada durante la sístole y la duración de la diástole. (Argente & Álvarez, 2014)

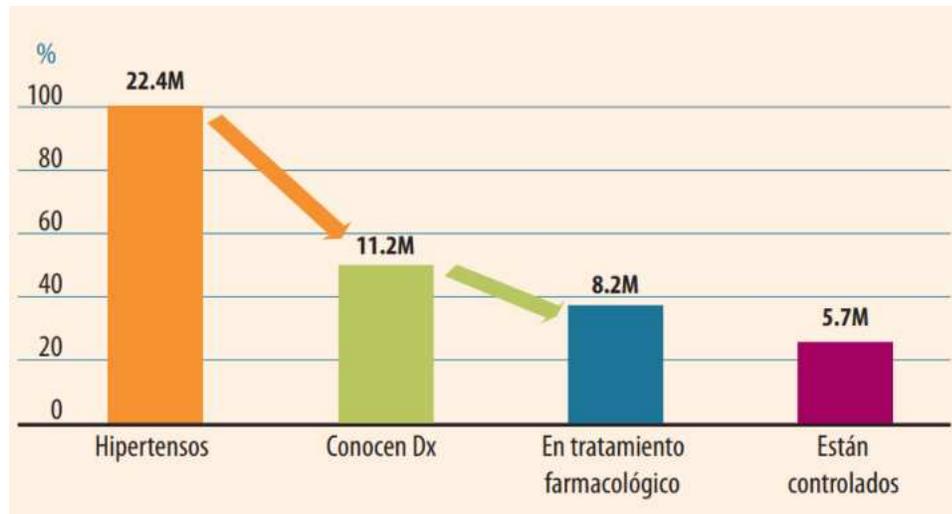
La Hipertensión Arterial Sistémica es un síndrome de etiología múltiple caracterizado por la elevación persistente de las cifras de presión arterial a cifras  $\geq 140/90$  mm/Hg (NOM-030-SSA2-1999) como se citó en la Guía de Práctica Clínica (2014). Cuanto más alta es la tensión, más esfuerzo tiene que realizar el corazón para bombear. (OMS, 2013)

“En general, cada aumento de la PAS de 20 mm Hg (o cada 10 mmHg de aumento de la presión arterial diastólica PAD) duplica el riesgo de un evento coronario fatal” (Rosas-Peralta et al., 2016).

### 2.2.1. Epidemiología

De acuerdo con la OPS/ OMS en 2015 “Se estima que uno de cada tres adultos tiene hipertensión arterial” Es decir “entre el 20-40% de la población adulta a nivel mundial la presenta, correspondiente a 250 millones de personas”.

La prevalencia de hipertensión arterial en México es de 22.4 millones en adultos mayores de 20 años, registrándose como la prevalencia más alta a nivel mundial, solo 11.2 millones han sido diagnosticados y solo el 5.7% de ellos están en control adecuado (Encuesta Nacional de Salud y Nutrición [ENSANUT], 2012) **(Figura 1)**



**Figura 1** Hay 22.4 millones adultos mexicanos con hipertensión, y 5.7 millones están controlados. Fuente: (ENSANUT, 2012)

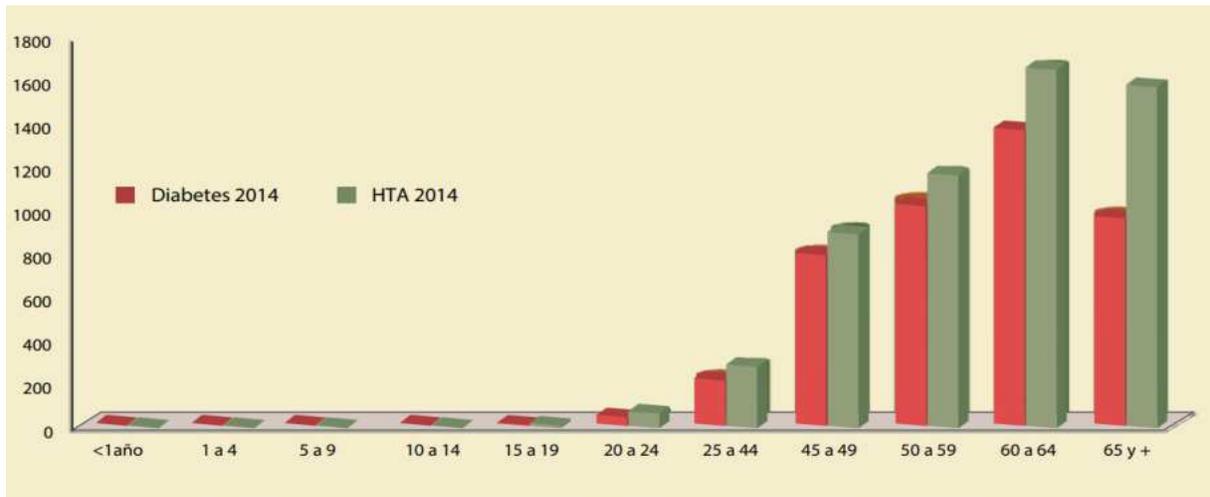
En la ENSANUT de Medio Camino del 2016 se encontró un ligero incremento en la prevalencia de hipertensión a 25.5 % de los cuales el 40% desconocía que la padecía y solo el 58.7% de los adultos con diagnóstico se encuentran en control adecuado, el diagnóstico previo suele ser mayor en mujeres que en hombre (70.5 vs 48.6). (Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de Medio Camino [ENSANUT MC], 2016)

En México el estimado poblacional para 2015 por el Consejo Nacional de Población (CONAPO) es de 121 millones de habitantes, de los cuales 76.4 millones tendrán 20 años o más y una prevalencia de 31 % de HTAS; el estimado

global de población hipertensa para 2015 es de 23.7 millones y se estima una cifra similar de población prehipertensa. (Rosas-Peralta et al., 2016)

El aumento en la prevalencia de enfermedades crónicas, tales como HAS, DM2, dislipidemias, obesidad, síndrome metabólico y aterosclerosis, entre otras, han permitido que estas entidades patológicas hayan superado la prevalencia de enfermedades transmisibles, y dentro de estas, las enfermedades cardiovasculares son la primera causa mundial de morbilidad-mortalidad en el adulto. (Rodríguez, González, & Alvabera, 2013)

Se debe partir de que ser portador de hipertensión ya es en sí mismo un riesgo para la salud cardiovascular. La morbimortalidad se incrementará en la medida en que se agreguen más factores de riesgo cardiovascular, como obesidad, resistencia a insulina, diabetes, dislipidemias, la edad, el género, los antecedentes familiares y el entorno ambiental de cada caso. (Rosas-Peralta et al., 2016)



**Figura 2: Tasa de morbilidad por diabetes mellitus y por hipertensión arterial sistémica en México, según grupos de edad, año 2014.** Fuente: Soto-Estrada, Moreno-Altamirano, & Pahuá (2016).

La hipertensión arterial se considera el principal factor de riesgo para sufrir una enfermedad cardiovascular (OMS, 2015). Como citó Santamaría-Olmo y Gorostidi-Pérez (2013), la hipertensión arterial es un factor de riesgo modificable. La hipertensión está relacionada con el inicio de daño renal y su progresión en 4 veces más que la población normal (Argente & Álvarez, 2014). “En el mundo, se producen 17 millones de

muertes al año por enfermedades CV (casi un tercio del total) y de ellas, 9,4 millones se deben a las complicaciones de la HTA”. (Del Valle et al., 2015)

“La hipertensión arterial se presenta en edad productiva a partir de los 20 años, por lo que se ve afectada su calidad de vida” (Soto-Estrada, Moreno-Altamirano, & Pahua, 2016). (**Figura 2**).

Según datos de la Organización panamericana de la salud/ Organización mundial de la salud (2015) las enfermedades cardiovasculares son la “principal causa de muerte en todo el mundo y más de tres cuartas partes de estas defunciones se producen en los países de bajo y medios ingreso”. De igual forma: “Cada año ocurren 1.6 millones de muertes por enfermedad cardiovascular en la región de América, antes de cumplir la edad correspondiente a la esperanza de vida, por lo que se considera muerte prematura y evitable” Consecuentemente el IMSS (2017) indica que “La enfermedad crónica degenerativa cardiovascular registra 7 millones de casos y provoca más de 50 mil muertes al año”.

### 2.2.2. Etiología

Del Valle et al (2015) afirma que: “La HTA se clasifica en primaria o esencial y secundaria” lo cual está directamente relacionada con la causalidad de la hipertensión.

La HTA secundaria (5 al 10% del total) es aquella que tiene una etiología concreta y muchas veces está relacionada con mutaciones genéticas (síndromes monogénicos); suele ser debida a una enfermedad del parénquima renal, a enfermedades endócrinas (síndrome de Liddle, hiperaldosteronismo primario, síndrome de Cushing, feocromocitoma), enfermedad vascular o neurológica y también se puede producir por el consumo de algunos medicamentos. La HTA esencial o primaria (o de causa no determinada) es la responsable de más del 90-95% de todos los casos de HTA y se caracteriza porque no tiene una etiología única bien definida, aunque existen factores predisponentes como la edad, el sexo masculino (más frecuente sobre todo hasta los 45 años), la obesidad y la raza negra, además de otros factores ambientales que son modificables, entre

los que se encuentra el consumo de alcohol, la ingesta elevada de sal y el sedentarismo. (Del Valle et al, 2015)

### 2.2.3. Clasificación

“El nivel de presión arterial es un importante parámetro para el diagnóstico y el abordaje terapéutico, siempre y cuando se tome en cuenta el contexto del enfermo” (Rosas-Peralta et al., 2016).

Nivel óptimo: En general se acepta que presiones < 120/80 mm Hg representan las cifras con menor riesgo para el desarrollo de complicaciones cardiovasculares, de ahí que reciban el término de óptimo. La prevalencia en México informada en el año 2000 de sujetos con cifras de nivel óptimo fue tan solo del 21 %. (Rosas-Peralta et al., 2016)

Actualmente la Guía de Práctica Clínica de Hipertensión Arterial del 2017 junto con la Asociación Americana del Corazón, clasifica 4 niveles de la presión arterial promedio medida en un entorno de atención médica: hipertensión normal, elevada y en estadio 1 o 2[...]. Whelton (2017) (**Tabla 5**). El fundamento para esta categorización se basa en datos observacionales relacionados con la asociación entre la Presión Arterial Sistólica y Presión Arterial Diastólica (PAS / PAD) y riesgo de evento cardiovascular cerebral.

<b>Tabla 5. Categorías de presión arterial en adultos</b>		
<b>Categoría de PA</b>	<b>PAS</b>	<b>PAD</b>
<b>Normal</b>	<120 mm Hg	<80 mm Hg
<b>Elevado</b>	120-129 mm Hg	<80 mm Hg
<b>Hipertensión</b>		
<b>Etapa 1</b>	130-139 mm Hg	80-89 mm Hg
<b>Etapa 2</b>	140 mm Hg	90 mm Hg
Las personas con PAS y PAD están en 2 categorías se deben designar a la categoría PA más alta. PA indica presión arterial (basada en un promedio de $\geq 2$ lecturas cuidadosas obtenidas en $\geq 2$ ocasiones, PAD, presión arterial diastólica; y presión arterial sistólica PAS		
<b>Nota: Recuperado de Whelton (2017)</b>		

#### 2.2.4. Fisiopatología

Dentro de los determinantes directos en la fisiopatología de la HTA que intervienen en su desarrollo, está el volumen sanguíneo, la resistencia vascular periférica y la impedancia aórtica, y sobre estos, actúan el sodio, hormonas reguladoras, el riñón, el Sistema renina-angiotensina aldosterona (SRAA) el sistema nerviosos simpático, la resistencia a la insulina, los estrógenos y el endotelio en su conjunto. (Argente & Álvarez, 2014)

Clásicamente la angiotensina II (Ang II), el producto central del sistema renina-angiotensina (SRA), es bien conocida como la responsable de los efectos vasoconstrictivos, de influenciar a los túbulos renales para la retención de sodio y agua, así como de la liberación de aldosterona a partir de la glándula suprarrenal, además de que participa en la regulación del centro de la sed. (Rosas-Peralta et al., 2016)

#### 2.2.5. Factores de riesgo

De acuerdo con la OMS (2013) “Existen factores metabólicos que aumentan el riesgo de enfermedad cardiovascular, accidente cerebrovascular, insuficiencia renal y otras complicaciones de la hipertensión, como la diabetes, la hipercolesterolemia y el sobrepeso o la obesidad”

Los principales factores que contribuyen a la hipertensión y a sus complicaciones se clasifican en: factores y determinantes sociales: como la globalización, urbanización, envejecimiento, ingresos, educación, vivienda; que repercuten en los factores de riesgo conductuales: entre ellos la dieta malsana, tabaquismo, sedentarismo y falta de ejercicio físico, uso nocivo de alcohol, el mal control del estrés; Factores de riesgo metabólicos: Hiperlipidemia, diabetes, obesidad, Hipertensión arterial; enfermedades cardiovasculares: infarto de miocardio, accidentes cerebrovasculares, insuficiencia cardiaca y nefropatía. Además, el riesgo de la hipertensión aumenta con la edad, por el endurecimiento de las arterias, aunque el modo de vida saludable, la alimentación y la reducción

de la ingesta de sal puede retrasar el envejecimiento de los vasos sanguíneos, la preclamsia es otro factor de riesgo para presentar hipertensión. (OMS, 2013)

Sensibilidad al sodio. El imbalance entre la regulación de la Ang II y la excreción de sodio es lo que determina el aumento relativo pero suficiente de volumen intravascular, el cual es un mecanismo que contribuye a la elevación de la presión arterial. Es decir, lo que en una etapa inicial es un mecanismo de defensa para incrementar la natriurésis, con el tiempo puede volverse nocivo. (Rosas-Peralta et al., 2016)

Genética: “La hipertensión resulta de la interacción de genes y del ambiente. Mientras que se indica comúnmente que cerca del 40 % de la HTAS es atribuible a los genes, es realmente imposible separar componentes genéticos y ambientales” (Rosas-Peralta et al., 2016)

#### 2.2.6. Diagnóstico

“La mayoría de los hipertensos no tienen síntomas. Aunque en algunos casos provoca síntomas como cefalea, dificultad respiratoria, mareo, dolor torácico, palpitaciones o hemorragias nasal”. (OMS, 2013).

El paciente debe reposar previamente a la medición de la PA durante 3-5 minutos, en ambiente relajado, sin haber fumado o tomado excitantes previamente. Tomar un mínimo de 2 mediciones, con el paciente sentado dejando un descanso de 1-2 minutos entre tomas, y hacer mediciones en ambos brazos. (Del Valle et al., 2015)

En general, el diagnóstico de HTA se establece cuando se evidencian valores elevados de PA en, al menos, dos determinaciones en una misma visita, separadas 2 minutos entre sí, y medida en ambos brazos, y cuyos valores se repitan en 2 o 3 visitas sucesivas, si bien, en casos especialmente intensos, pueden ser suficientes las determinaciones efectuadas en una sola visita. Una vez realizado el diagnóstico se evaluarán los factores de riesgo y posibles etiologías secundarias. (Del Valle et al., 2015)

Exámenes de laboratorio: “Los exámenes de laboratorio están dirigidos a encontrar evidencia de factores de riesgo adicional, HTA sistémica secundaria a una posible causa conocida y determinar si hay lesión a órganos blanco” (Rosas-Peralta et al., 2016).

Se deben obtener mediciones de laboratorio para todos los pacientes con un nuevo diagnóstico de hipertensión para facilitar el perfil de factores de riesgo de enfermedad cardiovascular, establecer una línea base para el uso de medicamentos y detectar causas secundarias de hipertensión. (Whelton, 2017)

En términos generales, los exámenes rutinarios deberán incluir glucosa, urea, creatinina, sodio, potasio, biometría hemática completa, colesterol total, lipoproteínas de alta y baja densidad, triglicéridos, calcio, fósforo, ácido úrico, examen general de orina con examen del sedimento, un electrocardiograma y una telerradiografía de tórax. (Rosas-Peralta et al., 2016)

#### 2.2.7. Tratamiento

“Lo más importante en el tratamiento de la HTAS es la reducción en las cifras de presión” (Rosas-Peralta et al., 2016).

La guía de práctica clínica para el manejo de la presión arterial en la Enfermedad Renal Crónica, (Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO), 2012), recomienda mantener las cifras de presión arterial en pacientes enfermos renales crónicos  $\leq 140$  para la presión sistólica y  $\leq 90$  para la presión diastólica.

Como refiere Santamaría-Olmo & Gorostidi-Pérez (2013) el objetivo de disminuir la presión arterial en pacientes con diabetes mellitus y nefropatía diabética se realizó por primera vez en los años ochenta, en pacientes con diabetes mellitus tipo I, donde se demostró que al reducir la PA se reduce la proteinuria y la velocidad de progresión de la ERC. (Parving, Andersen, Smidt, & Svendsen, 1983)

James et al. (2014) en la guía basada en evidencia para el manejo de la hipertensión en adultos, recomienda mantener las cifras de la presión arterial de los adultos mayores de 60 años en menos de 150/90 mm Hg y en personas menores de 60 años en cifras debajo de 140/90 mm Hg, así mismo, el Octavo Comité Nacional

recomiendan los mismos umbrales y objetivos para los adultos hipertensos con diabetes o enfermedad renal crónica no diabética.

“En la población de más de 18 años y con daño renal, la meta que se debe considerar es  $\leq 130/85$  mm Hg” (Rosas-Peralta et al., 2016).

Los beneficios del tratamiento de la HTA han sido comprobados en multitud de estudios. Así, en una revisión sobre 21.900 pacientes mayores de 60 años se observa que el tratamiento de la HTA conlleva un descenso de la morbilidad CV de un 30 a un 33%. (Del Valle et al., 2015)

Por cada disminución de 20 mm Hg en la presión arterial sistólica (PAS) y 10 mm Hg en la presión arterial diastólica (PAD), disminuye el riesgo de un evento cardiovascular hasta en un 50%; cifras de 135/85 mm Hg incrementan el riesgo de mortalidad cardiovascular 2 veces; 155/95 mm Hg, 4 veces, y con valores de 175/105 mm Hg, hasta 8 veces. (Mendez, 2013)

“El control adecuado de la presión arterial (PA) constituye la base de la prevención cardiovascular, renal y global en el paciente con ERC” (Rodríguez, González, & Alvabera, 2013).

Al iniciar el tratamiento de la HTA en pacientes con ERC se debe comenzar con el cambio en los estilos de vida (actividad física, suspensión de consumo tabáquico, reducción de consumo de sal) además se requiere de tratamiento con dos o más fármacos para conseguir un control adecuado en la PA (Santamaría-Olmo & Gorostidi-Pérez, 2013)

El tratamiento hipertensivo en la enfermedad renal crónica según Mendez (2013) está enfocado a:

- Disminuir las cifras de presión arterial.
- Disminuir la progresión de la enfermedad renal.
- Reducir el riesgo cardiovascular

En cuanto a la elección de los fármacos que se han de utilizar debe ser individualizada en función de la edad, la tolerancia y las comorbilidades de los pacientes

eventualmente en los pacientes  $\geq 65$  años el tratamiento antihipertensivo deberá ser escalonado y con vigilancia de posibles efectos adversos como trastornos electrolíticos, agudización de la IRC o hipotensión ortostática (Gorostidi et al., 2014).

Rosas-Peralta et al., (2016) afirman que: El umbral para el inicio del manejo farmacológico en hipertensión arterial es 140/90 mm Hg para la población en general. Se sugiere considerar el tratamiento farmacológico si el paciente cursa con diabetes de larga evolución o ya hay la presencia de daño a órganos blanco con cifras  $> 135/85$  mm Hg. En la población general se debe siempre iniciar tratamiento si la presión arterial sistólica es  $> 140$  mm Hg y mantener una meta de  $< 140$  mm Hg. En la población general se debe siempre iniciar tratamiento farmacológico si la presión arterial diastólica es  $> 90$  mm Hg y mantenerla  $< 90$  mm Hg”.

El tratamiento puede variar según las condiciones del paciente presente, sin embargo, el bloqueo del sistema renina-angiotensina es la piedra angular en la población diabética o con daño renal en cualquier estadio. El fármaco primario es un IECA o un ARA II, combinado con un diurético o un calcioantagonista”. (Rosas-Peralta et al., 2016)

A pesar de que el tratamiento primario antihipertensivo debiera controlar la presión arterial existen casos en los que no se consigue el objetivo con un solo fármaco Rosas-Peralta et al., (2016) refiere que “En la población en general si la meta no se alcanza en un mes de tratamiento, se debe aumentar la dosis, o bien agregar un segundo fármaco (diurético tipo tiazida, bloqueador dihidropiridínico de calcio, un IECA o un ARA II)” eventualmente a medida que “en la población general con HTA que no logre las metas preestablecidas con dos fármacos en el lapso de tres semanas, se deberá agregar un tercer fármaco” Sin embargo la elección de los fármacos debe ser la adecuada es decir “la combinación de un ARA II con un IECA no demostró beneficio y sí algunos riesgos, por lo que no recomendamos su uso combinado”. (Rosas-Peralta et al., 2016)

Las medidas no farmacológicas deben de ser las medidas iniciales en el tratamiento de la mayoría de los hipertensos, ya que las medidas dietéticas, los

cambios en el estilo de vida y la actividad física son fundamentales, aunque haya que asociarlas al tratamiento farmacológico en los casos más graves. Así lo ponen de manifiesto desde los años 90 hasta la actualidad, ensayos clínicos aleatorios y metaanálisis. (Del Valle et al, 2015)

La terapia no farmacológica sola es especialmente útil para la prevención de la hipertensión, incluso en adultos con presión arterial elevada, y para el tratamiento de la presión arterial alta en adultos con formas más leves de hipertensión. (Whelton, 2017)

Otras de las recomendaciones es una “dieta individualizada, adecuada para mantener un control metabólico y glicémico adecuados; cuidar no generar malnutrición, restringir el sodio para alcanzar la meta antihipertensiva (<3 g de sal al día)” (Mendez, 2013).

Consumir menos del 10% de las calorías de ácidos grasos saturados y menos de 300 mg al día de colesterol, y mantener el consumo de ácidos grasos trans lo más bajo posible. Mantenga la ingesta total de grasas en un nivel que oscile entre el 20 y el 35 % de las calorías. De igual forma elija con frecuencia frutas, vegetales y granos enteros ricos en fibras. Elija y prepare los alimentos y las bebidas con pocos azúcares agregados o edulcorantes calóricos. En cuanto a las personas con hipertensión, la población negra y los adultos de mediana edad y adultos mayores, deben consumir no más de 1500 mg de sodio por día y cumplir con la recomendación de consumo de potasio (4700 mg al día) en los alimentos. (Rosas-Peralta et al., 2016).

La KDIGO, 2012 recomienda un consumo de sal menor a 2 gramos por día además de limitar el consumo de alcohol a no más de dos bebidas por día para hombres y no más de una bebida para mujeres.

“El ejercicio se ha convertido en una herramienta no farmacológica de primera magnitud en la prevención y tratamiento de la HTA”. (Del Valle et al., 2015) Debido a la relevancia del ejercicio para la investigación en la patología hipertensiva en enfermos renales crónicos, se realizó un apartado especial para este tema.

### 2.3.EJERCICIO

La prescripción de ejercicio físico es útil para prevenir la mortalidad prematura de la cardiopatía isquémica, la enfermedad cerebrovascular, la hipertensión arterial entre otras (Subirats, Subirats, & Soteras, 2012).

Es importante definir algunos conceptos: “La actividad física es el movimiento corporal que tiene por objetivo cubrir una necesidad o realizar una actividad de la vida diaria (Arias-Vázquez, Balam-De la Vega, Sulub-Herrera, Carrillo-Rubio, & Ramírez-Meléndez, 2013).

Arias-Vázquez et al., 2013 definen al ejercicio físico y la actividad física como

- “El ejercicio físico es una actividad planeada, estructurada y repetitiva y sistemática para mejorar la condición física”
- “El deporte es el ejercicio con reglas preestablecidas, con objetivo de competitividad”

En algunos estudios se ha visto la creciente preocupación de los costos y los efectos nocivos secundarios de los fármacos antihipertensivos, situación que genera mayor interés en el ejercicio para el tratamiento y prevención de la hipertensión. Sin embargo, la prescripción y dosificación del ejercicio por parte del personal médico no ha sido la más adecuada. (Ghadieh & Saab, 2015)

De acuerdo a la ENSANUT MC 2016 los principales factores a los cuales atribuyen la inactividad física es la falta de tiempo (56.8%), la falta de espacios adecuados y seguros (37.7%), la falta de motivación (34%), la preferencia por actividades sedentarias como ver la televisión o usar la computadoras (32.1%), la falta de actividad física en la familia (31%), problemas de salud incluyendo discapacidades (27.5%), y por último, el desagrado por hacer actividad física (16.5%).

### 2.3.1. Ejercicio aeróbico y anaeróbico

#### ➤ Ejercicio aeróbico

El ejercicio aeróbico se refiere a una variedad de ejercicios que estimulan la actividad cardiaca y pulmonar, por un tiempo suficiente para producir cambios beneficiosos en el cuerpo, como ejemplo de estos podemos citar: caminar, trotar, ciclismo, natación, remar, saltar, subir escalones, danza aeróbica, etc. (Molina, 1998)

La resistencia aeróbica se define como la capacidad de realizar durante un tiempo prolongado o de forma repetida, esfuerzos que sometan a estrés al sistema cardiorrespiratorio y muscular (Arias-Vázquez, Balam-De la Vega, Sulub-Herrera, Carrillo-Rubio, & Ramírez-Meléndez, 2013).

El nivel de resistencia aeróbica se mide mediante la determinación del consumo máximo de oxígeno que se define como la máxima cantidad de oxígeno que el organismo es capaz de aportar (a nivel respiratorio), transportar (a nivel cardiovascular) y utilizar (a nivel muscular) cuando realiza un esfuerzo físico. (Arias-Vázquez et al., 2013)

Al respecto Subirats, Subirats, & Soteras (2012) menciona que “en una revisión sistemática que incluye a 112.636 participantes con 10.240 casos de hipertensión arterial con un promedio de seguimiento de 8,6 años (0 a 16 años) mostro que el riesgo de padecer hipertensión arterial se redujo en un 32% en el grupo más activo. La reducción fue mayor (63%) en los estudios que incluían medidas objetivas de aptitud física. La reducción era similar para ambos sexos y el ejercicio de intensidad moderada fue suficiente para reducir el riesgo”.

Como citó Arias-Vázquez et al., (2013) “En un metaanálisis que incluyó 72 estudios y más de 3,000 participantes, se reportaron descensos de TAS de 6.9 mmHg (IC 95% -9.1 a -4.6) y de TAD de 4.9 mmHg (IC 95% - 6.5 a - 3.3) en pacientes hipertensos que realizaron ejercicio de resistencia aeróbica (Cornelissen & Fagard, 2005)”.

### ➤ Ejercicio anaeróbico

El ejercicio anaeróbico ha sido definido por el Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM) como actividad física intensa de muy corta duración, alimentada por las fuentes de energía dentro de los músculos contraídos e independiente del uso de oxígeno inhalado como fuente de energía (Patel et al., 2017).

“Los ejercicios anaeróbicos consisten en músculos de contracción rápida e incluyen carrera de velocidad, entrenamiento de intervalo de alta intensidad (HIIT), levantamiento de potencia, etc.” (Patel et al., 2017).

“El ejercicio anaeróbico, causa un aumento sostenido del lactato y la acidosis metabólica, y este punto de transición se refiere al umbral anaeróbico” (Patel et al., 2017).

“El ejercicio anaeróbico puede ejercer una influencia potencialmente beneficiosa en el sistema cardiovascular [...] y una influencia positiva en el perfil lipídico” (Patel et al., 2017).

Como citó Patel et al. (2017): En un estudio realizado en Turquía por Akseki Temür et al, los efectos del ejercicio anaeróbico se evaluaron con un miembro de la familia de péptidos natriuréticos, conocido como péptido natriurético de tipo C (CNP). El endotelio sintetiza CNP y ofrece un efecto protector a través de sus efectos sobre el tono vascular de los vasos sanguíneos, además de ejercer propiedades antifibróticas y antiproliferativas. (Patel et al., 2017).

“Los ejercicios aeróbicos y anaeróbicos tienen correlaciones positivas únicas y colectivas para mejorar la salud cardiovascular” (Patel et al., 2017).

#### 2.3.2. Respuesta aguda y crónica al ejercicio:

El ejercicio aeróbico aumenta y redistribuye el gasto cardíaco para mantener la perfusión de los músculos activos. Esta respuesta se desencadena por mecanismos neuro-hormonales e hidrostáticos, inicialmente al aumentar el volumen sistólico y luego al aumentar la frecuencia cardíaca. La PA sistólica aumenta a medida que aumenta el gasto cardíaco, mientras que la presión arterial diastólica disminuye como resultado de

la disminución de la resistencia vascular periférica (PVR), lo que facilita la perfusión de grandes grupos musculares. En el ejercicio de resistencia tanto la presión arterial sistólica como la presión arterial diastólica aumentan debido al reflejo presor del ejercicio, en el centro cardiovascular, en la médula de los propioceptores (mecanorreceptores y metaboreceptores), en los músculos activos; la presión arterial aumenta para superar la resistencia a la perfusión muscular causada por la presión intramuscular elevada que interrumpe el flujo sanguíneo arterial. (Ghadieh & Saab, 2015)

La actividad física regular previene la hipertensión y reduce la presión arterial en los adultos normotensos, prehipertensos o hipertensos. Reducciones de la presión arterial entre 2 y 3 mm Hg secundarias al entrenamiento de tolerancia o resistencia reducen el riesgo de enfermedad coronaria entre el 5 y 9%, el de accidente cerebrovascular entre el 8 y el 14% y el de muerte global en 4% en la población general. (López & Fernández, 2006)

La revisión 2004 del Colegio Americano de Medicina Deportiva de literatura basada en la evidencia sobre la relación presión arterial y ejercicio concluye que el ejercicio agudo reduce la presión arterial hasta 5-7 mmHg inmediatamente después de una sesión de ejercicio (Baster & Baster-Brooks, 2005).

En años más recientes fue demostrado que “el ejercicio aeróbico de intensidad moderada previene la hipertensión y ayuda en el tratamiento de la hipertensión en estadio 1. Los ejercicios dinámicos de resistencia, si se realizan correctamente, contribuyen a reducir la presión arterial tanto sistólica como diastólica” (Ghadieh & Saab, 2015).

Los efectos reductores de la presión arterial del ejercicio son más evidentes en personas con HTA que realizan ejercicios de resistencia, la Presión Arterial disminuye aproximadamente 5-7 mmHg después de una sesión de ejercicio y en el ejercicio crónico. Además, la reducción de la Presión Arterial se logra mantener hasta 22 horas después de una serie de ejercicios de resistencia. Los mecanismos propuestos para los efectos reductores de la presión arterial del ejercicio incluyen adaptaciones neurohumorales, vasculares y estructurales, disminuciones en las catecolaminas y la

resistencia periférica total, la sensibilidad mejorada a la insulina y las alteraciones en los vasodilatadores y vasoconstrictores. (Pescatello et al, 2004)

Otros de los mecanismos propuestos para la respuesta hipotensiva, es causada por niveles reducidos de norepinefrina y en consecuencia por inhibición de la actividad simpática y reducción de los niveles circulantes de angiotensina II, adenosina, endotelina y sus receptores en el sistema nervioso central ocasionando reducción de la resistencia vascular periférica y aumenta la sensibilidad barorrefleja, además también por el efecto vasodilatador de las prostaglandinas y el óxido nítrico. (Ghadieh & Saab, 2015)

➤ Respuesta crónica del ejercicio

La actividad física conduce a cambios neuroendocrinos, inmunes y vasculares. Los cambios vasculares incluyen aumento de la longitud vascular, aumento del diámetro de la luz, aumento del número de esfínteres precipitares y neoangiogénesis. También se observan niveles disminuidos de proteína C reactiva, citocinas inflamatorias y moléculas de adhesión soluble, que son predictivas de morbilidad y mortalidad. Los efectos antihipertensivos del ejercicio están mediados por una mayor sensibilidad barorreceptora, disminución del nivel de norepinefrina, reducción de la respuesta vascular periférica, sensibilidad mejorada a la insulina y alteraciones en la expresión de factores vasodilatadores y vasoconstrictores. Por lo tanto, aunque los medicamentos reducen la PA con efectividad limitada para reducir la inflamación y su morbilidad y mortalidad asociadas, el ejercicio aeróbico ejerce una acción antiinflamatoria a través del sistema nervioso simpático y el eje hipotalámico-pituitario-adrenal, y reduce directamente la PA (Ruivo & Alcántara, 2012) como citó: (Ghadieh & Saab, 2015)

Las reducciones promedio en la PAS con el ejercicio aeróbico son aproximadamente de 2 a 4 mm Hg y de 5 a 8 mm Hg en pacientes adultos con normotensión e hipertensión. (Whelton, 2017)

➤ Efectos adversos

“El ejercicio aeróbico está casi completamente libre de efectos secundarios y es una terapia adyuvante útil en el tratamiento de la hipertensión” (Ruivo & Alcántara, 2012)

“La práctica del ejercicio físico conlleva riesgos musculoesqueléticos y cardiovasculares” (Subirats, Subirats, & Soteras, 2012). Los cuales se describen a continuación:

Se estima que se producen 0.19-1,3 lesiones por cada 1000 horas de ejercicio físico, una lesión por persona cada 4 años, complicaciones cardiovasculares como la muerte súbita y el infarto agudo de miocardio en personas con enfermedad cardíaca estructura subyacente, frecuentemente en personas con anomalías congénitas. Las muertes son causadas por arritmias de presentación súbita (taquicardia o fibrilación ventricular) que ocurren a causa de una interacción entre una enfermedad cardíaca subyacente y el desencadenante de esfuerzo intenso junto con factores desencadenantes asociados como el estrés emocional, cambios hemodinámicos, alteración del tono parasimpático y la isquemia miocárdica. La incidencia global es de 18 eventos cardiovasculares por cada millón de horas/personas en el grupo menos activo, y 5 eventos en el grupo más activo. (Subirats, Subirats, & Soteras, 2012)

#### 2.4. IMPACTO DEL EJERCICIO EN HIPERTENSOS HEMODIALIZADOS

“El ejercicio se encuentra implicado en mecanismos antiinflamatorios, neurohumorales, de adaptación estructural y genéticos, ocasionando disminución de la resistencia vascular periférica reduciendo la PA” (Gallo et al., 2010).

En un estudio controlado de ejercicio en insuficiencia renal se asignó aleatoriamente a 286 pacientes a ninguna intervención o un programa de 8 semanas de ejercicio domiciliario seguido de 8 semanas de ciclismo estacionario durante la hemodiálisis, se observó un beneficio relativo promedio del ejercicio con una reducción del 36% en los medicamentos antihipertensivos ( $P= 0.018$ ) con un ahorro de costos promedio anual de \$885/paciente-año ( $P= 0.005$ ) en el grupo de ejercicio. Las presiones sanguíneas en prediálisis y postdiálisis no fueron estadísticamente diferentes entre los

dos grupos en el mes 0 o el mes 6, pero 13 (54%) en el grupo con ejercicio redujeron la medicación antihipertensiva en comparación con 4 (12,5%) en el grupo control (P= 0.008). (Miller et al., 2002)

Segura-Ortí (2010) afirma: Desde principios de la década de 1980, países como Estados Unidos comenzaron a implantar programas de ejercicio físico durante la HD. Desde entonces hasta hoy, los estudios refieren beneficios del ejercicio en este tipo de pacientes tanto a nivel fisiológico, como funcional o psicológico.

“Hay tres tipos de modalidades para los programas de ejercicio terapéutico: ejercicio en casa, ejercicio supervisado en días de no diálisis o ejercicio durante la sesión de HD” (Ortega et al, 2016).

De acuerdo con Miller et al (2002) en su estudio realizado afirma que, el ejercicio es benéfico en la insuficiencia renal crónica, además al realizar ejercicio aeróbico moderado durante hemodiálisis es posible generar una reducción significativa desde el tercer mes en el uso de los medicamentos para el control de la hipertensión arterial, por lo que también se ve favorecido el ámbito socioeconómico. (Miller et al, 2002)

Como citó Ortega et al. (2016):

En el ejercicio intradiálisis es donde mejores resultados se ha obtenido por el control de constantes del paciente durante el ejercicio y por ser la modalidad que más sesiones de seguimiento consigue (konstantinidou, 2002). La literatura dice que haciendo una combinación de ejercicio aeróbico y de resistencia muscular los pacientes obtienen mejores resultados (Deligiannis, 2004)

Al respecto Deligiannis et al (1999) refiere a los autores Goldberg et al. (1986), Hagberg et al. (1980) y Painter (1980) y Zimmerman (1983) quienes consideran que la disminución de la presión arterial observada en los hipertensos urémicos después de un programa de entrenamiento regular puede deberse a una disminución del volumen sanguíneo, debido a los efectos favorables del ejercicio sobre la resistencia vascular periférica, la actividad del sistema nervioso simpático y posiblemente al sistema renina-angiotensina. También se ha indicado un efecto beneficioso del entrenamiento físico sobre el sistema nervioso autónomo cardíaco en pacientes con Hemodiálisis.

### 2.4.1. Criterios para la prescripción del ejercicio

“Para prescribir correctamente el ejercicio se debe tener en cuenta el tipo de ejercicio, la intensidad, la duración, la frecuencia, el ritmo de progresión y la estructura de las sesiones del ejercicio según la aptitud física” (Subirats, Subirats, & Soteras, 2012).  
**(Tabla 6)**

“Los regímenes de ejercicio están basados en la frecuencia, la intensidad y la duración del entrenamiento de ejercicios y en el tipo de actividad y el nivel inicial de estado físico de cada persona” (Heiwe & Jacobson, 2009).

Con base en la evidencia actual, se recomienda la siguiente prescripción de ejercicio para aquellos con PA alta: Frecuencia: preferiblemente en todos los días de la semana. Intensidad: moderada (40- <60% VO<sub>2</sub>R). Tiempo: ≥30 minutos de actividad física continua o acumulada por día [...] (Pescatello et al, 2004).

Tipo: el ejercicio aeróbico rítmico que involucra a los principales grupos musculares, como caminar, correr, andar en bicicleta y nadar, reduce la presión arterial entre 5-15 mmHg. Duración: La mayoría de los ensayos controlados aleatorios hasta la fecha en hipertensos han usado ejercicio continuo con una duración de 30-60 min por sesión. (Ruivo & Alcántara, 2012)

La frecuencia cardiaca (FC) es la principal guía para la práctica del ejercicio aeróbico y debe ser monitorizada ya sea con un monitor de pulsera o un monitor de telemetría. Los objetivos de FC deben encontrarse entre el 55% al 79% de la FC máxima (Moraga, 2008)

De acuerdo con la Norma Oficial Mexicana para la prevención, detección, diagnóstico, tratamiento y control de la hipertensión arterial sistémica. la estructura de la rutina de ejercicios deberá establecerse como: (PROY-NOM-030-SSA2-2017, 2017)

- Calentamiento: 5 a 10 min de movilidad articular.
- Resistencia: Actividad o ejercicio aeróbico.

**Tabla 6 Cómo prescribir ejercicio a pacientes hipertensos según el estado de salud y la edad**

<b>Categoría de paciente</b>	<b>Columna A</b>	<b>Columna B</b>	<b>Columna C</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prehipertensos sin sospecha de Enfermedad Cardiovascular (ECV) &lt;50 años</li> <li>• Hipertensivos de grado 1 &lt;50 años</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prehipertensos con sospecha de ECV</li> <li>• Prehipertensos &gt; 50 años sin sospecha de ECV</li> <li>• Hipertensivos de grado 2 sin sospecha de CVD &lt;50 años</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hipertensivos sin sospecha de CVD &gt; 50 años</li> <li>• Hipertensivos con sospecha ECV</li> </ul>
<b>Prueba de ejercicio y monitoreando</b>	No es necesario	No es necesario	Recomendado
<b>Tipo de ejercicio</b>	<p>Actividades aeróbicas: caminar, trotar, ciclismo, natación</p> <p>Entrenamiento de resistencia para retener masa muscular</p> <p>El monitoreo no es necesario, pero se sugiere que busquen consejo de un fisiólogo del ejercicio clínico para un acondicionamiento en base un programa de entrenamiento aeróbico</p>	<p>Caminar, andar en bicicleta hasta que sea médicamente evaluado</p> <p>Enviar al fisiólogo de ejercicio clínico para el acondicionamiento y consejos de entrenamiento aeróbico</p> <p>El monitoreo probablemente no necesario a menos que el paciente haya sido sedentario durante una serie de años y se sienta incómodo por el ejercicio</p> <p>Entrenamiento de resistencia para el mantenimiento muscular.</p>	<p>Actividades de bajo impacto como caminar, andar en bicicleta, nadar</p> <p>Entrenamiento de resistencia para el mantenimiento muscular</p> <p>Enviar al fisiólogo de ejercicio clínico para el programa de acondicionamiento monitoreado.</p> <p>Seguir el programa de entrenamiento aeróbico diseñado por un ejercicio clínico fisiólogo. Monitoreo periódico puede ser necesario</p>
<b>Frecuencia</b>	6-7 días / semana	5-7 días / semana	5-7 días / semana
<b>Intensidad</b>	<p>Comience con 20-30 minutos de actividad aeróbica continua en paso cómodo (50-65%) de frecuencia cardíaca máxima para 3-4 semanas para el acondicionamiento general</p> <p>Luego ejercite hasta el 85% de frecuencia cardíaca máxima</p> <p>Mantener una resistencia basada en entrenamiento de resistencia para el mantenimiento del músculo</p>	<p>Trabajar a intensidad ligera-moderada hasta que sea evaluado y condicionado</p> <p>Luego emprenda un mantenimiento programa aeróbico en hasta 85% de frecuencia cardíaca máxima</p> <p>Mantener una resistencia basada en entrenamiento de resistencia para el mantenimiento del músculo</p>	<p>Ligero-moderado. Menor intensidad puede comenzar con 20-30 minutos / día de actividad continua luego construir para 45-60 minutos / día</p> <p>Mantener una resistencia basada en entrenamiento de resistencia para el mantenimiento del músculo</p>
<b>Duración</b>	<p>Objetivo por 30-60 minutos / día</p> <p>(mínimo 150 minutos / semana de actividad aeróbica)</p>	<p>Comience con 20-30 minutos / día de actividad continua</p> <p>Construir para 30-60 minutos / día</p>	<p>Comience con 20-30 minutos / día de actividad continua</p> <p>Construir para 30-60 minutos / día</p> <p>(mínimo 150 minutos / semana)</p>
<b>Problemas de Peso</b>	<p>Para pacientes con sobrepeso, enfatice la reducción de peso mediante la modificación de la dieta. El objetivo es 60 minutos / día de ejercicio aeróbico. Sugiera un tipo de actividad aeróbica alterna para evitar lesiones. Enfatiza la resistencia entrenamiento de resistencia de 3 series de 12-15 repeticiones. No haga ejercicio principalmente de entrenamiento de resistencia. Es importante no contener la respiración mientras levanta pesas</p>		

*Nota:* Recuperado de Baster & Baster-Brooks (2005)

- Fortalecimiento: 5 a 10 min.
- Relajación: 5 a 10 min

La Fundación Nacional del Corazón; la Organización Mundial de la Salud y la Sociedad Internacional de Hipertensión; el Comité Nacional Conjunto de Estados Unidos sobre Prevención, Detección, Evaluación y Tratamiento de la Presión Arterial Alta; y el Colegio Americano de Medicina del Deporte apoyan aumentar la actividad física como intervención de primera línea para prevenir y tratar pacientes con prehipertensión (PA sistólica 120-139 mmHg y/o PA diastólica 80-90 mmHg) de igual forma para pacientes con hipertensión grado 1 (140-159/80-90 mmHg) o hipertensión grado 2 (160-179/100-109 mm Hg). (Baster & Baster-Brooks, 2005)

Consecuentemente cada paciente con hipertensión desde la etapa de prehipertensión hasta hipertensión de grado 2 debe seguir una terapia no farmacológica. Si la terapia no farmacológica se cumple estrictamente, se puede evitar que los casos de prehipertensión progresen a la etapa de hipertensión y se pueden reducir o suspender los medicamentos en la hipertensión de grado I (leve). (Sainani, 2003)

La magnitud de la reducción de la PA por el ejercicio compite con la magnitud de los obtenidos con medicamentos antihipertensivos de primera línea y un menor riesgo de ECV en un 20-30%. De igual forma sustenta que hacer ejercicio tan poco como 1 día por semana es tan efectivo o incluso más que la farmacoterapia para reducir la mortalidad por todas las causas entre las personas con hipertensión (Pescatello, MacDonald, Lamberti, & Johnson, 2015)

En un análisis de la literatura basada en la evidencia por el Colegio Americano de Medicina Deportiva indica que una sesión de ejercicio aislada (efecto agudo) reduce la PA un promedio de 5-7 mmHg. Dependiendo del grado en que la PA del paciente haya sido normalizado mediante terapia farmacológica, el ejercicio aeróbico regular reduce significativamente la presión arterial, el equivalente de 1 clase de medicamento antihipertensivo (efecto crónico). Para la mayoría de los hipertensos el ejercicio de los pacientes es bastante seguro. (Baster & Baster-Brooks, 2005)

La Norma Oficial Mexicana (PROY-NOM-030-SSA2-2017, 2017) Para la prevención, detección, diagnóstico, tratamiento y control de la hipertensión arterial sistémica, (2017) determina que el ejercicio aeróbico establece una reducción aproximada de 10 mm de Hg, tanto de la PAS como de la PAD en individuos con HTA limítrofe, así como disminuciones mayores en pacientes con HTA grado 1 y 2. Los beneficios para la salud del ejercicio físico comparados con el bajo riesgo que supone tanto en morbilidad como en mortalidad, permite que la recomendación de su práctica sea parte fundamental del tratamiento en pacientes con HTA.

En otros estudios se han encontrado reducciones mayores de la presión arterial, “se ha demostrado que el ejercicio aeróbico reduce la incidencia de hipertensión, y la PAS se reduce en 5-15 mm Hg” (Ruivo & Alcántara, 2012).

Sin embargo, de acuerdo con las recomendaciones clínicas, antes de comenzar un programa de ejercicios, los pacientes con hipertensión en etapa 2, especialmente aquellos con PAS mayor de 180 mmHg, deben tener un examen previo a la participación. (Ghadieh & Saab, 2015).

## 2.5. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN DE VARIABLES

### 2.5.1. Medición de la presión arterial

Procedimiento básico para la toma de la presión arterial de acuerdo con la PROY-NOM-030-SSA2-2017, 2017

#### *Aspectos generales:*

- La medición se efectuará después de por lo menos, cinco min en reposo;
- El paciente se abstendrá de fumar, tomar café, productos cafeinados y refrescos de cola, por lo menos 30 min antes de la medición;
- No deberá tener necesidad de orinar o defecar;
- Estará tranquilo y en un ambiente apropiado;
- No debe tener dolor, fiebre o alteración emocional, y

- No se le debe hablar al paciente durante el registro.

*Posición del paciente:*

- La PA se registrará en posición de sentado con un buen soporte para la espalda y con el brazo descubierto y flexionado a la altura del corazón;
- No deberá tener cruzadas las piernas, y
- En la revisión clínica más detallada y en la primera evaluación del paciente con HAS, la PA debe ser medida en ambos brazos y, ocasionalmente, en el muslo. La toma se le hará en posición sentado, supina o de pie con la intención de identificar cambios posturales significativos.

*Equipo y características:*

- Se podrá utilizar esfigmomanómetro mercurial, aneroide u oscilométrico. Estos equipos se calibrarán dos veces al año. Se pueden emplear esfigmomanómetros electrónicos que registren sobre la arteria humeral y que ya hayan sido aprobados por organismos reguladores internacionales. No se recomiendan los que se aplican sobre la muñeca o de dedal;
- El ancho del brazalete deberá cubrir alrededor del 40% de la longitud del brazo y la cámara de aire del interior del brazalete deberá tener una longitud que permita abarcar por lo menos 80% de la circunferencia del mismo;
- Para la mayor parte de los adultos el ancho del brazalete será entre 13 y 15 cm y el largo, de 24 cm.

*Técnica:*

- Se asegurará que el menisco del mercurio o la aguja del aneroide coincidan con el cero de la escala, antes de empezar a inflar;
- Cuando se empleé esfigmomanómetro de mercurio, el observador se sitúa de modo que su vista quede a nivel del menisco de la columna de

mercurio; en caso de que sea aneroide o electrónico, se deberá observar cuidadosamente;

- Se colocará el brazalete situando el manguito sobre la arteria humeral y colocando el borde inferior del mismo 2 cm por encima del pliegue del codo;
- Mientras se palpa la arteria humeral, se inflará rápidamente el manguito hasta que el pulso desaparezca, a fin de determinar por palpación el nivel de la PAS sistólica;
- Se desinflará nuevamente el manguito y se colocará la cápsula del estetoscopio sobre la arteria humeral, por fuera del manguito;
- Se inflará rápidamente el manguito hasta 30 o 40 mmHg por arriba del nivel palpatorio de la PAS y se desinflará a una velocidad de aproximadamente 2 mmHg/seg;
- La aparición del primer ruido de Korotkoff marca el nivel de la PAS y el quinto, la PAD;
- Los valores se expresarán en números pares, a excepción de los electrónicos;
- Si las dos lecturas difieren por más de cinco mmHg, se realizarán otras dos mediciones y se obtendrá su promedio;
- En caso de la presencia de arritmias como la fibrilación auricular, deben hacerse tres mediciones repetidas, con intervalos de 5 min;
- En caso de encontrar diferencia en el registro de los dos brazos de más de 10 mmHg se sospechará la presencia de obstrucción vascular en el miembro con menor cifra, y
- El valor de la PAS y de la PAD que se registre, corresponderá al promedio de por lo menos dos mediciones hechas con un intervalo mínimo de 5 min.

### 2.5.2. Prueba de caminata de 6 minutos

La prueba de caminata de seis minutos tiene como propósito medir la distancia máxima que un individuo puede recorrer durante un período de seis minutos caminando tan rápido como le sea posible. De acuerdo con la velocidad a la cual camina la persona se determinarán los metros recorridos. Evalúa la respuesta de los sistemas respiratorio, cardiovascular, metabólico, musculoesquelético y neurosensorial que el individuo desarrolla para el ejercicio. Se considera como una prueba submaxima de ejercicio. Se considera de utilidad clínica para la clasificación, seguimiento y pronóstico de los pacientes portadores de diversas enfermedades respiratorias, además permite medir el efecto de intervenciones farmacológicas, quirúrgicas o de rehabilitación sobre la capacidad física de los pacientes. (Gochicoa-Rangel et al, 2015)

La Hoja para la recolección de datos de la Prueba de 6 minutos se encuentra en Anexos: (Prueba de 6 minutos)

### 2.5.3. Test de sentarse y levantarse de una silla o Test Sit to stand to sit (STS)

En la prueba el paciente se sienta en una silla de aproximadamente 44cm de altura, con los pies apoyados en el suelo y los brazos cruzados y pegados al pecho. A la señal del evaluador, el sujeto debe levantarse completamente y volver a la posición inicial. Esforzándose en realizar el mayor número de repeticiones posible en un tiempo determinado (Vaquero-Cristóbal, González-Moro, Alacid, & Ros, 2013). Diversos estudios establecen una duración de 30 segundos a 1 minuto para esta prueba o bien calculan el tiempo en que realizan 5 o 10 repeticiones (Guralnik et al., 1994).

### 2.5.4. Índice de comorbilidad de Charlson

Este instrumento “Fue creado con el objetivo de desarrollar un instrumento pronóstico de comorbilidades que individualmente o en combinación pudiera incidir en el riesgo de mortalidad a corto plazo de pacientes incluidos en estudios de investigación” (Rosas-Carrasco et al, 2011).

El instrumento consiste en 19 condiciones médicas catalogadas de acuerdo con el peso asignado a cada enfermedad. La información puede ser obtenida mediante

expedientes clínicos, bases de datos médicos-administrativos y entrevista clínica detallada, el resultado es la suma de las entidades clínicas presentadas por el paciente evaluado, obteniendo el riesgo relativo de mortalidad (Rosas-Carrasco et al, 2011).

<b>Tabla 7 Índice de comorbilidad de charlson</b>	
<b>COMORBILIDAD</b>	<b>PUNTOS</b>
Infarto del miocardio	1
Insuficiencia cardiaca congestiva	1
Enfermedad vascular periférica	1
Enfermedad Vascular Cerebral (excepto hemiplejia)	1
Demencia	1
Enfermedad pulmonar crónica	1
Enfermedad del tejido conectivo	1
Enfermedad ulcerosa	1
Enfermedad hepática leve	1
Diabetes (sin complicaciones)	1
Diabetes con daño a órgano blanco	2
Hemiplejia	2
Enfermedad renal moderada o severa	2
Tumor solido o secundario	2
Leucemia	2
Linfoma, mieloma múltiple	2
Enfermedad hepática moderada o severa	2
Tumor solido secundario metastásico	2
Sida	2
<b>Puntuación</b>	
<b>EXTENSIÓN OPCIONAL</b>	
50-59	1
60-69	2
70-79	3
80-89	4
90-99	5
<b>Total de la puntuación combinada</b>	
<b>INTERPRETACIÓN DE LA PUNTUACIÓN TOTAL + EDAD</b>	<b>RIESGO RELATIVO ESTIMADO (IC 95%)</b>
0	1.00
1	1.45 (1.25 - 1.68)
2	2.10 (1.57 - 2.81)
3	3.04 (1.96 - 4.71)
4	4.40 (2.45 - 7.90)
5	6.38 (3.07 - 13.24)
6	9.23 (3.84 - 22.20)
7	13.37 (4.81 - 37.22)
>ó=8	19.37 (6.01 - 62.40)
<i>Nota:</i> Recuperado de Rosas-Carrasco et al, 2011	

### III. OBJETIVOS

#### 3.1.OBJETIVO GENERAL

Determinar la eficacia de un programa de ejercicio estructurado para el control de la presión arterial (expresada en la disminución de mmHg) enfocado a enfermos renales crónicos (ERC) con hipertensión sometidos a hemodiálisis.

#### 3.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar las variables sociodemográficas (edad, sexo, etc.)
- Identificar las comorbilidades de los participantes del estudio.
- Identificar el tipo de tratamiento farmacológico de los pacientes.
- Evaluar la tensión arterial, y los estudios de laboratorio realizados al inicio del estudio y al final del estudio.
- Comparar la presión arterial entre el grupo experimental y el grupo control.
- Correlacionar la disminución de las cifras de presión arterial con el ejercicio y con los estudios de laboratorio.

## IV. METODOLOGÍA

### 4.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Se realizó un estudio clínico aleatorizado en el Centro Estatal de Hemodiálisis de Querétaro en el periodo de abril-julio 2018 en pacientes diagnosticados con Enfermedad Renal Crónica e hipertensión entre un rango de edad de 18-80 años de ambos sexos con una permanencia de al menos tres meses en tratamiento de hemodiálisis.

Para el cálculo del tamaño de la muestra se utilizó la fórmula para comparar dos medias, con nivel de confianza para una cola del 95% ( $Z\alpha=1.64$ ) y poder de la prueba para una cola del 95%, ( $Z\beta=1.64$ ). Asumiendo que el grupo de pacientes con ejercicio produce mayor disminución de la presión sistólica y diastólica (7 mm Hg) que en el grupo control con terapia placebo. Se planteó una hipótesis unilateral donde  $k = (Z\alpha + Z\beta)^2$ . Se determinó que la magnitud mínima considerada clínicamente importante es igual a 7 mmHg

*Fórmula de tamaño de la muestra para dos medias:*

$$n = \frac{k(\sigma_1^2 + \sigma_2^2)}{(\mu_1 - \mu_2)^2}$$

**$Z\alpha = 1.64$**  Nivel de confianza del 95% para una zona de rechazo de la hipótesis nula

**$Z\beta = 1.64$**  Poder de la prueba de 95% para una zona de rechazo

**$K = 10.8$**  Donde  $k = (Z\alpha + Z\beta)^2$

**$\mu_1 = 8$**  Media esperada de efectividad en el grupo de pacientes con ejercicio

**$\mu_2 = 1$**  Media esperada de efectividad en el grupo de pacientes con placebo

**$\sigma_1 = 6$**  Desviación estándar esperada en el grupo de pacientes con ejercicio

**$\sigma_2 = 6$**  Desviación estándar esperado en el grupo de pacientes con placebo

$$\mathbf{n=15.86}$$

Con una relación 1:2, más el 30% para cada muestra resulta: 22 pacientes para el grupo de tratamiento experimental y 21 pacientes para el grupo control.

El muestreo fue probabilístico de tipo aleatorio simple, la población de estudio fue dividida en dos grupos de manera aleatoria por un médico ajeno al estudio a través de la generación de números aleatorios de una base de datos del programa Excel perteneciente al paquete Microsoft Office 365; el primer grupo “grupo experimental” (GE) realizó un programa estructurado de ejercicios elaborado por los investigadores, y el otro grupo “grupo control” (GC) tuvo un programa de estiramientos y ejercicios respiratorios como ejercicio placebo.

Se excluyeron a los pacientes con antecedentes de infarto de miocardio en las 6 semanas previas al estudio, angina inestable al ejercicio o en reposo, amputación de miembros inferiores por encima de rodilla sin prótesis, incapacidad para caminar, enfermedad cardíaca y pulmonar que requieren oxigenoterapia, enfermedad vascular cerebral (ictus, isquemias transitorias) con menos de tres meses de evolución, cirugía de baipás dentro de los tres meses recientes, alteraciones musculoesqueléticas o respiratorias que empeoren con el ejercicio, pacientes que no deseen participar en el estudio o que hayan participado en algún programa de ejercicio continuo en las últimas cuatro semanas, de igual forma pacientes que fumen o consuman bebidas alcohólicas.

Dentro de los criterios de eliminación se consideró a pacientes que murieron durante el periodo del estudio por causas ajenas a la experimentación y que no mostraron adherencia al tratamiento durante el tiempo del estudio.

#### 4.2.VARIABLES E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

Se estudiaron las variables sociodemográficas de los pacientes a través de la Hoja de Recolección de datos (ver anexos), edad, sexo, etiología renal, signos vitales, comorbilidades (índice de Charlson), tiempo de permanencia en hemodiálisis, y número de medicamentos. De igual forma se registraron al inicio y al final del estudio los principales datos bioquímicos como sodio, potasio, cloro, calcio, urea, creatinina, fosforo, ácido úrico, proteína C reactiva (PCR), hormona paratiroidea (PTH), hemoglobina, hematocrito y glucosa. La variable de la presión arterial sistólica y

diastólica fue medida por un médico ajeno al estudio con un esfigmomanómetro de mercurio (Hg) el primer día jueves y viernes al inicio del estudio y los últimos días jueves y viernes al finalizar el estudio, para esto se aseguró que los pacientes fueran medidos antes de la sesión de hemodiálisis en posición sedente con mínimo cinco minutos de reposo siguiendo las recomendaciones de la NOM-030-SSA2-2017 para la prevención, detección, diagnóstico, tratamiento y control de la hipertensión arterial sistémica. Además, fueron realizadas pruebas para la valoración de la capacidad funcional: prueba de caminata de 6 minutos y la prueba para evaluar la resistencia muscular de cuádriceps a través de la prueba de “sentado a parado 10” o Test sit to stand 10 (STS10) y la prueba de “sentado a parado 60” o sit to stand 60’ (STS60’). Ambas pruebas se realizaron antes de la sesión de hemodiálisis al inicio y al final del estudio y se monitorizaron las constantes vitales de frecuencia cardíaca, saturación de oxígeno y presión arterial.

#### 4.3. PROCEDIMIENTO

Después de la autorización de la institución y la obtención de la información de los participantes, se realizó la implementación de los programas de ejercicio para cada grupo

GE: El primer día de la semana durante la sesión de hemodiálisis el paciente realizó ejercicio aeróbico; El ejercicio consistió en un breve periodo de calentamiento, posteriormente para trabajar la capacidad aeróbica se utilizaron pedales fijos para rehabilitación con podómetro a una intensidad progresiva de 40 a 60 rpm, terminando con 5 minutos de estiramiento todo esto con una duración de 45 a 50 min. Se registró el número de vueltas y el tiempo medio del uso de los pedales. El segundo día realizó ejercicio anaeróbico el cual consistió en un breve periodo de calentamiento, posterior a esto se trabajaron diferentes grupos musculares de miembros superiores e inferiores, mediante el uso de mancuernas, polainas, cintas elásticas, balones medicinales finalizando con 5 min de estiramientos, todo esto con una duración de 45 a 50 min. Se registraron los datos de número de repeticiones y la resistencia.

GC: Se les asignó un programa de ejercicios respiratorios y estiramiento de los grupos musculares de miembros inferiores y superiores.

Todos los ejercicios fueron adaptados a cada paciente, intentando realizar el mayor número de repeticiones posibles y variedad de ejercicios. La intensidad del ejercicio fue ajustada de acuerdo con el juicio clínico del personal de fisioterapia a cargo, así como en función del número de repeticiones, peso y tiempo. Del mismo modo se agrega en la hoja de evolución (ver en anexos), un espacio para describir el tipo de ejercicio que se realizó, duración, así como la aparición de efectos adversos como: hipotensión, dolor, fatiga, calambres, suspensión de la terapia o abandono.

El doctor de la institución supervisó a los pacientes; el personal de fisioterapia se encargó de dirigir el ejercicio. El ejercicio se realizó dentro de las tres horas de la sesión de hemodiálisis con una duración aproximada de 45-50 min y únicamente durante dos sesiones semanales. Los pacientes fueron monitorizados antes y después de realizar ejercicio mediante la toma de constantes vitales básicas (presión arterial, saturación de oxígeno y frecuencia cardiaca) y registradas en la “hoja de evolución del paciente” ver en anexos.

Finalmente, se compararon los resultados del grupo control y el grupo experimental, determinando la magnitud de la eficacia del ejercicio durante la hemodiálisis en la disminución de las cifras la presión arterial (mmHg).

#### 4.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis de los datos se desarrolló en el programa Excel del paquete Microsoft Office 365, en el cual se registró la información con relación al instrumento de recolección de datos.

El análisis estadístico se realizó con el programa IBM SPSS versión 23.0. Las variables cuantitativas se expresaron mediante la media y desviación estándar. Las variables cualitativas, mediante porcentaje. Pruebas de normalidad mediante Shapiro-Wilk. El análisis de diferencias significativas se utilizó el Test de Student o el Test de Wilcoxon para variables relacionadas paramétricas o no paramétricas, considerando significancia estadística aquellas relaciones con un valor de  $p \leq 0,05$ . Se realizó la correlación de Pearson y Rho de Spearman para las variables de presión arterial y los niveles bioquímicos.

La eficacia del ejercicio en relación con la disminución de cifras de tensión arterial se evaluó mediante la comparación de las diferencias de medias entre ambos grupos antes y después de la intervención, expresándolo con un intervalo de confianza del 95% a través de la siguiente expresión:

$$\begin{aligned} \text{Eficacia} &= [(media\ final - media\ inicial\ en\ grupo\ de\ estudio) \\ &\quad - (media\ final - media\ inicial\ en\ grupo\ control)] \\ &= [(135.56mmHg - 155.94mmHg) - (167.13mmHg - 154.5mmHg)] \\ &= \mathbf{-33.01mmHg} \end{aligned}$$

#### 4.5. CONSIDERACIONES ÉTICAS

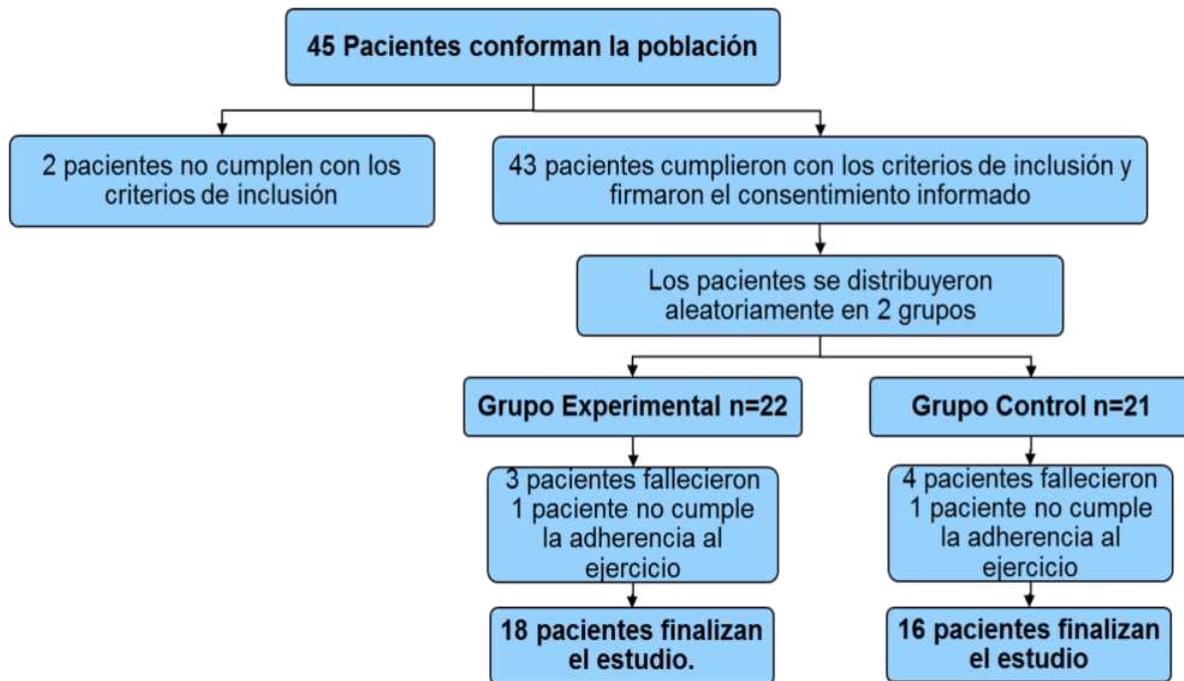
El estudio se apegó a los principios establecidos en la Declaración de Helsinki (en la 64ª Asamblea General, Fortaleza, Brasil en octubre 2013), al informe de Belmont (con fecha del 18 de abril de 1979 y revisión del 16 de abril de 2003), en las Guías Éticas Internacionales para la Investigación Biomédica, a la Carta de los Derechos Generales de los Pacientes (con revisión de la NOM-168SSA1-1998), a la CIOMS (Ginebra 2002), las Guías para la Buena Práctica Clínica, en la Ley General de Salud (de la reforma publicada del 10-05-2016) .

Se proporcionó un consentimiento informado en donde se especificó todo lo relevante al estudio, proporcionando información acerca de lo que se realizó, dejando en claro los riesgos y beneficios que el estudio tiene, manteniendo siempre la privacidad, confidencialidad y anonimato de la información obtenida a lo largo del estudio.

El protocolo fue aprobado por el comité de ética de la Universidad Autónoma de Querétaro. El estudio fue planteado desde el principio de justicia y consideró mínimos riesgos para los participantes, contrastando el riesgo con el beneficio que se obtendrá al proporcionar una alternativa de tratamiento. En cuanto al principio de autonomía, se vio expresado en el momento que aceptaron y firmaron su consentimiento válidamente informado, donde señala la protección de la intimidad y confidencialidad de los datos.

## V. RESULTADOS

Se realizó el estudio experimental con la finalidad de determinar la eficacia de un programa de ejercicio estructurado para el control de la presión arterial (expresada en la disminución de mm Hg) enfocado a ERC con HTA sometidos a hemodiálisis en el Centro Estatal de Hemodiálisis de Querétaro con una población existente de 45 pacientes, de los cuales 43 cumplieron con los criterios de inclusión. Estos pacientes fueron distribuidos aleatoriamente en dos grupos por el médico a cargo de la Unidad de Hemodiálisis a través de una base de datos. Quedando una muestra de 22 pacientes asignados para el grupo experimental y 21 para el grupo control al inicio del estudio. Durante el estudio se presentaron 9 criterios de eliminación; 4 del grupo experimental y 5 del grupo control de los cuales 7 fallecieron y 2 no cumplieron con la adherencia de las sesiones de ejercicio. Finalizaron satisfactoriamente 34 pacientes, con una muestra de 18 para el grupo experimental y 16 para el control, **(Figura 3.)** sobre los cuales se analizaron las variables incluidas en los objetivos.



**Figura 3. Conformación de la muestra.** Fuente: elaboración propia

En base a la muestra final (n=34) el 58.8% eran hombres, con una edad media de 42.8  $\pm$ 16.5 peso medio de 59.89  $\pm$  16,7 talla media de 159.6  $\pm$ 10.7 IMC medio de 23.4  $\pm$ 5.3. El 56% de la muestra tenían un tiempo medio de permanencia en hemodiálisis de entre 1 año a 5 años, el 70% de la muestra presentó catéter Yugular. El 29.4% solo acudieron a la primaria y el 52.9% son desempleados. Las etiologías de la enfermedad renal crónica fueron: Hipoplasia renal (35.3%), Diabetes Mellitus (32.3%), idiopática (14.7%) Hipertensión (11.8%), poliquistosis renal (3%), otros (2.9%). El índice de Charlson medio fue de 3.41  $\pm$ 1.5.

En la **Tabla 8** se describen las variables sociodemográficas y etiología de la enfermedad renal crónica de cada grupo. Se encontraron diferencias significativas en las variables edad, etiología renal e índice de Charlson. El índice de Charlson determina la supervivencia a 10 años, el grupo control presentó menor supervivencia, cabe destacar que para determinar este índice influye la edad.

<b>Tabla 8. Datos Sociodemográficos y etiología de la enfermedad renal crónica</b>			
<b>n=34</b>	<b>Experimental n=18</b>	<b>Control n=16</b>	<b>*p</b>
<b>Sexo</b>			.782
Hombre	61% (11)	56% (9)	
Mujer	39% (7)	44% (7)	
<b>Edad (años)</b>	35.5 ( $\pm$ 12.9)	51 ( $\pm$ 16.5)	<b>.005*</b>
<b>Composición corporal</b>			
Peso seco (kg)	62 ( $\pm$ 19.5)	57 ( $\pm$ 13)	.416
Talla (cm)	161.5 ( $\pm$ 10.5)	157.5 ( $\pm$ 10.7)	.285
IMC	23.6 ( $\pm$ 6)	23 ( $\pm$ 4.5)	.794
<b>Escolaridad</b>			.532
Primaria	28% (5)	31% (5)	
Secundaria	28% (5)	25% (4)	
Preparatoria	33% (6)	12.5% (2)	
Licenciatura	5.5% (1)	12.5% (2)	
Sin Escolaridad	5.5% (1)	19% (3)	
<b>Ocupación</b>			.307
Desempleado	44% (8)	63% (10)	

Empleado	56% (10)	37% (6)	
<b>Tiempo en Hemodiálisis</b>			.920
De 3 meses a 1 año	44.5% (8)	31% (5)	
De 1 año a 5 años	44.5% (8)	69% (11)	
Mayor a 5 años	11% (2)	0% (0)	
<b>Localización del catéter</b>			.954
Femoral	5.6% (1)	6.3% (1)	
Subclavia	16.7% (3)	6.3% (1)	
Yugular	61.1% (11)	81.3% (13)	
Fistula arteriovenosa	16.7% (3)	6.3% (1)	
<b>Etiología Renal</b>			.001*
DM	16.6% (3)	50% (8)	
Hipertensión	5.6% (1)	19% (3)	
Idiopática	11% (2)	19% (3)	
Poliquistosis renal	5.6% (1)	0% (0)	
Anomalía congénita (hipoplasia renal)	55.6% (10)	12% (3)	
Otro	5.6%(1)	0% (0)	
<b>Índice de Charlson</b>	2.7 (±1)	4.2 (±1.5)	.001*

IMC: índice de Masa Corporal, DM: Diabetes Mellitus, \* diferencia estadística p≤0.05. Fuente: Elaboración propia

En la **Figura 4** se observa que los fármacos que más usan los pacientes del grupo experimental son la Eritropoyetina (77.8%) y los antagonistas de calcio (66.7%). Se observó que en el grupo experimental el 33% consume 4 medicamentos, mientras que el grupo control el 50% consumen 3 medicamentos con una p=0.721.

En la **Tabla 9** se pueden encontrar los parámetros de laboratorio realizados al inicio y al final del estudio.

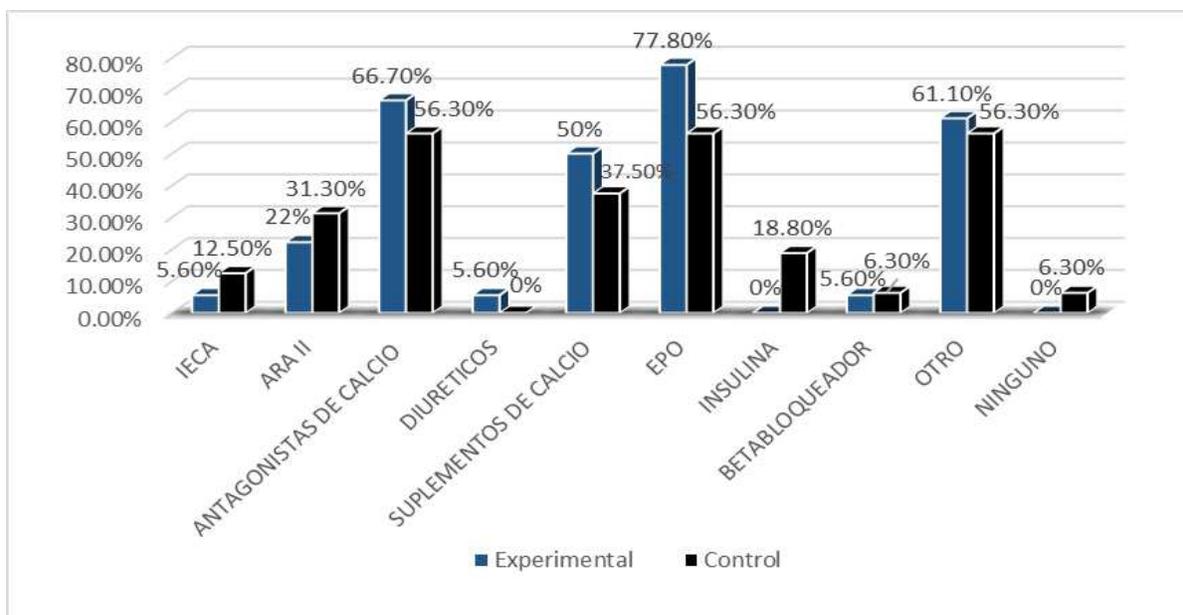


Figura 4. Fármacos que consumen los pacientes por grupo. Fuente: Elaboración propia

Tabla 9. Parámetros de laboratorio

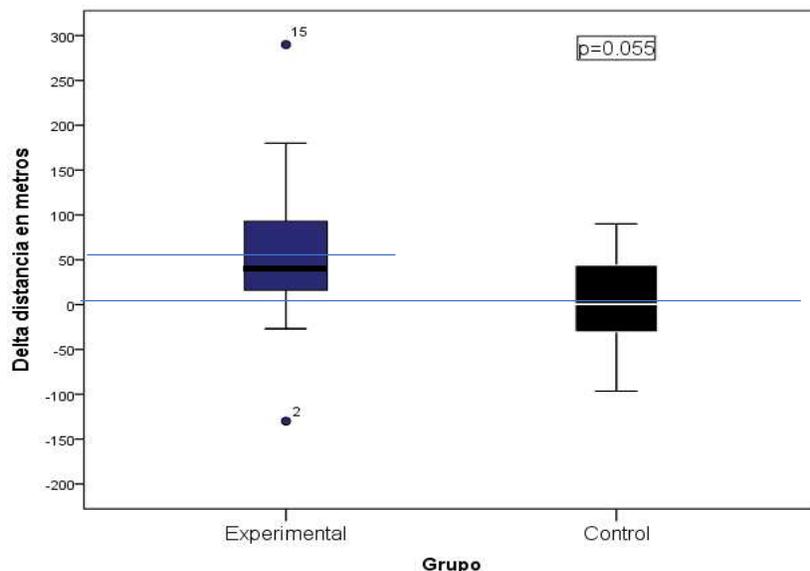
	Grupo Experimental			Grupo control		
	Inicial	Final	Valor p	Inicial	Final	Valor p
<b>Química Clínica</b>						
Glucosa (mg/dl)	86.6 (±16.7)	89.5 (±21.3)	<b>0.000*</b>	80.8 (±18.5)	94.9 (±21.1)	<b>0.045*</b>
Creatinina (mg/dl)	15.8 (±3.7)	15.3 (±4.2)	0.083	15.0 (±3.4)	15.8 (±2.7)	<b>0.002*</b>
Urea (mg/dl)	220.5 (±71.3)	197.2 (±41.8)	0.075	196.1 (±58.9)	202.7 (±63.5)	<b>0.001*</b>
Na (mmol/L)	137.8 (±2.0)	135.0 (±7.7)	0.267	138.1 (±2.6)	136.9 (±3.3)	0.082
K (mmol/L)	6.2 (±0.7)	6.2 (±0.7)	0.114	6.2 (±1)	5.9 (±1.2)	0.496
Ca (mg/dl)	9.1 (±0.7)	9.2 (±0.9)	<b>0.000*</b>	9.2 (±1.3)	9.3 (±0,8)	0.069
Cl (mmol/L)	101.2 (±2.5)	102.4 (±2.1)	0.108	98.3 (±7.8)	98.1 (8.6)	<b>0.000*</b>
P (mg/dl)	5.7 (±2.1)	5.4 (±1.7)	<b>0.008*</b>	5.6 (±1.5)	5.8 (±2.1)	<b>0.015*</b>
<b>Hematología</b>						
Hemoglobina (g/dl)	9.3 (±3.2)	9.1 (±1.8)	0.770	10.0 (±4)	9.4 (±1.7)	0.762
HTC (%)	29.9 (±10.2)	27.5 (±7.0)	0.948	32.3 (±11.5)	27.9 (±7.2)	0.896
<b>Otros</b>						
PTH (pg/ml)	584.2 (±558.2)	607.3 (±624.6)	<b>0.000*</b>	444.4 (±461.3)	466.7 (±463.1)	<b>0.000*</b>
PCR (mg/dl)	1.0 (±1.8)	0.6 (±0.8)	<b>0.031*</b>	1.5 (±1.2)	1.6 (±1.6)	<b>0.001*</b>
Ácido Úrico (mg/100 ml)	7.5 (±1.5)	7.5 (±1.6)	<b>0.000*</b>	8.1 (±1.6)	8 (±1.7)	<b>0.000*</b>

NA: sodio, K: Potasio, Ca: calcio, Cl: Cloro, P: fosforo, HTC: Hematocrito, PTH: parathormona, PCR: Proteína C reactiva. Datos registrados al inicio vs final del estudio. \*nivel de significancia estadística  $p \leq 0.05$  Fuente: Elaboración propia

Tras la realización del programa de ejercicio físico estructurado intradiálisis se observó una mejoría significativa en los test de capacidad funcional (**Tabla 10**) del grupo experimental, además un incremento significativo en la distancia recorrida en la prueba de caminata de 6 minutos ( $361.3 \pm 136.2$  vs.  $416.1 \pm 144.2$  m;  $p=0.016$ ) con una diferencia de medias de 54.8m  $p=0.055$  (**Figura 5**), así como un mayor número de sentadillas en el test STS60' ( $28 \pm 12$  vs  $33.8 \pm 11.8$  repeticiones;  $p=0.001$ ), y menor tiempo realizado del STS10' ( $23.22 \pm 12.6$  vs  $20.6 \pm 8.8$  seg;  $p=0,054$ ). Mientras que en el grupo control no se observaron cambios relevantes en el STS10 ( $35.1 \pm 17.2$  vs.  $36.2 \pm 18.9$ ;  $p=0.368$ ), sin embargo, en la prueba de caminata de 6 minutos se observó un ligero incremento en la distancia recorrida en metros ( $285.5 \pm 141.4$  vs.  $289.6 \pm 165.3$ ;  $p=0.775$ ) con una diferencia de medias de 4m  $p=0.055$  (**Figura 5**). El ejercicio se fue adaptando de acuerdo con la capacidad de cada paciente, no se observaron efectos adversos relacionados con el ejercicio tras la realización del estudio.

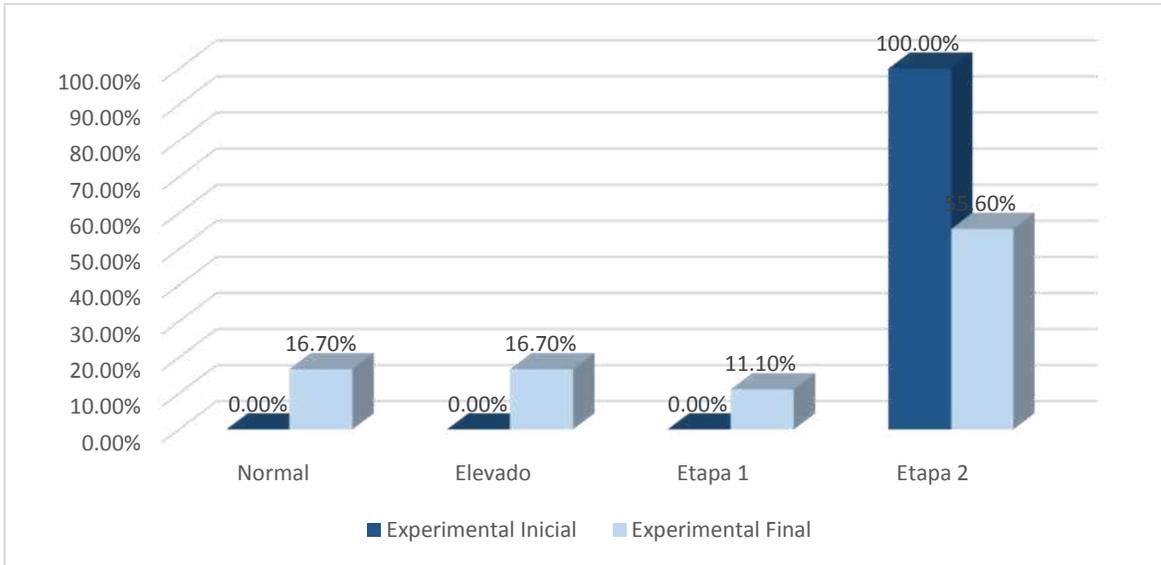
<b>Tabla 10. Test de Capacidad Funcional</b>				
	Grupo Experimental		Grupo Control	
	Inicial	Final	Inicial	Final
<b>PC6M (m)</b>	361.3 ( $\pm 136.2$ )	416.1 ( $\pm 144.2$ )	285.5 ( $\pm 141.4$ )	289.6 ( $\pm 165.3$ )
<b>STS 10 (seg.)</b>	23.22 ( $\pm 12.6$ )	20.6 ( $\pm 8.8$ )	35.1 ( $\pm 17.2$ )	36.2 ( $\pm 18.9$ )
<b>STS 60' (Rep.)</b>	28 ( $\pm 12$ )	33.8 ( $\pm 11.8$ )	20.4 ( $\pm 9$ )	20.5 ( $\pm 10$ )

PC6M: Prueba de caminata de 6 minutos, STS 10: Test sit to stand to sit 10, STS 60': Test sit to stand to sit 60'.



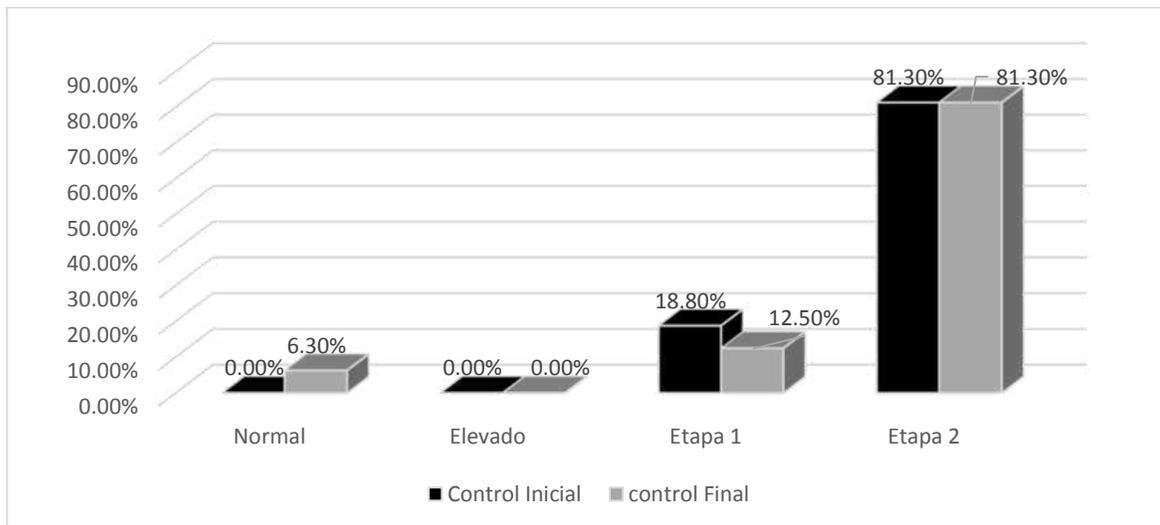
**Figura 5. Prueba de caminata de 6 minutos (delta).** Fuente: Elaboración propia

Se realizó la comparación de las etapas de la presión arterial de acuerdo con la clasificación 2017 de Colegio Americano de Cardiología y la Asociación americana del Corazón (ACC/AHA) (**Figura 6**) donde se observa que el 40% de la población del grupo experimental que estaba en etapa 2 de hipertensión disminuyó a la etapa 1, presión elevada y presión normal. Por otro lado, la **figura 7** muestra las etapas de HTA del GC al inicio y al final del estudio.



**Figura 6. Etapa de hipertensión arterial del grupo experimental al inicio y final del estudio.**

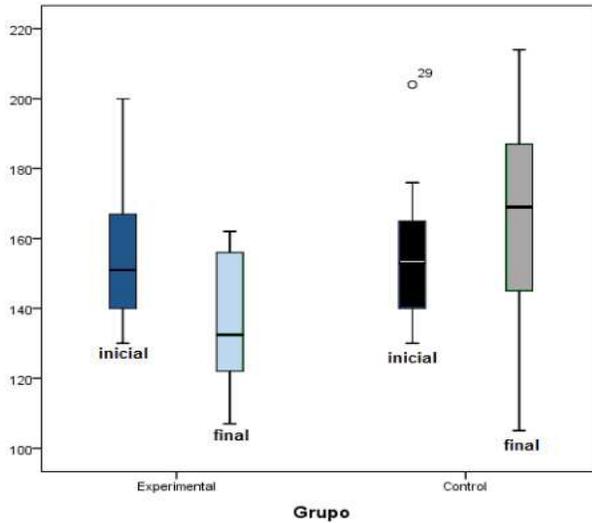
Fuente: Elaboración propia



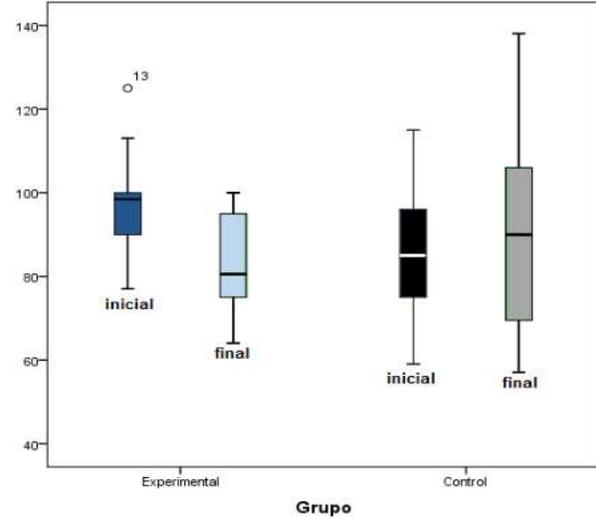
**Figura 7 Etapa de hipertensión arterial del grupo control al inicio y final del estudio.** Fuente:

Elaboración propia

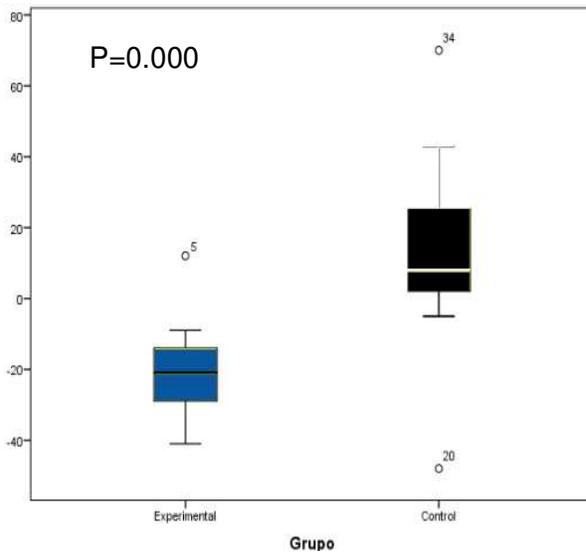
En la **figura 8** se muestra el diagrama de cajas de la comparacion de la presion arterial sistolica inicial vs final del grupo experimental y el grupo control en la cual se destaca que en el GE se presentó un descenso de las cifras de presión arterial  $p=0.000$  (**Figura 10**), resultados similares se obtuvieron en la presion arterial diastólica inicial vs final (**figura 9**), mientras que en el GC la PAS (**Figura 10**) y PAD (**Figura 11**) incrementó además de que las presiones se mostraron mas dispersas  $p=0.005$ .



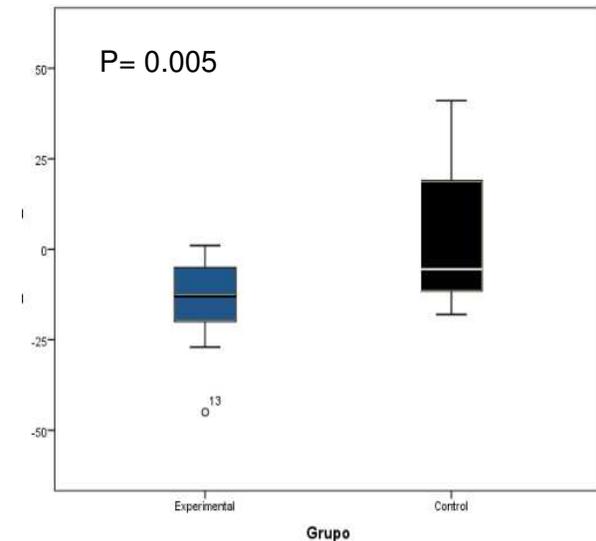
**Figura 8.** Presión sistólica inicial vs final. Fuente: Elaboración propia



**Figura 9.** Presión diastólica Inicial vs final. Fuente: Elaboración propia



**Figura 10.** Cifras de Presión arterial sistólica (mmHg) que disminuyeron o aumentaron al finalizar el estudio. Fuente: Elaboración propia



**Figura 11.** Cifras de Presión arterial diastólica (mmHg) que disminuyeron o aumentaron al finalizar el estudio. Fuente: Elaboración propia

La **Tabla 11** muestra los resultados del análisis comparativo de las diferencias de medias de las variables de la presión arterial. Además en la **tabla 12** se muestran los mm de Hg disminuidos en la PAS y PAD de acuerdo con las variables que mostraron diferencia significativa entre ambos grupos (**Tabla 8**); estas variables (edad, etiología renal, e índice de Charlson) fueron pareadas evidenciando en los resultados un comportamiento a la baja de la PAS y PAD en el grupo experimental a diferencia del grupo control donde se observa un aumento en la presión arterial, con excepción del índice de Charlson donde mostró un ligero descenso de la PAD.

<b>Tabla 11. Presión Arterial</b>						
	Grupo Experimental			Grupo control		
	Inicial	Final	Valor p	Inicial	Final	Valor p
<b>Sistólica</b>	155.94 (±19.37)	135.56 (±19.37)	<b>0.000*</b>	154.5 (±19.4)	167.13 (±30.09)	<b>0.024*</b>
<b>Diastólica</b>	97.06 (±10.7)	83.17 (±11.01)	<b>0.000*</b>	85.75 (±14.11)	88.75 (±22.61)	0.776

**\*Nivel de significancia estadística p≤ 0.05** Fuente: Elaboración propia

<b>Tabla 12. Presión Arterial Delta</b>				
		Experimental	Control	Valor p
		<b>Edad</b> <b>(&lt;48 años)</b>	Sistólica	-20.43 (±11.15)
	Diastólica	-15.50 (±8.67)	8.67 (±21.39)	<b>0.005*</b>
<b>Etiología renal</b> <b>(Diabetes Mellitus)</b>	Sistólica	-20.07 (±11.15)	20.25 (±18.03)	<b>0.000*</b>
	Diastólica	-14.93 (±12.84)	13.00 (±22.73)	<b>0.005*</b>
<b>Índice de Charlson</b> <b>(≤3.7)</b>	Sistólica	-21.00 (±17.44)	4 (±24.26)	0.142
	Diastólica	-9.33 (±10.50)	-4.75 (±16.58)	0.671

**\*Nivel de significancia estadística p≤ 0.05** Fuente: Elaboración propia

Para determinar la eficacia del ejercicio fueron comparadas las medias entre ambos grupos: Se observó una disminución de la Presión Arterial Sistólica (PAS) en el 94% del GE, se obtuvo una media de 155.94 ±19.37 vs 135.56 ±19.4 p=0.000 inicial y final respectivamente, con una disminución de 20.38 mmHg p=0.000, a diferencia del GC quienes presentaron un aumento de la PAS de 12.63 mmHg p=0.062 alcanzando

una diferencia de medias entre el GE y GC de 33.01 mmHg disminuidos. Se observó una disminución de la Presión Arterial Diastólica (PAD) en el 89% del GE, con una media de  $97.06 \pm 10.7$  vs.  $83.17 \pm 11.01$   $p=0.000$  inicial y final respectivamente con un decremento  $13.89$   $p=0.000$  mmHg alcanzando una diferencia de medias entre el GE y el GC de 16.89 mmHg (IC 95%).

Contraste de la hipótesis: Se observó una disminución en la presión arterial de más de 7 mmHg (**figura 10 y figura 11**) de presión arterial en el GE a diferencia del GC por lo cual se rechazó la hipótesis nula aceptando que el ejercicio estructurado es efectivo en la reducción de los niveles de presión arterial en ERC en hemodiálisis.

Se realizó una correlación de la presión arterial y los niveles bioquímicos para descartar la relación entre la disminución de las cifras de presión arterial, donde se encontró que no existe correlación estadísticamente significativa.

## VI. DISCUSIÓN

Los resultados en el estudio muestran que el ejercicio regular o estructurado con una duración de 16 semanas, dos sesiones por semana intradiálisis, durante 45-50 minutos con una intensidad adaptada a cada paciente, mejora los niveles de presión arterial y la capacidad física en pacientes enfermos renales crónicos. De acuerdo con la literatura los pacientes obtienen mejores resultados mediante la combinación de ejercicio aeróbico y de resistencia muscular (Ortega et al, 2016). Es bien sabido de los beneficios del ejercicio en la población general, sin embargo, los resultados de este estudio resaltan que sigue siendo importante su adherencia en los pacientes ERC, debido a que repercute en la progresión de la enfermedad renal, en las enfermedades cardiovasculares, así como en la mejora de la condición física, capacidad de realizar sus actividades de la vida diaria, reflejándose en la calidad de vida del paciente renal.

Es importante resaltar que la gran variedad de pacientes, la heterogeneidad de capacidades, aptitudes físicas y socioculturales con las que ingresan los pacientes, hace más difícil la adherencia al seguimiento en casa, debido a esto, se concluye que el ejercicio terapéutico debiera formar parte de las sesiones de hemodiálisis bajo la supervisión del personal de fisioterapia en conjunto con el trabajo interdisciplinario de médicos, enfermeros, psicólogos y nutriólogos. En complemento a esto la NKF (2005) enfatiza que el ejercicio debe ser una de las piedras angulares de la terapia para adultos que reciben diálisis, especialmente si se intenta controlar el factor de riesgo cardiovascular.

Cada aumento de la PAS de 20 mmHg o cada 10 mmHg de aumento de la PAD duplica el riesgo de un evento coronario fatal (Rosas-Peralta et al., 2016). De aquí la importancia de controlar o reducir este factor de riesgo modificable. En otras palabras, el objetivo de reducir la presión arterial es porque se demostró que al hacerlo se reduce también la proteinuria y la velocidad de progresión de ERC, (Couser, Remuzzi, Mendis, & Tonelli, 2011; Parving, Andersen, Smidt, & Svendsen, 1983) además de un descenso de la morbilidad cardiovascular de un 30 a un 33% incluso hasta un 50% (Del Valle et al., 2015; Mendez, 2013)

Para fines prácticos este estudio utilizó la clasificación actual de la ACC/AHA publicada en el 2017 donde se definió a la hipertensión con los valores  $>130/>80$  mmHg para la población en general. Aunado a esto, la Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO), (2012) reconoce que lograr la reducción de la presión arterial puede ser difícil en ERC particularmente en los ancianos, aquellos que tienen comorbilidades y los que tienen diabetes mellitus. A pesar de estas aseveraciones, en este estudio se encontró que los pacientes ancianos y con diabetes mellitus lograron reducir la presión arterial al igual que los pacientes adultos y adultos jóvenes. En consecuencia algunos autores recomiendan mantener o alcanzar el objetivo de presión arterial  $\leq 140$  para la presión sistólica y  $\leq 90$  para la presión diastólica (KDIGO, 2012), el Octavo Comité Nacional y James et al. (2014) en la guía basada en evidencia para el manejo de la hipertensión en adultos, recomiendan los mismos umbrales y objetivos para los adultos hipertensos con diabetes o enfermedad renal crónica no diabética.

De acuerdo con NKF (2005) y Bakris, Burkart, Weinhandl, McCullough, & Kraus, (2016) resaltan la importancia del volumen intravascular excesivo dejando en claro que la expansión del volumen incrementa la presión arterial. Para controlar esta variable los pacientes en este estudio fueron evaluados prehemodiálisis (con el volumen intravascular en exceso) al inicio y al final del estudio, suponiendo que muy pocos o ningún paciente se mantiene por tiempos prolongados en su peso seco o posthemodiálisis (sin el volumen intravascular excesivo), igualando las condiciones al inicio y al final del estudio.

En el presente estudio se observó que el 40% de los pacientes que estaba en etapa 2 de hipertensión al inicio del estudio lograron pasar a las etapas 1, presión elevada y presión normal después de la intervención con ejercicio aeróbico y anaeróbico, mismos que presentaron un descenso de las cifras de PAS y PAD  $p=0.000$ , mientras que la PAS y PAD final de los pacientes sin ejercicio incrementaron. Al igual que otros autores se concuerda que la disminución de la PA obtenida en los resultados del presente estudio es atribuida a la relación inversa entre el ejercicio y la presión arterial (KDIGO, 2012), debido a que el ejercicio se encuentra implicado en mecanismos antiinflamatorios, neurohumorales y de adaptación estructural ocasionando una

disminución de la resistencia vascular periférica (Gallo et al., 2010). De acuerdo con Ghadieh & Saab (2015) otros de los efectos antihipertensivos del ejercicio están mediados por una mayor sensibilidad barorreceptora, disminución del nivel de norepinefrina, sensibilidad mejorada a la insulina y alteraciones en la expresión de factores vasodilatadores, vasoconstrictores y la neoangiogénesis, por lo tanto aunque los medicamentos reducen la PA con efectividad limitada para reducir la inflamación, la morbilidad y mortalidad, el ejercicio aeróbico ejerce una acción antiinflamatoria a través del sistema nervioso simpático y el eje hipotalámico-pituitario-adrenal, reduciendo directamente la PA, además de que el ejercicio anaeróbico mejora la acción de los fármacos antihipertensivos. Así mismo Pescatello, MacDonald, Lamberti, & Johnson (2015) comparan la reducción de cifras de PA debido al ejercicio contra las cifras obtenidas con los medicamentos antihipertensivos de primera línea de igual forma afirma que hacer ejercicio tan poco como 1 día por semana es tan efectivo (o incluso más) que la farmacoterapia para reducir la mortalidad por todas las causas entre las personas con hipertensión.

Se observó una disminución de las cifras de PAS al final de este estudio en el 94% del GE ( $155.94 \pm 19.37$  mmHg vs  $135.56 \pm 19.4$  mmHg  $p=0.000$ ), con una disminución de  $20.38$  mmHg  $p=0.000$ , mientras que la PAS incrementó  $12.63$  mmHg  $p=0.062$  en el GC resultando una diferencia de medias entre el GE y GC de  $33.01$  mmHg disminuidos. La PAD final disminuyó en el 89% del GE ( $97.06 \pm 10.7$  mmHg vs.  $83.17 \pm 11.01$  mmHg  $p=0.000$ ), con un decremento de  $13.89$  mmHg  $p=0.000$  resultando una diferencia de medias entre el GE y el GC de  $16.89$  mmHg (IC 95%). Resultados similares se observaron en la revisión realizada por Heiwe & Jacobson, (2011) donde se observa que, en tres de los 32 estudios analizados, 49 participantes alcanzaron una reducción de la PAS de  $10.45$  95% IC [3.53, 17.40] de 4 a 6 meses de ejercicio vs no ejercicio o placebo. En otro estudio realizado por Alonso et al. (2017) donde se incluyó a 29 pacientes con una edad  $50 (\pm 19)$  años sometidos a actividad intradialítica que consistió en realizar ejercicio aeróbico, de resistencia y fuerza muscular durante las 2 primeras horas de hemodiálisis, en un periodo de 16 semanas, se encontraron hallazgos estadísticamente significativos en la PAD prediálisis donde disminuyó sus cifras de presión arterial (mmHg) de  $114 \pm 18$  a  $109 \pm 13$   $p=0.022$  en comparación a nuestro estudio

que logro una mayor disminución de la PAD ( $97.06 \pm 10.7$  a  $83.17 \pm 11.0$ ;  $p=0.000$ ). Aunque los resultados de las pruebas fueron similares a los del presente estudio, hay que destacar que solo el 31% de su población eran hipertenso, el 52% eran del sexo femenino y la causa principal de la ERC fue glomerulonefritis (31%) a diferencia de este estudio donde el 61% fueron del sexo masculino, y la etiología fue hipoplasia renal en el 55.6% de la población.

En correlación, la National Kidney Foundation (NKF) en el 2005 enlista al sodio como uno de los factores implicados en la patogénesis de la hipertensión arterial en pacientes en diálisis, sin embargo, en este estudio no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la correlación de la presión arterial y los niveles de sodio. En adición en el presente estudio se observó una disminución de la PCR en el grupo con ejercicio ( $1.0 \pm 1.8$  vs  $0.6 \pm 0.8$   $p=0.031$ ) a diferencia del grupo sin ejercicio donde se observó un aumento en la PCR ( $1.5 \pm 1.2$  vs  $1.6 \pm 1.6$   $p=0.001$ ), referente a esto Ghadieh & Saab (2015) describen que con el ejercicio se observan niveles disminuidos de PCR además de otras moléculas inflamatorias como las citocinas y moléculas de adhesión soluble, que son predictivas de morbilidad y mortalidad.

El rendimiento físico de las extremidades inferiores es fuertemente asociado con la mortalidad (Roshanravan, Gamboa, & Wilund, 2017), una forma objetiva de medir el rendimiento físico es mediante la caminata de 6 minutos y las pruebas STS10' y STS60. Debido a la edad avanzada, la elevada comorbilidad asociada, la neuropatía y miopatía urémica, el catabolismo proteico alterado, la anemia, así como el obligado sedentarismo del tratamiento sustitutivo renal conducen, entre otros, a la aparición de diversos síntomas musculares que limitan su capacidad física diaria y su calidad de vida conforme avanza su permanencia en hemodiálisis (Esteve et al. 2015).

Se obtuvo un incremento significativo tanto en la distancia recorrida (54.8 m) en la prueba de caminata de 6 minutos ( $234.4 \pm 136.2$  vs.  $416.1 \pm 144.2$  m;  $p=0.016$ ), así como un mayor número de sentadillas en el test STS60' ( $28 \pm 12$  vs  $33.8 \pm 11.8$  repeticiones;  $p=0.001$ ), y menor tiempo realizado del STS10' ( $23.22 \pm 12.6$  vs  $20.6 \pm 8.8$  seg;  $p=0,054$ ). Mientras que en el grupo control no se observaron cambios relevantes en el STS10 ( $35.1 \pm 17.2$  vs.  $36.2 \pm 18.9$ ;  $p=0.368$ ). Estos resultados se asemejan a los

encontrados en un estudio realizado por Esteve et al. (2015) donde se incluyeron a 22 pacientes en el estudio con 12 semanas de duración, en cuanto a la prueba de caminata de 6 minutos se observó un incremento significativo tanto en la distancia recorrida (40,3 m) (14,6%,  $234,4 \pm 117,7$  vs.  $274,7 \pm 144,9$  m;  $p = 0,004$ ) así como disminución del tiempo en la prueba de sentado a parado STS10' ( $29,9 \pm 10,6$  vs.  $25 \pm 7,8$  seg;  $p=0,004$ ) en el grupo experimental al finalizar el estudio. En base a lo descrito anteriormente se observó que mediante un programa de ejercicio estructurado intradiálisis además de disminuir las cifras de presión arterial, mejora el rendimiento físico y la tolerancia al ejercicio.

## VII. CONCLUSIONES

Los pacientes con ERC en HD que presentan hipertensión sometidos a un programa de ejercicio estructurado (aeróbico y anaeróbico) intradiálisis tiene un efecto positivo en la disminución las cifras de presión arterial, además de mejorar la capacidad física y la independencia funcional, evitando el deterioro de la calidad de vida por lo tanto el ejercicio debería ser visto como uno de los pilares en el tratamiento del enfermo renal crónico en los centros de diálisis. El ejercicio es esencial en la disminución de la hipertensión en ERC como coadyuvante del tratamiento farmacológico antihipertensivo, a su vez constituye la base de la prevención cardiovascular y renal.

Es por eso que el ejercicio intradiálisis ha demostrado mayores beneficios que el ejercicio no supervisado en casa, debido a que no se tiene la certeza de que el ejercicio se realizó o si fue efectuado de manera correcta, además que es importante monitorizar y mantener una evaluación constante de los signos vitales y revisión constante de los estudios de laboratorio, los cuales sirven como predictores de morbilidad o mortalidad de los pacientes además que orienta al médico, nutriólogo enfermero y fisioterapeuta en enfocar sus objetivos de manera interdisciplinaria.

## VIII. SUGERENCIAS

Debido al alto riesgo de eventos cardiovasculares y demás comorbilidades es imperativo el control de los niveles de la presión arterial limitando el progreso en la ERC. El ejercicio como parte del tratamiento de la hipertensión arterial ha mostrado efectos potenciales sobre la salud además de ser un tratamiento seguro en enfermos renales crónicos. Por lo tanto, debe hacerse énfasis en la adecuada dosificación del ejercicio, la cual condiciona a lograr una efectiva reducción de la presión arterial. Si bien el ejercicio debiera realizarse preferentemente todos los días a la semana, existen diferentes situaciones las cuales determinan que esto se cumpla, tales factores van desde el estilo de vida, nivel de estudios, situación laboral, hasta situaciones familiares, disponibilidad del paciente y la falta de motivación, todas estas situaciones hacen que sea difícil formar hábitos saludables o por lo menos una aceptable adherencia al ejercicio.

Si bien se sabe que los pacientes en hemodiálisis presentan inestabilidad en la presión arterial debido a factores como exceso de volumen intravascular, futuros estudios podrían enfocarse en determinar los cambios progresivos de la presión arterial hasta su estabilización con relación al volumen intravascular y sus hábitos alimenticios.

## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso, M. R., Midley, A. D., Crucelegui, M. S., Patiño, O., Galarza Hanglin, M. M., Phillipi, R., . . . Rosa D., G. (2017). Evaluación de un programa de actividad física intradialítica en pacientes con hemodiálisis. *Nefrología Latinoamericana*, 14(1), 4-11.
- Argente, H. A., & Álvarez, M. E. (2014). *Semiología médica: fisiopatología, semiotecnia y propedéutica: enseñanza-aprendizaje centrada en la persona* (2 ed.). Buenos Aires: Medica Panamericana.
- Arias-Vázquez, P. I., Balam-De la Vega, V., Sulub-Herrera, A., Carrillo-Rubio, J. A., & Ramírez-Meléndez, A. (2013). Beneficios clínicos y prescripción del ejercicio en la prevención cardiovascular primaria: Revisión. *Revista Mexicana de Medicina Física y Rehabilitación*, 25(2), 63-72.
- Asociación Latinoamericana de Diabetes [ALAD]. (2013). Guías ALAD sobre el Diagnóstico control y tratamiento de la diabetes mellitus tipo 2 con medicina basada en evidencia Edición 2013. *Revista de la ALAD*, 1-142.
- Ávila-Saldivar, M. N., Conchillos-Olivares, G., Rojas-Báez, I. C., Ordoñez-Cruz, A. E., & Ramírez-Flores, H. J. (2013). Enfermedad renal crónica: causa y prevalencia en la población del Hospital General La Perla. *Medicina interna de México*, 29(5), 473-478.
- Bakris, G. L., Burkart, J. M., Weinhandl, E. D., McCullough, P. A., & Kraus, M. A. (2016). Intensive Hemodialysis, Blood Pressure, and Antihypertensive Medication Use. *Am J Kidney Dis*, 68(5), S15-S23. doi:http://dx.doi.org/10.1053/j.ajkd.2016.05.026
- Baster, T., & Baster-Brooks, C. (2005). Exercise and hypertension. *Australian Family Physician*, 34(6), 419-424.
- Couser, W. G., Remuzzi, G., Mendis, S., & Tonelli, M. (2011). The contribution of chronic kidney disease to the global burden of major noncommunicable diseases. *International Society of Nephrology*, 80, 1258–1270. doi:10.1038/ki.2011.368;
- Del Valle, M., Manonelles, P., De Teresa G, C., Franco, L., Luengo, E., & Gaztañaga, T. (2015). Prescripción de ejercicio físico en la prevención y tratamiento de la hipertensión arterial.

Documento de Consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte (SEMED-FEMEDE). *Arch Med Deporte*, 281-312.

Deligiannis, A., Kouidi, E., Tassoulas, E., Gigis, P., Tourkantonis, A., & Coats, A. (1999). Cardiac effects of exercise rehabilitation in hemodialysis patients. *International Journal of Cardiology*, 253-266.

Encuesta Nacional de Salud y Nutrición [ENSANUT]. (2012). *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición, Resultados Nacionales*. Recuperado el 22 de 10 de 2017, de [http://ensanut.insp.mx/doctos/FactSheet\\_ResultadosNacionales14Nov.pdf](http://ensanut.insp.mx/doctos/FactSheet_ResultadosNacionales14Nov.pdf)

Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de Medio Camino [ENSANUT MC]. (2016). *Informe Final de Resultados*. Recuperado el 22 de 09 de 2017, de [http://promocion.salud.gob.mx/dgps/descargas1/doctos\\_2016/ensanut\\_mc\\_2016-310oct.pdf](http://promocion.salud.gob.mx/dgps/descargas1/doctos_2016/ensanut_mc_2016-310oct.pdf)

Esteve, V., Junqué, A., Moreno, F., Carneiro, J., Fulquet, M., Pou, M., & et al. (2015). Beneficios del ejercicio físico de baja intensidad durante la sesión de hemodiálisis en el paciente anciano. *Revista de la Sociedad Española de Nefrología*, 385-394.

Gallo, J. A., Saldarriaga, J. F., Clavijo, M., Arango, E. F., Rodriguez, N., & Osorio, J. A. (2010). *Actividad Física y Salud Cardiovascular: En búsqueda de la relación dosis-respuesta*. Medellín, Colombia: Corporación para investigaciones biológicas.

Ghadieh, A. S., & Saab, B. (2015). Evidence for exercise training in the management of hypertension in adults. *Can Fam Physician*, 61(3), 233-239.

Gochicoa-Rangel, L., & et al. (2015). Prueba de caminata de 6 minutos: recomendaciones y procedimientos. *Neumol Cir Torax*, 74(2), 127-136.

Goldman, L., & Schafer, A. I. (2013). *Cecil y Goldman Tratado de medicina interna* (24 ed., Vol. 1). España: S. A. Elsevier.

González, L., & Cantillo, J. (2013). Abordaje diagnóstico de la enfermedad glomerular del adulto; transformando una idea compleja en un proceso práctico. *Acta Médica Colombiana*, 38(2), 101-107.

Gorostidi, M., Santamaría, R., Alcázar, R., Fernández-Frenedo, G., M. Galcerán, J., Goicoechea, M., . . . Ruilope, L. M. (2014). Documento de la Sociedad Española de Nefrología Sobre las guías KDIGO para la evaluación y el tratamiento de la enfermedad

renal crónica. *Revista nefrología*, 34(3), 302-316.  
doi:10.3265/Nefrologia.pre2014.Feb.12464

Guía de Práctica Clínica . (2008). Prevención, Diagnóstico y Tratamiento de la Enfermedad Renal Crónica Temprana . *Instituto mexicano del seguro social* , 2-20.

Guía de Práctica Clínica. (2014). Diagnóstico y tratamiento de la hipertensión arterial en el primer nivel de atención. *IMSS*, 3-76. Recuperado el 24 de 10 de 2017, de <http://www.imss.gob.mx/profesionales/guiasclinicas/Pages/guias.aspx>

Guralnik, J., Simonsick, E., Ferrucci, L., Glynn, R., Lisa, B., Blazer, D., & Wallace, R. (1994). A Short Physical Performance Battery Assessing Lower Extremity Function: Association With Self-Reported Disability and Prediction of Mortality and Nursing Home Admission. *J Gerontol*, M85-M94.

Heiwe, S., & Jacobson, S. H. (2009). Exercise training for adults with chronic kidney disease. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 3(CD003236). doi:10.1002/14651858.CD003236

Heiwe, S., & Jacobson, S. H. (2011). Exercise training for adults with chronic kidney disease. *Cochrane Database of Systematic Reviews*(CD003236.), 1-407. doi: 10.1002/14651858.CD003236.pub2.

IMSS. (2017). *La Hipertensión Arterial de la Población en México una de las más altas del mundo*. Recuperado el 22 de 10 de 2017, de <http://www.imss.gob.mx/prensa/archivo/201707/203>

James, P. A., Oparil, S., L.Carter, B., C. Cushman, W., Dennison-Himmelfarrb, C., Handler, J., . . . Ortiz, E. (2014). 2014 Evidence-Based Guideline for the management of high blood pressure in adults; report from the panel members appointed to the eighth Joint National Committee (JNC 8). *JAMA*, 311(5), 507-520. doi:10.1001/jama.2013.284427

Jojoa , J., Bravo, C., & Vallejo, C. (2016). Clasificación práctica de la enfermedad renal crónica 2016: una propuesta. *Repertorio de Medicina y Cirugía*, 25(3), 192-196.

Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO). (2012). KDIGO Clinical Practice Guideline for the Management of Blood Pressure in Chronic Kidney Disease. *Kidney International Supplement*, 2(5), 405–414. Obtenido de <http://www.kidney-international.org/>

- López, J., & Fernández, A. (2006). *Fisiología del Ejercicio* (Tercera ed., Vol. XVIII). Buenos Aires; Madrid: Médica Panamericana.
- Mendez, A. (2013). Tratamiento de la hipertensión arterial en presencia de enfermedad renal crónica. *Revista de la Facultad de Medicina de la UNAM*, 56(3), 12-20.
- Méndez-Durán, A., Pérez-Aguilar, G., Ayala-Ayala, F., Ruiz-Rosas, R. A., González-Izquierdo, J. D., & Dávila-Torres, J. (2014). Panorama epidemiológico de la insuficiencia renal crónica en el segundo nivel de atención del Instituto del Seguro Social. *Diálisis y trasplante*, 35, 148-156. doi:10.1016/j.dialis.2014.08.001
- Miller, B. W., Cress, C. L., Johnson, M. E., Nichols, D. H., & Schnitzler, M. A. (2002). Exercise during hemodialysis decreases the use of antihypertensive medications. *American Journal of Kidney Diseases*, 39(4), 828-833.
- Molina, R. (1998). El ejercicio y salud, "la caminata", beneficios y recomendaciones. *Revista costarricense Salud Pública*, 7(12).
- Moraga, C. (2008). Prescripción de ejercicio en pacientes con hipertensión arterial. *Revista Costarricense de Cardiología*, 10(1-2), 19-23.
- National Kidney Foundation [NKF]. (2005). K/DOQI Clinical Practice Guidelines for Cardiovascular Disease in Dialysis Patients. *Am J Kidney Dis*, 45, S1-S154.
- Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2013). *Información general sobre la hipertensión en el mundo; una enfermedad que mata en silencio una crisis de la salud pública mundial*. Obtenido de [http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/87679/1/WHO\\_DCO\\_WHD\\_2013.2\\_spa.pdf?ua=1](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/87679/1/WHO_DCO_WHD_2013.2_spa.pdf?ua=1)
- Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2015). *Enfermedad cardiovascular: Datos y cifras*. Recuperado el 30 de septiembre del 2017, de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs317/es/>
- Organización Panamericana de la Salud/ Organización Mundial de la Salud. (2015). *Programa de la OPS/OMS*. Obtenido de Hipertensión: [http://www.paho.org/hq/index.php?option=com\\_topics&view=article&id=221&Itemid=40878&lang=es](http://www.paho.org/hq/index.php?option=com_topics&view=article&id=221&Itemid=40878&lang=es)

- Ortega, L., Antolí, S., Lidón, M. J., Amer, J., Benavent, V., & Segura, E. (2016). Comparación de un programa de ejercicio intradiálisis frente a ejercicio domiciliario sobre capacidad física funcional y nivel de actividad física. *Enferm Nefrol*, 19(1), 45-54.
- Parving, H., Andersen, A., Smidt, U., & Svendsen, P. (1983). Early aggressive antihypertensive treatment reduces rate of decline in kidney function in diabetic nephropathy. *The Lancet*, 1175-1179. doi:10.1016/S0140-6736(83)92462-5
- Patel, H., Alkhawam, H., Madanieh, R., Shah, N., Kosmas, C. E., & Vittorio, T. J. (2017). Aerobic vs anaerobic exercise training effects on the cardiovascular system. *World J Cardiol*, 9(2), 134-138.
- Pescatello, L. S., Franklin, B. A., Fagard, R., Farquhar, W. B., Kelley, G. A., & Ray, C. A. (2004). American College of Sports Medicine. Position stand. Colegio Americano de Medicina Deportiva. Ejercicio e Hipertensión. *Med Sci Sports Exerc*, 533-53.
- Pescatello, L. s., MacDonald, H. V., Lamberti, L., & Johnson, B. T. (2015). Exercise for Hypertension: A Prescription Update Integrating Existing Recommendations with Emerging Research. *Curr Hypertens Rep*, 17(87), 1-10.
- PROY-NOM-030-SSA2-2017. (2017). Para la prevención, detección, diagnóstico, tratamiento y control de la hipertensión arterial sistémica. *Diario Oficial de la Federación*, 1-25.
- Rodríguez, J. M., González, R., & Alvabera, C. (2013). Comportamiento de la mortalidad por enfermedad renal crónica hipertensiva en la República Mexicana entre 1998-2009. Un problema creciente. *Gaceta Médica de México*, 149, 152-60.
- Rodríguez-Chagolla, J., Ruíz-Mejía, R., García-Alcalá, M., Valdespino-Vázquez, M., García-Nava, M., & Mateos-Toledo, H. (2016). Comparación de las concentraciones séricas del plomo en pacientes con insuficiencia renal crónica en tratamiento con hemodiálisis, diálisis peritoneal y tratamiento conservador. *Medicina Interna de México*, 32(5), 507-514.
- Rosas-Carrasco, O., González-Flores, E., Brito-Carrera, A. M., Vázquez-Valdez, O., Peschard-Sáenz, E., Gutiérrez-Robledo, L. M., & García-Mayo, E. J. (2011). Evaluación de la comorbilidad del adulto mayor. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc*, 153-162.
- Rosas-Peralta, M., Palomo-Piñon, S., Borrayo-Sánchez, G., Madrid-Miller, A., Almeida-Gutiérrez, E., Galvan-Oseguera, H., . . . Paniagua-Sierra, R. (2016). Consenso de

Hipertensión Arterial en México. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc.*, 54, S6-51. Obtenido de <http://www.redalyc.org/html/4577/457746536002/>

Roshanravan, B., Gamboa, J., & Wilund, K. (2017). Exercise and CKD: Skeletal Muscle Dysfunction and Practical Application of Exercise to Prevent and Treat Physical Impairments in CKD. *AJKD*, 837-852.

Ruivo, J. A., & Alcántara, P. (2012). Hipertensão arterial e exercício físico. *Rev Port Cardiol*, 31(2), 151-158.

Sainani, G. S. (2003). Non-drug therapy in prevention and control of hypertension. *J Assoc Physicians India.*, 51, 1001-6.

Santamaría-Olmo, R., & Gorostidi-Pérez, M. (2013). Presión arterial y progresión de la enfermedad renal crónica. *NefroPlus*, 5(1), 4-11. doi:10.3265/NefroPlus.pre2013.May.12105

Santana, R., González, F., Camacho, R., & Plaza, C. (2015). Nefropatías tubulointersticiales. *Medicine*, 11(80), 4787-92.

Segura-Ortí, E. (2010). Ejercicio en pacientes en hemodiálisis: Revisión sistemática de la literatura. *Revista Nefrología*, 2(30), 236-246.

Segura-Ortí, E. (2017). Fsioterapia sobre ejercicio en pacientes en hemodialisis. *Asociación Española de Fisioterapeutas*, 39(4), 137-139. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.1016/j.ft.2017.05.003>

Simons, J. L., Provoost, A. P., Anderson, S., Rnnke, H. G., Troy, J. L., & Brenner, B. M. (1994). Modulation of glomerular hypertension defines susceptibility to. *Kidney International*, 46, 396-404.

Soto-Estrada, G., Moreno-Altamirano, L., & Pahua, D. (2016). Panorama Epidemiológico de México principales causas de morbilidad y mortalidad. *Revista de la Facultad de Medicina de la UNAM*, 59(6), 8-22.

Subirats, E. B., Subirats, G. V., & Soteras, I. M. (2012). Prescripción de ejercicio físico: indicaciones, posología y efectos adversos. *Medicina Clínica*, 138(1), 18-24. doi:10.1016/j.medcli.2010.12.008

- Torres, G., Bandera, Y., Ge, P., & Amaro, I. (2017). Factores de riesgo de enfermedad renal crónica en pacientes del municipio de Il Frente. *MEDISAN*, 21(3), 265-272.
- Tozawa, M., Iseki, K., Iseki, C., Kinjo, K., Ikemiya, Y., & Takishita, S. (2003). Blood Pressure Predicts Risk of Developing End-Stage Renal Disease in Men and Women. *American Heart Association*, 1341-1346. doi:10.1161/01.HYP.0000069699.92349.8C
- Vaquero-Cristóbal, R., González-Moro, I., Alacid, F., & Ros, E. (2013). Valoración de la fuerza, la flexibilidad, el equilibrio, la resistencia y la agilidad en función del índice de masa corporal en mujeres mayores activas. *Revista Española de Geriátría y Gerontología*, 151-206.
- Whelton, P. K., Carey, R. M., Aronow, W. S., Casey, D. E., Collins, K. J., Himmelfarb, C. D., . . . Wright, J. T. (2017). 2017 ACC/AHA/AAPA/ABC/ACPM/AGS/APhA/ASH/ASPC/NMA/PCNA Guideline for the prevention, detection, evaluation, and management of high blood pressure in adults: a report of the American College of Cardiology/AHA Task Force on clinical Practice Guidelines. *Hypertension*, 1-283. doi:10.1161/HYP.000000000000065/-/DC2.

## X. APÉNDICE



### 10.1. HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Folio: \_\_\_\_\_ **GE** \_\_\_\_\_ **GC** \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

<b>FICHA DE IDENTIFICACIÓN</b>				
Nombre:				
Sexo:			Edad:	
Peso:	Escolaridad:		Ocupación:	
Tiempo de permanencia en Hemodiálisis (meses):				
Hipertensión	SI		NO	
Localización de catéter	Femoral	Subclavia	Yugular	Fistula arteriovenosa-brazo
<b>ETIOLOGÍA RENAL</b>			<b>SI</b>	<b>NO</b>
Diabetes Mellitus				
Hipertensión				
Idiopática				
Poliquistosis renal				
Pielonefritis crónica				
Enfermedad glomerular				
Otros				
<b>COMORBILIDADES (INDICE DE CHARLSON)</b>				
Enfermedad	Si	No	Descripción (evolución)	
Infarto de miocardio				
Insuficiencia cardiaca congestiva:				
Enfermedad vascular periférica:				
Enfermedad cerebrovascular:				
Demencia:				
Enfermedad Pulmonar Crónica:				
Patología del tejido Conectivo:				
Enfermedad ulcerosa:				
Patología hepática ligera:				
Patología hepática moderada o grave:				
Diabetes:				
Diabetes con lesión orgánica:				
Hemiplejía:				
Patología renal (moderada o grave):				
Neoplasias:				
Linfomas malignos:				
Metástasis Sólida				
SIDA:				

<b>TRATAMIENTO FARMACOLÓGICO</b>			
	Nombre	Dosis	Observaciones
<b>1</b>			
<b>2</b>			
<b>3</b>			
<b>4</b>			

5			
6			
7			

<b>LABORATORIOS</b>			
<b>BIOQUIMICA SANGUÍNEA</b>	<b>VALOR NORMAL</b>	<b>VALOR INICIAL</b>	<b>VALOR FINAL</b>
Hemoglobina			
Creatinina			
Urea			
Sodio			
Cloro			
Calcio			
Fosforo			
Potasio			
Ac. Úrico			
PCR			
PTH			
Glucosa			

<b>PRESION ARTERIAL</b>				
<b>PARAMETROS(AHA2017)</b>	<b>MEDICIÓN INICIAL</b>	<b>CATEGORIA DE PA INICIAL</b>	<b>MEDICIÓN FINAL</b>	<b>CATEGORIA DE PA FINAL</b>
<b>Categoría de PA</b>	<b>PAS</b>	<b>PAD</b>		
<b>Normal</b>	<120 mm Hg	<80 mm Hg		
<b>Elevado</b>	120-129 mm Hg	<80 mm Hg		
<b>Hipertensión</b>				
<b>Etapa 1</b>	130-139 mm Hg	80-89 mm Hg		
<b>Etapa 2</b>	140 mm Hg	90 mm Hg		



**10.3. HOJA DE EVOLUCIÓN DE FISIOTERAPIA EN HEMODIÁLISIS**

Nombre:											Edad:		
Turno:					Tipo de catéter								
Fecha de primera valoración:					Fecha de inicio de tratamiento:								
Frecuencia de tratamiento:					Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes				
TRATAMIENTO:	GC - GE												

**HOJA MENSUAL DE EVOLUCIÓN - FISIOTERAPIA**

FECHA	REALIZÓ EJERCICIO		TIPO DE EJERCICIO			TIEMPO	VUELTAS (pedales)	DESCRIPCION GRAL. DEL EJERCICIO (con peso o resistencia)	SUSPENSIÓN DE LA SESIÓN	PRE - EJERCICIO			POST-EJERCICIO		
	Si	No	Aeróbico	Anaeróbico	Plac ebo	Minutos	Rpm	Miembros inferiores-miembros superiores	Hipotensión Dolor Fatiga Calambres Otra	Sat. O2	T.A.	F.C	Sat. O2	T.A.	F.C

Observaciones: