

**EFFECTOS DEL EJERCICIO FÍSICO EN PERSONAS CON DIAGNÓSTICO DE
ENFERMEDAD RENAL CRÓNICA BAJO MODALIDAD DE HEMODIÁLISIS.
REVISIÓN DOCUMENTAL**



AUTORES:

RONALD DAVID VANEGAS CANCHON

TANIA ROCIO RAMOS FAJARDO

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA IBEROAMERICANA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

ESPECIALIZACIÓN DE FISIOTERAPIA EN CUIDADO CRÍTICO

MAYO 2020

**EFFECTOS DEL EJERCICIO FÍSICO EN PERSONAS CON DIAGNÓSTICO DE
ENFERMEDAD RENAL CRÓNICA BAJO MODALIDAD DE HEMODIÁLISIS:
REVISIÓN DOCUMENTAL**



AUTORES:

RONALD DAVID VANEGAS CANCHON

TANIA ROCIO RAMOS FAJARDO

DOCENTE ASESOR:

WILDER ANDRES PARRA VILLAMIL

CORPORACION UNIVERSITARIA IBEROAMERICANA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

ESPECIALIZACION DE FISIOTERAPIA EN CUIDADO CRITICO

MAYO 2020

Agradecimientos

En primer lugar, agradezco a Dios por orienta día a día la ejecución de este proyecto, en segundo lugar, a mis padres, quienes orientan mi camino desde el lugar divino. En tercer lugar, agradezco al docente Wilder Villamil, quien apporto su conocimiento, su dedicación, orientación y excelente asesoría en el desarrollo de esta investigación.

Tania.

Finalmente aprendí que la vida trata de una línea con caminos largos, cortos, planos o irregulares donde buscamos preguntas para dar respuesta mediante el tiempo. siempre batallamos, resolvemos y aprendemos; Afortunadamente doy respuesta a otro logro en mi trayecto, un propósito que lo veía lejano que me llena de orgullo propio; sin embargo no podría ser posible sin la energía necesaria, por esa razón es importante dar mi entero agradecimiento a Dios primeramente que permite que todo se haga posible, a mis padres por la compañía y el apoyo, a mis compañeros de este proyecto sin su colaboración, sus aportes y su compromiso no sería posible este nuevo aporte a mi carrera.

David.

TABLA DE CONTENIDO

Introducción	7
Capítulo 1. Descripción general del proyecto	10
1.1 Problema de investigación.	10
1.1.1. Planteamiento del problema.	10
1.1.2. Pregunta de investigación.	12
1.2 Objetivos.	12
1.2.1. Objetivo General	12
1.2.1. 1 Objetivos específicos.	12
1.3 Justificación.	13
Capítulo 2. Marco de Referencia.....	15
2.1 Tipos de Enfermedad Renal.	16
2.1.1 Enfermedad renal aguda	17
2.1.2 Enfermedad renal crónica	17
2.2 Manifestaciones sistémicas de la enfermedad renal crónica.	18
2.2.1 Alteraciones cardiovasculares	21
2.2.2 Alteraciones nutricionales	22
2.2.3 Alteraciones inmunitarias.....	23
2.2.4 Alteraciones hematológicas	24
2.2.5 Alteraciones neurológicas	25
2.2.6 Alteraciones dermatológicas	25
2.2.7 Alteraciones endocrinas	25
2.2.8 Alteraciones pulmonares	26
2.2.9 Alteraciones óseas	26
2.3 Modalidades de tratamiento	27
2.4 Implicaciones de la hemodiálisis	31
2.5 Efectos del ejercicio físico	34
2.5.1 Respuesta cardiaca ante el ejercicio	39
2.5.1 Respuesta pulmonar en el ejercicio	43
2.6. Antecedentes	45
Capítulo 3. Marco metodológico	47
3.1 Diseño de estudio	47
3.2 Referencias cruzadas.	48
3.3 Población estudio	48

3.4 Criterios de inclusión	49
3.5 Criterios de exclusión	49
3.6 Tipos de intervención	49
3.7 Tipos de medida de resultado	50
3.7.1 Resultados primarios	50
3.7.2 Resultados secundarios	50
3.8 variables	48
3.9 Identificación de los estudios y extracción de datos	50
Capítulo 4. Resultados	54
4.1 Métodos de búsqueda para la identificación de los artículos.....	54
4.1.1 Resultados de la búsqueda	55
4.1.2 Evaluación de la calidad metodológica de los estudios	58
4.1.3 Análisis de los datos y descripción de los estudios	59
4.2 Análisis por subgrupos	60
4.2.1 Subgrupos por tendencias	61
4.2.2 Cambios en el sistema cardiovascular	61
4.2.3 Cambios en el sistema musculoesquelético	65
4.2.4 Cambios en el sistema neurológico	68
4.2.5 Cambios en el sistema metabólico	69
4.2.6 Cambios Hormonales	70
Discusión	71
Conclusiones	74
Anexos	76
Referencias	112

ÍNDICE DE TABLAS.

Clasificación de la enfermedad renal crónica	17
Variables:	50
Artículos aceptados	57

ÍNDICE DE GRAFICAS.

Grafica 1. Formulación de búsqueda de artículos	48
---	----

Listado De abreviaturas

LDL: Lipoproteína de baja densidad

HDL: Colesterol de alta densidad

ERC: Enfermedad renal crónica

TFG: Tasa de filtración glomerular.

TM6M: Test de marcha de los seis minutos.

Mmhg: Milímetros de mercurio

RM: Resistencia máxima

OMS: Organización mundial de la salud

TNF: Factor de necrosis tumoral

ERT: Enfermedad renal terminal

TRR: Terapia de reemplazo renal

CAC: Cuenta de alto costo

OPS: Organización panamericana de la salud

SLANH: Sociedad latinoamericana de Nefrología a hipertensión

ENT: Enfermedad crónica no transmisible

CO₂: Dióxido de carbono

H₂CO₃: Bicarbonato

SEC: Sociedad Española de cardiología

PTH: Hormona paratiroidea.

TAM: Tensión arterial media

TAS: Tensión arterial sistólica

HTA: Hipertensión arterial

HVI: Hipertrofia del ventrículo izquierdo

ATP: Adenosín trifosfato

ADP: Adenosín difosfato

INTRODUCCIÓN

La enfermedad renal crónica (ERC) es una patología con alteración en la funcionalidad y estructura del riñón. Presenta una incidencia multisistémica con mayor compromiso (Barreto 2012). Esta enfermedad se caracteriza por desarrollar anomalías urinarias (albuminuria y micro hematuria), estructurales (imágenes renales anormales), patológicas (biopsia renal) o enfermedades congénitas (poliquistosis renal) (Restrepo 2012). Se determina con un daño en la tasa de filtración glomerular (TFG) no menor a tres meses o más, independiente de la causa o la tasa de fracción glomerular igual o menor a 60 ml/ min/ 1.73 mt², manifestada por marcadores de daño renal. Kidney Disease Outcome Quality Initiative (K/DOQUI)

La resolución de la patología requiere de la instauración de la terapia de reemplazo renal, bajo las diferentes modalidades existentes, como: hemodiálisis, diálisis peritoneal o trasplante renal, dependiendo de las demandas o necesidades particulares de cada persona (Restrepo 2012)

Según el United States Renal, ANNUAL DATA REPORT, (USRDS, 2015) Se estima que a nivel mundial 850 millones de personas, es decir el 10% de la población padece de ERC. La tasa de incidencia de la enfermedad renal terminal (ERT) en todos los países es sustancialmente mayor para los hombres que para las mujeres; así como la prevalencia de ERC por millón de habitantes fue mayor para los individuos de 65 a 74 años en la mayoría de los países. Es importante mencionar que internacionalmente el centro de hemodiálisis sigue siendo el recurso más común de tratamiento y constituye más del 80% de la provisión de diálisis en la mayoría de los países representados en el informe. Teniendo en cuenta estas cifras, es importante resaltar que la ERC es considerada la sexta causa de muerte de más rápido crecimiento debido a que provoca 2.4 millones de muertes al año. (Crews, Bello, y Saadi 2019)

La sociedad latinoamericana de nefrología e hipertensión (SLANH, 2016). En el informe diálisis y trasplante renal de 2015 – 2016; Refleja que la prevalencia de terapia de reemplazo renal (TRR) desde los años 1991 hasta el año 2016, incremento de 119 personas por mil habitantes a 776 personas. (SLANH, 2016).

Respecto América latina, Puerto rico es el país en el que se evidencia mayor prevalencia de ERC con referencia a Colombia, la cual se encuentra en el puesto 11. (SLANH, 2016). Estos datos se tienen en cuenta, dado que a nivel nacional la situación se torna preocupante puesto que la cuenta de alto costo CAC, en el registro de información para 2017. La ERC para el año 2015, incremento los casos incidentes pasando de 256.888 a 359.222 y los casos prevalentes de 979. 409 a 1.312.180.

Durante los últimos tres años, en Colombia, del total de la población reportada (1. 600.000) 1. 406. 364 personas, fueron diagnosticadas con ERC, adicional, esta población requiere terapia de reemplazo renal, como hemodiálisis, diálisis peritoneal o trasplante renal. De esta población, el 57% son tratados bajo la opción de hemodiálisis. Las personas con ERC cursan con disminución de su funcionalidad, asociado al diagnóstico de base y a los síntomas, lo que genera alteraciones metabólicas y hormonales que afectan la capacidad física, la independencia y la salud mental, así como también repercute en diversos sistemas corporales como el cardiovascular, pulmonar, neurológico, dermatológico y musculoesquelético, los cuales se ven aún más comprometidos por la inactividad física y la vida sedentaria que aqueja a estos pacientes. (Pérez et al. 2013)

(Villamil y Debray s. f.), señalan dentro de su estudio, que el nivel de actividad física de los pacientes con ERC es bajo, dado que la población realiza menos de 600 mets/min/sem o de 3 días de actividad física mayor o igual a 20 minutos; Sumado al proceso fisiopatológico de la ERC que conduce a un deterioro de la respuesta cardiovascular en las exigencias físicas, una alteración en el comportamiento

metabólico para la producción de energía y una disminución de la masa muscular. Problemática que incrementa la incidencia y prevalencia de eventos cardiovasculares letales y repercute en la calidad de vida de las personas presentando limitaciones desde una perspectiva biológica, psicológica y social.

El ejercicio físico se considera importante pero poco adaptado en unidades renales, dado que existen barreras para la implementación de estos programas, asociadas a la falta de promoción, financiación y carencia de conocimiento frente a aspectos de seguridad del paciente, específicamente en lo relacionado a la experticia en la prescripción del ejercicio de esta población. (Sarmiento Becerra, Puentes Salazar, y Hernández 2019).

Bajo este mismo orden, es importante resaltar que la problemática también se deriva de la carencia de consensos que justifiquen y argumenten los efectos del ejercicio físico en esta población. Aunque existe a nivel mundial gran variedad de literatura científica que lo sustenta, no se han adoptado decisiones y acuerdos entre consejos de asesores y comisiones de expertos.

Razón por la cual mediante este estudio se pretende identificar los múltiples efectos del ejercicio a través de reunir la evidencia científica disponible y necesaria, que identifique, justifique y argumente los efectos beneficiosos del ejercicio físico en personas con ERC manejadas bajo la modalidad de hemodiálisis.

Capítulo 1. Descripción general del proyecto

1.1 Problema de investigación.

1.1.1. Planteamiento del problema.

La ERC constituye una importante causa de muerte y discapacidad a nivel mundial. Se estima que cerca del 10% de la población mundial la padece, según Global Kidney Health atlas (ISN, 2019), la prevalencia global de la enfermedad renal crónica ha aumentado significativamente en los diferentes continentes del mundo, es así como: Asia representa una tasa de prevalencia menor de 80.5 pmp, y entre 80 – 298.3 pmp, a diferencia de Latinoamérica con una tasa de 289.4 – 599.4 pmp, y América del norte con una tasa que supera los 599.4 pmp, en población mayor de 18 años. Cifras preocupantes para la organización panamericana de la salud (OPS), Sociedad latinoamericana de Nefrología a hipertensión (SLANH) y la organización mundial de la salud (OMS), puesto que esta patología es una enfermedad crónica no transmisible (ENT) prevenible de características progresivas, además de ser silenciosa y no presentar síntomas hasta etapas avanzadas de la enfermedad en la cual las alternativas de tratamiento se encaminan a: trasplante renal y diálisis. Estrategias invasivas y costosas con poca cobertura para las demandas de la población. (ISN, 2019).

De acuerdo al fondo colombiano de enfermedades de alto costo (CAC, 2017) y su estudio “situación de la enfermedad renal crónica, la hipertensión arterial y la diabetes mellitus en Colombia”, refleja que la enfermedad renal desde el año 2015, 2016 y 2017, ha incrementado de manera significativa, puesto que, del total de la población estudiada en este periodo, el 34.1% (n= 1. 406. 364) corresponde a la población con enfermedad renal crónica que requiere terapia de reemplazo renal como hemodiálisis, diálisis peritoneal o trasplante renal. De esta población, el 57% han sido tratados con la opción de hemodiálisis. Terapia que implica dependencia del paciente a la máquina. (CAC, 2017).

La atención de la ERC y la terapia de reemplazo renal, en cada país está sujeta a la normatividad vigente. En el caso de Colombia con la ley 100 de 1993, del Sistema General de Seguridad Social en Salud, se introduce el abordaje de la ERC con normas y guías de atención enmarcadas en la promoción de la salud, gestión del riesgo, actividades de protección específica y atención de enfermedades de interés en salud pública, estos lineamientos son basados en estándares biomédicos dirigidos a la prevención y promoción, pero no a la existen programas universales de renoprotección. (Lopera 2016)

La aplicación de modelos y guías de atención en ERC, implica el actuar interdisciplinario y la integración de servicios de salud, fundamentado en una prevención secundaria que incluya la nutrición, el control de la anemia, abordaje de la obesidad, así como estilos de vida saludables, suspensión del tabaco, mantenimiento de peso y la práctica de ejercicio. este modelo existente carece en su totalidad de implementación, a lo cual se suman barreras administrativas y estructurales del sistema de salud, desconocimiento del talento humano en aspectos relacionados con la prevención secundaria y terciaria que evite la progresión de la enfermedad. debido a que existen muy pocos estudios en el país que determinen los resultados de dichos programas de abordaje integral.

Por otra parte, es importante dar a conocer que en la población con enfermedad renal crónica se reportan niveles de actividad física por debajo de lo sugerido por la organización mundial de la salud. (OMS). Esto aumenta el riesgo de comorbilidades cardiacas, osteomusculares y metabólicas. (Villamil y Debray s. f.).

Respecto al ejercicio físico en la ERC, dentro de la literatura revisada se evidencia hallazgos relacionados con mitos en la ejecución del ejercicio,

específicamente en la terapia de reemplazo renal tipo hemodiálisis. (Wilund, Jeong, y Greenwood 2019) Anteriormente se consideraba que el ejercicio físico generaba estrés hemodinámico, lo que exacerba la inestabilidad hemodinámica en el paciente; por otro lado se hablaba de la hipotensión post ejercicio relacionada con la fase final de la hemodiálisis la cual generaba una reducción del volumen sanguíneo por ultrafiltración manifestándose en muchos casos en eventos isquémicos; adicionalmente se genera una sobrecarga de volumen asociada a variables hemodinámicas como lo son la frecuencia cardiaca y la tensión arterial. razones que limitaban la seguridad del paciente en el desarrollo del ejercicio.

Teniendo en cuenta los aspectos citados anteriormente, la existencia de bibliografía científica que aborda los beneficios del ejercicio físico y la carencia consensos que avalen y soporten de manera agrupada los efectos en pacientes con ERC en hemodiálisis, planteamos la siguiente pregunta de investigación:

1.1.2. Pregunta de investigación.

¿Cuáles son los efectos del ejercicio físico en personas con diagnóstico de enfermedad renal crónica bajo la modalidad de hemodiálisis?

1.2 Objetivos.

1.2.1 Objetivo General.

Determinar los efectos del ejercicio físico en personas con diagnóstico de enfermedad renal crónica bajo hemodiálisis.

1.2.1.1. Objetivos específicos.

- Identificar la evidencia científica con alto nivel de calidad, que contemple el ejercicio físico en pacientes con enfermedad renal crónica en hemodiálisis.
- Evaluar la calidad metodológica de los artículos existentes en ejercicio físico en pacientes bajo hemodiálisis.
- Determinar los tipos de protocolos, estrategias o guías de intervención en ejercicio físico, en personas con enfermedad renal crónica en hemodiálisis.
- Establecer las tendencias de ejecución de ejercicio físico en relación con los protocolos, efectos fisiológicos y emocionales del ejercicio físico en personas con enfermedad renal crónica en hemodiálisis.

1.3 Justificación

La ERC entendida como el daño renal por más de tres meses, consiste en una alteración funcional y estructural del riñón con o sin disminución de la tasa de filtración glomerular, manifestada por marcadores de daño renal: proteinuria, creatinina y filtrado glomerular (Barreto 2012). Una vez diagnosticada esta patología y el estadio en el que se encuentra habrá la necesidad de recurrir a medidas terapéuticas, entre las cuales encontramos la hemodiálisis, factor que mejora la supervivencia del paciente con ERC, pero que incide en aspectos que favorecen el deterioro en el funcionamiento, como el desempeño físico, funcionamiento social y emocional; el cual se traduce en signos de dolor, fatiga, estrés, ansiedad e inactividad física, cuadro que compromete significativamente la calidad de vida de la persona que padece una ERC.

El impacto que genera la ERC a nivel multisistémico es causado por la uremia, responsable de las diferentes alteraciones cardiovasculares como la aterosclerosis, hipertrofia del ventrículo izquierdo y (Arias Rodríguez 2014) (Arias Rodríguez 2014); así, como alteraciones nutricionales derivadas del balance nitrogenado, factores neuroendocrinos y citoquinas, alteración del metabolismo hidrocarbonado, el aumento de productos nitrogenados y alteraciones iónicas producen trastornos gastrointestinales, que se reflejan en una disminución de la ingesta de alimentos. Las

alteraciones como la anemia asociada a déficit de eritropoyetina, hemólisis, pérdidas gastrointestinales y pérdidas sanguíneas. (Borrero R et al. 2003), trastorno dermatológicos, neurológicos y óseos que se asocian a diferentes factores, relacionados con la Absorción disminuida de calcio en el intestino, Sobreproducción de hormona paratiroidea (PTH), 3. metabolismo de vitamina D alterado, 4. Retención de fósforo y, 5. Acidosis metabólica. (Restrepo 2012).

Por consiguiente, la ERC afecta la funcionalidad y funcionamiento de la persona, por lo cual se requiere intervenciones que promuevan la participación social del individuo y la intervención de un equipo profesional interdisciplinario, como pilar fundamental ante el éxito y evolución de los pacientes con esta condición.

En contraste a esto, se reconoce la importancia del ejercicio y los beneficios de la rehabilitación física intradiálisis, tema, que en la actualidad ha sido muy estudiado, puesto que existe gran variedad de artículos y bibliografía científica que soporta la práctica del ejercicio físico y plantea los beneficios relacionados con la sintomatología depresiva, la mejoría en variables fisiológicas y la calidad de vida de los usuarios.

Es claro que se cuenta con las herramientas bibliográficas, pero se carece de consensos que agrupen bajo el aval de expertos los efectos en variables de función, funcionalidad y funcionamiento, para su divulgación y puesta en marcha desde un componente riguroso. Es así, como surge la necesidad de investigar los beneficios del ejercicio físico en esta población, que apunten a una prescripción de ejercicio efectiva, segura y beneficiosa para el paciente con diagnóstico de ERC.

Capítulo 2. Marco de Referencia

2.2 Marco conceptual

La ERC se define como la presencia de alteraciones funcionales o estructurales del riñón, con o sin disminución de la tasa de filtración glomerular (TGF), durante tres meses o más, independiente de la causa o una tasa de fracción glomerular igual o menor a 60 ml/ min/ 1.73 mt², manifestada por marcadores de daño renal: anomalías urinarias (albuminuria y microhematuria), estructurales (imágenes renales anormales), patológicas (biopsia renal) o enfermedades congénitas (poliquistosis renal). (Restrepo 2012)

Por otra (Barreto 2012), define la ERC como: la disminución sostenida y permanente de la función renal durante 3 o más, sin importar la causa.

De igual manera encontramos definiciones como: el deterioro progresivo e irreversible de la función renal como resultado de la progresión de diversas enfermedades primarias o secundarias, resultantes de la pérdida de función tubular, glomerular y endocrina del (Borrero R et al. 2003)

En virtud a esto, se evidencia alteraciones en la tasa de filtración glomerular, la excreción de productos de desecho, productos nitrogenados, alteración en la secreción de hormonas como la eritropoyetina y la renina. (Borrero R et al. 2003)

De acuerdo a Kidney Disease Improving Global Outcomes (KDIGO, 2012) Los marcadores más importantes para el diagnóstico y la definición del estadio de la patología son: proteinuria (microalbuminuria y macroalbuminuria), así como el conteo de sodio, potasio, cloruro y bicarbonato; determinación de la densidad urinaria, osmolalidad de la orina, determinación del pH urinario, pruebas imagenológicas y estudios anatomopatológicos renales.

Dadas las implicaciones morfológicas y de función, la ECR se considera una de las patologías sin expectativa de cura, de rápida evolución y desencadenante de diversas alteraciones multisistémica que afectan la calidad de vida del paciente que la padece. Un estudio citado, realizado en un municipio de cuba, en el cual la finalidad se centraba en analizar los factores de riesgo para detectar la ECR de forma precoz, concluyó que, si estos factores son tratados de manera oportuna, facilita la prevención de los desenlaces fatales de la enfermedad a corto plazo. (Castellanos, M 2018)

2.1 Tipos de Enfermedad Renal.

La Enfermedad renal crónica se divide en dos clasificaciones:

2.1.1 Enfermedad renal aguda: se define como el síndrome caracterizado por la caída de la tasa de filtración glomerular manifestada en aumento del doble del valor normal de la creatinina sérica, la caída de la filtración glomerular por debajo del 50%, y la disminución del gasto urinario por debajo de 0.5 ml/kg/h. (Gutiérrez Vázquez 2012)

Dentro de la enfermedad renal aguda, esta se subdivide en:

- **Hiperazoemia prerrenal:** es generada por la hipoperfusión renal leve o moderada, es la más común, ocupando un 55% de los casos. Este trastorno se corrige con una restauración de flujo sanguíneo renal. (Gutiérrez Vázquez 2012)
- **Hiperazoemia renal intrínseca:** se debe a una afectación del parénquima renal, representa el 40% de las alteraciones de enfermedad renal aguda, es inducida por isquemia a nefrotoxinas, las causas se asocian a alteración de grandes vasos, compromiso de la microcirculación renal, falla renal isquémica o neurotóxico, y enfermedades túbulo intersticiales. (Gutiérrez Vázquez 2012)

- **Hiperazoemia posrenal:** es generada por la obstrucción intraluminal o extraluminal en cualquier parte del recorrido del sistema colector. (Gutiérrez Vázquez 2012)

2.1.2. Enfermedad renal crónica: definida como una disminución de la función renal, con filtrado glomerular menor de 60 ml/kg/min. (Gutiérrez Vázquez 2012)

De acuerdo a las guías (KDIGO, 2012), definen que la enfermedad renal crónica se clasifica en cinco estadios:

Tabla N. 1 Clasificación de la enfermedad renal crónica

Estadio	Descripción	TFG ml/min/1,73
1	Daño renal, con función renal normal o elevación de la FG	> 90 ml/min
2	Daño renal, con leve disminución de la FG	69- 89 ml/min
3	Moderada disminución de la FG	30- 59 ml/min
4	Severa disminución de la función renal	15- 29 ml/min
5	Falla renal	< 15 ml/min o diálisis

Fuente: Elaboración propia, teniendo en cuenta las disposiciones del (MPS. 2007)

Teniendo en cuenta esta tabla, la estratificación de la enfermedad renal crónica, se divide en cinco estadios, que se definen de la siguiente manera, de acuerdo al (Ministerio de la protección Social (MPS. 2016).

Estadio I: están los pacientes que no tienen un claro déficit de filtración y se define como una función renal normal o elevada, en presencia de daño renal evidente, el cual se define ampliamente, pero más frecuente se encuentra albuminuria persistente.

Estadio II: es una reducción leve de la función renal en presencia de daño renal.

Estadio III Y IV: corresponden a reducciones moderada y severa de la función renal. Esta disminución de la función renal se clasifica como enfermedad renal sin considerar la evidencia adicional de daño renal.

Estadio V: Es la falla renal, definida como una TFG < 15 ml/min/1.73 m², o la necesidad de terapia de sustitución o reemplazo (diálisis o trasplante)

2.2. Manifestaciones sistémicas de la enfermedad renal crónica

Para conocer las implicaciones generadas por la enfermedad renal crónica a nivel multisistémico es importante tener claras sus funciones. Los riñones son los principales medios de eliminación de productos de desecho metabólico, se relaciona con la excreción de las sustancias químicas extrañas, desechos metabólicos y fármacos. Este proceso se finaliza gracias a la síntesis de la urea, (del metabolismo de los aminoácidos), la creatinina (de la creatinina muscular), el ácido úrico (de los ácidos nucleicos), los productos finales del metabolismo de la hemoglobina (bilirrubina) y los de varias hormonas. (Hall y Guyton 2016). La pérdida progresiva de la función renal se expresa en un desequilibrio y en una serie de adaptaciones que traen repercusiones, tales como:

- Incapacidad de los riñones para mantener la regulación metabólica del agua, dada por la síntesis y liberación de la vasopresina (hormona antidiurética). Su alteración depende directamente de la atrofia del riñón, lo que provoca un descenso en el filtrado glomerular, menor capacidad para excretar agua libre de electrolitos, incapacidad en la concentración y dilución urinaria, lo que se refleja en un desbalance hidroelectrolítico. (Rennke. 2014)
- La regulación del equilibrio ácido base, es parte de la función reguladora del sistema renal junto con el sistema pulmonar, desarrollando un papel de amortiguador mediante la función de excreción y regulación de ácidos y depósitos amortiguadores de los líquidos corporales. (Hall y Guyton 2016)

El riñón es uno de los órganos más importante del organismo desde el punto de vista de la regulación. Es el único que permite excretar la carga diaria de ácidos no volátiles resultantes de la ingesta proteica diaria y del catabolismo endógeno. Los mecanismos constan del barrido de dióxido de carbono (CO_2) por medio del pulmón, el hígado en el metabolismo proteico, produciendo iones de hidrógeno H^+ y el riñón generando nuevo bicarbonato (H_2CO_3). (Hall y Guyton 2016)

La homeostasis del ácido-base depende de la concentración de iones de hidrógeno en sangre, diariamente se producen 80 mEq de ácidos no volátiles a consecuencia del metabolismo y la concentración de hidrogeniones se mantiene estable en 0.00004 mEq, gracias a los reguladores y amortiguadores mencionados anteriormente. El riñón es el responsable de eliminar el exceso de hidrogeniones, reabsorber el bicarbonato filtrado y producir bicarbonato nuevo (Paniagua 2016).

El deterioro renal progresivo afecta los mecanismos de compensación ácido-base, de forma que es habitual el desarrollo de acidosis metabólica con concentraciones disminuidas de bicarbonato, la evolución o severidad del desequilibrio

depende del anión gap, el cual se altera por el desequilibrio entre los iones de hidrógeno y acumulación de aniones fosfato y sulfato. (Alcázar 2008).

Por otra parte, el riñón, regula de la producción de eritrocitos. Los riñones secretan Eritropoyetina (EPO), que estimula la producción de eritrocitos por células madre hematopoyéticas en la médula ósea. En las personas con nefropatía grave, en ausencia de riñón o en hemodiálisis aparece una anemia grave debido a la escasa producción de eritropoyetina. (Hall y Guyton 2016) La eritropoyetina primariamente es secretada por el hígado, después del nacimiento se produce solamente en el riñón donde se encarga de estimular la producción de glóbulos rojos a través de la médula ósea, así como lo plantea Braustein en el año 2017, las células yuxtaglomerulares del riñón producen EPO en respuesta a la disminución del aporte de oxígeno (como en la anemia y la hipoxia) y los mayores niveles de andrógenos. Además de la EPO, la eritropoyesis requiere suministros adecuados de sustratos, principalmente hierro, vitamina B12 y ácido fólico.

Peñuela y Gómez (2010). Relacionan y profundizan la eritropoyetina EPO como una hormona que actúa de tres formas una acción endocrina que se inicia en el riñón, donde la hipoxia da lugar a un incremento en la expresión de EPO por la acción del factor 1 inducible por hipoxia (HIF-1); la actividad paracrina se evidencia en las neuronas cerebrales, donde las células que producen EPO están en estrecha vecindad con las células receptoras y finalmente, algunas células cerebrales, en determinadas condiciones como la isquemia tisular, producen su propia EPO, lo cual refleja su acción autocrina.

El descenso en la producción de EPO endógena constituye la causa primaria de la anemia asociada a enfermedad renal crónica. La anemia aparece en estadios precoces de la enfermedad y se caracteriza por disminución de la hemoglobina por debajo de la concentración media de hemoglobina de la población general. Este tipo

de anemia es habitualmente normocítica, normócromica y sin ferropenia. (Cases et al. 2018). El descenso de la hemoglobina se da cuando la tasa de filtrado glomerular se sitúa alrededor de 70 ml/min (hombres) y 50 ml/min (mujeres). En estadios más tardíos, en pacientes en diálisis, alrededor del 90% de los pacientes presenta anemia. El principal impacto de la anemia es la disminución de la liberación de oxígeno a los tejidos con el consiguiente aumento de la fatiga e intolerancia al esfuerzo.

Además, los riñones sintetizan glucosa a partir de los aminoácidos y a partir de otros precursores durante el ayuno prolongado, un proceso denominado gluconeogenia, capacidad de los riñones de añadir glucosa a la sangre durante períodos prolongados de ayuno. (Hall y Guyton 2016)

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, es importante enfatizar en las repercusiones sistémicas que genera la enfermedad renal crónica.

2.2.1. Alteraciones cardiovasculares

Con base en datos fisiopatológicos y clínicos las alteraciones cardiovasculares se asocian a alteraciones en la masa ventricular izquierda, el espesor íntima-media carotideo, disfunción endotelial, tensión arterial, rigidez arterial medida por la velocidad de la onda de pulso, calcificaciones arteriales, anemia, así como marcadores biológicos de inflamación como la proteína C-reactiva de alta sensibilidad, la albumina sérica, la homocisteína y la dimetilarginina asimétrica. Sociedad española de cardiología (SEC, 2007). Esta desencadena cambios en la estructura del ventrículo izquierdo por hipertrofia concéntrica asociada a la hipertensión y a la poscarga y excéntrica relacionada con la sobrecarga de volumen. (Bardají y Martínez 2008)

En este mismo orden cabe resaltar las alteraciones causantes de la morbimortalidad de la enfermedad renal crónica, dado que hay un aumento

significativo de riesgo a nivel cardiorenal, generado por uremia. Entre las alteraciones más importantes se encuentran; aterosclerosis, hipertrofia del ventrículo izquierdo y calcificaciones vasculares. (Arias Rodríguez 2014)

Aterosclerosis: el deterioro de la función endotelial en grandes y pequeñas arterias, el aumento de esclerosis y rigidez generado por la amplitud en la presión de pulso y el proceso de inflamación desencadena placas de ateroma en arterias de grande y pequeño calibre traduciéndose en oclusión de dicha vasculatura. Lo que finalmente se manifiesta en enfermedad coronaria, enfermedad vascular cerebral, enfermedad vascular periférica y aterosclerosis aórtica. (Arias Rodríguez 2014)

Hipertrofia del ventrículo izquierdo: Esta se presenta en un 75 % a un 85% en pacientes con enfermedad renal avanzada o en terapia de reemplazo renal. La hipertrofia ventricular izquierda se presenta por un aumento en la resistencia vascular sistémica generada por la calcificación de las arterias de pequeño y gran calibre, hipertensión secundaria a la enfermedad renal. (Barreto 2012). Por otro lado, a medida que disminuye el filtrado glomerular se presenta un importante mecanismo de sobrecarga de volumen y de presión traducido en aumento del trabajo ventricular (Arias Rodríguez 2014), manifestándose en hipertrofia ventricular izquierda; adicional a esto la uremia, la inflamación crónica, el aumento del estrés oxidativo, la hiperhomocisteinemia, la glucolización y la calcificación vascular generan injuria endotelial causante de complicación a nivel ventricular.

Calcificaciones vasculares: el riñón es uno de los órganos que participan en la homeóstasis de la calcemia y la fosfatemia, a través de la reabsorción tubular. En el paciente con enfermedad renal crónica presenta alteración del metabolismo de calcio y el fósforo lo que contribuye a la calcificación vascular.

2.2.2. Alteraciones metabólicas y gastrointestinales

La malnutrición del paciente con enfermedad renal crónica hace referencia a deficiencias en los marcadores bioquímicos y antropométricos de las reservas de nutrientes. (Arias Rodríguez 2014). En el paciente con enfermedad renal crónica la malnutrición calórico proteica es generada por factores neuroendocrinos y citoquinas, que a su vez producen hipertrigliceridemia y alteración del metabolismo hidrocarbonado, el aumento de productos nitrogenados y alteraciones iónicas producen trastornos gastrointestinales, que se reflejan en una disminución de la ingesta de alimentos. (Bustamante 2008). Es así como el paciente con ERC presenta: náuseas, vómito, dolor abdominal, hiporexia y ageusia. (Barreto 2012). La hiporexia y la catabolia proteica generada por uremia conlleva a pérdida de peso a expensas de pérdida de masa muscular. (Barreto 2012).

De acuerdo a lo expuesto por (Arias Rodríguez 2014). El paciente urémico se somete a diversas situaciones que complican su cuadro, esas complicaciones infecciosas y los eventos inflamatorios conllevan a un aumento de catabolismo, este a su vez libera citocinas proinflamatorias que producen supresión del apetito, proteólisis muscular, hipoalbuminemia, desnutrición y aterosclerosis. Otro factor que influye en la malnutrición del paciente con enfermedad renal crónica es la fase dialítica. El deterioro nutricional en esta fase aumenta de acuerdo a las características del régimen dialítico en lo a frecuencia, dosis, membrana y solución de aplicación. (Santana 2014).

2.2.3. Alteraciones inmunitarias.

La enfermedad renal crónica, la diálisis y la terapia de hemodiálisis; produce activación de la respuesta inflamatoria que se manifiesta en una respuesta inmunitaria innata y una respuesta inmunitaria adaptativa. (Arias Rodríguez 2014)

En lo referente a la respuesta inmunitaria innata, en la ERC y durante la diálisis se activan células inmunocompetentes que favorecen la liberación de citocinas

inflamatorias como interleucina 1 (IL-1), la IL-6 o el factor de necrosis tumoral (TNF), evento desarrollado gracias a la presencia de toxinas urémicas y la interacción de materiales externos durante la diálisis. (Arias Rodríguez 2014). En esta enfermedad las células inmunitarias tipo: neutrófilos, macrófagos y monocitos; sufren una disminución en su actividad fagocitaria, puestos que son estas células a través de sus receptores las responsables de captar agentes patógenos. lo que conduce a que el enfermo renal sea más susceptible de adquirir cualquier tipo de infección.

Por otro lado, así como lo plantea (Arias Rodríguez 2014). De acuerdo a la respuesta adaptativa, esta está mediada por los linfocitos T y B. Los linfocitos b presentan mayor susceptibilidad de sufrir apoptosis, sin embargo, su producción no se ve afectada. Mientras que en los linfocitos T el mayor impacto los sufren las células CD4, las cuales se relacionan con la baja respuesta a las vacunas.

2.2.4. Alteraciones hematológicas.

Una de las alteraciones más importantes en el paciente con ERC es la anemia asociada a déficit de eritropoyetina, hemólisis, pérdidas gastrointestinales y pérdidas (Borrero R et al. 2003)

Teniendo en cuenta que una de las principales funciones del riñón, es secretar eritropoyetina encargada de estimular la producción de eritrocitos a través de las células madre hematopoyéticas en la médula ósea. (Hall y Guyton 2016). Normalmente el 90% de la eritropoyetina se forma en los riñones y el 10% en el hígado, es por eso que en pacientes con enfermedad renal crónica a medida que declina la función renal y en hemodiálisis el paciente sufre una significativa reducción de la hemoglobina, dada la baja producción de eritropoyetina. (Hall y Guyton 2016).

Por otra parte (Barreto 2012) asocia la resistencia de la acción de la eritropoyetina a la presencia de toxinas urémicas y la inflamación crónica que induce a disminución de la respuesta medular.

Esta anemia se asocia también a la morbimortalidad de la enfermedad cardiovascular por hipertrofia de ventrículo izquierdo, así como menor calidad de vida, disminución de funciones cognitivas, desempeño sexual e ingesta de alimentos. (Barreto 2012).

2.2.5. Alteraciones neurológicas.

Estas alteraciones por lo general suceden con tasas de filtrado glomerular por debajo de 15- 20 ml/min y cantidades elevadas de productos nitrogenados, la gravedad de las manifestaciones neurológicas depende del grado de uremia y el tiempo que se tarde en revertirlo. (Barreto 2012. Por lo tanto, los síntomas se pueden manifestar desde alteraciones leves en el sueño, problemas de concentración, pérdida de memoria, irritabilidad neuromuscular; así como neuropatía periférica (sensación de malestar y movimientos involuntarios en las extremidades inferiores. (Hammer y McPhee 2019)

2.2.6. Alteraciones dermatológicas

El paciente con ERC experimenta un cambio en la pigmentación de la piel, sobre todo aquel que se encuentra en hemodiálisis, en este se evidencia un color amarillo oscuro generado por los depósitos de melanina; por otro lado, la presencia de prurito, es generada por la atrofia de células sebáceas. (Borrero R et al. 2003)

2.2.7. Alteraciones endocrinas.

Las manifestaciones endocrinas se manifiestan a medida que la función renal se deteriora, puesto que muchas de las hormonas son filtradas en el riñón. Para este

caso la hiperinsulinemia como producto del metabolismo de los carbohidratos y su resistencia periférica a la insulina, más la disminución progresiva en la eliminación renal de la misma. (Barreto 2012)

Existen alteraciones en la vida sexual tanto de hombres como mujeres, debido a que en la mujer los niveles de estrógenos disminuyen notablemente, disminuye la capacidad de culminar un embarazo y también genera amenorrea. En el hombre se experimenta disfunción eréctil, gnospermia, displasia de células germinales y disminución de (Borrero R et al. 2003)

2.2.8. Alteraciones pulmonares.

En la ERC se pueden presentar dos tipos de alteración pulmonar derivadas de la sobrecarga hídrica que se manifiesta en edema pulmonar, con imágenes radiológicas de alas de mariposa, sin evidencia de falla cardíaca. Por otro lado, se puede evidenciar calcificaciones pulmonares por alteración en el metabolismo del calcio, los cuales pueden disminuir la oxigenación y el volumen pulmonar. (Borrero R et al. 2003)

2.2.10. Alteraciones óseas

De acuerdo a (Hammer y McPhee 2019). En la ERC, los trastornos óseos se asocian a diferentes factores, tales como: 1. Absorción disminuida de calcio en el intestino, 2. Sobreproducción de hormona paratiroidea (PTH), 3. metabolismo de vitamina D alterado, 4. Retención de fósforo y, 5. Acidosis metabólica.

La hormona PTH, es la encargada de realizar la activación de los osteoblastos, para promover la síntesis de osteoide, a su vez activa los osteoclastos para generar resorción ósea. (Barreto 2012). Además, esta hormona se encarga de promover la eliminación del fósforo a nivel renal y activa la vitamina D o calcitriol, el cual promueve la mineralización del osteoide y la sobre estimulación de la PTH.

Por consiguiente, se encuentra en estos pacientes osteodistrofia renal de alto recambio como producto de niveles altos de PTH, dado que en estos pacientes se disminuyen los receptores para la supresión de calcio en las glándulas paratiroides, se disminuye el calcio ionizado, se inhibe el alfa hidroxilasa encargada de producir vitamina D. (Borrero R et al. 2003). Por otra parte, la enfermedad ósea de bajo recambio se manifiesta como adinámica en la cual hay supresión de la PTH, está por lo general se presenta en adultos mayores diabéticos, y el segundo tipo de enfermedad de bajo recambio se acompaña de depósitos óseos de aluminio (Borrero R et al. 2003).

2.3. Modalidades de tratamiento de la enfermedad renal crónica

Dentro de las estrategias de terapia de reemplazo renal existen tres modalidades de las que se puede destacar:

Diálisis peritoneal: Se considera una alternativa terapéutica que se puede llevar a cabo en el domicilio del paciente con enfermedad renal crónica. dado que es un procedimiento terapéutico que induce el intercambio de solutos y agua, que fluye por los capilares y el líquido de la cavidad peritoneal. Estos procesos de intercambio de sustancias y extracción de líquidos se logran por medio de fenómenos físicos de difusión y ósmosis, por medio del movimiento de las diferentes moléculas, desde el espacio vascular hacia el líquido de la cavidad peritoneal hasta la eliminación de los excesos de agua. (Borrero R et al. 2003)

La diálisis peritoneal preferiblemente debe practicarse en estos casos:

- Acceso vascular difícil de realizar
- Hipertensión arterial refractaria al manejo.
- Enfermedad coronaria sintomática
- Cardiopatía dilatada con baja fracción de eyección.
- Contraindicaciones por la anticoagulación.
- Residencia muy apartada del centro de diálisis.
- Severidad de los síntomas asociados a la sesión de hemodiálisis. (Borrero, J 2003)

La diálisis peritoneal no está recomendada en:

- Pacientes con múltiples cirugías abdominales, previas que supongan la existencia de bridas peritoneales.
- Defectos grandes en la integridad de la pared abdominal.
- Patología estructural de columna dorso lumbar.
- En pacientes ancianos con historia de enfermedad diverticular del colon sintomática.
- Pacientes con estado de desnutrición proteica avanzada.
- Pacientes que no cuentan con una adecuada red de apoyo.
- Pacientes que no cumplen con las mínimas condiciones sanitarias para cumplir con las recomendaciones de asepsia y antisepsia. (Borrero R et al. 2003)

Trasplante renal: Es el implante de un aloinjerto renal de un donante, con el fin de reemplazar la función de los riñones nativos. (Borrero R et al. 2003). A este tipo de tratamiento se somete a aquellos pacientes con enfermedad renal crónica terminal, con excepciones como enfermedades cardiovasculares, malignas, infecciones crónicas o trastornos neuropsiquiátricos. (Borrero R et al. 2003).

Para este tipo de tratamiento es importante realizar una valoración multisistémica del paciente, de esta manera se determina si es el paciente es candidato para el procedimiento. posteriormente se prosigue a buscar un donante, este puede ser donante vivo o cadavérico. (Borrero R et al. 2003).

Hemodiálisis: Es una terapia de reemplazo de la función renal, consistente en la en el paso de la sangre del paciente a través de una membrana semipermeable, donde, fenómenos físicos como la difusión, convección y ultrafiltración realizan la eliminación de solutos causantes del síndrome urémico. (Barreto 2012)

El acceso a la sangre del paciente se realiza mediante dos procedimientos importantes, uno de ellos es la inserción de un catéter por venopunción en la vena

femoral o en la vena yugular interna, y en la enfermedad renal crónica terminal, este procedimiento se lleva a cabo con la construcción de una de fístula arteriovenosa. (Borrero R et al. 2003).

En la hemodiálisis el transporte de solutos se da a través de una membrana semipermeable realizada con la aplicación de principios físicos como los son: (Barreto 2012).

- **Difusión:** es el paso de solutos a través de una membrana, para que esta se pueda dar es necesario contar con una diferencia de presiones en los dos lados, para que el soluto pueda difundir de un lado de mayor concentración a uno de menor concentración. (Barreto 2012)
- **Gradiente de concentración:** El paso del soluto de un lado a otro depende de la colisión de las moléculas, que a su vez dependen de la concentración del soluto, dado que si este soluto es mayor en un lado facilita el paso al otro lado, permitiendo su paso a través de los poros de la membrana. (Barreto 2012)
- **Peso molecular:** la velocidad de una molécula en solución es inversamente proporcional a su peso, entre mayor sea su peso menor transporte, entre menor sea el peso mayor transporte. (Barreto 2012)
- **Ósmosis:** el transporte de agua a través de una membrana está dado por un gradiente osmótico, esto quiere decir que el agua se transporta de un lugar de mayor presión osmótica a uno de mayor presión osmótica como un aspirado. (Barreto 2012)

Contraindicaciones de la hemodiálisis:

- Cardiopatía isquémica reciente.
- Deterioro de la función ventricular, con fracción de eyección del ventrículo izquierdo menor de 35 %,

- Arritmias no controladas.
- Trastornos psiquiátricos mayores.

Para llevar a cabo una hemodiálisis se requiere contar con la tecnología necesaria:

- Acceso Vascular: se trata del medio o vía que transporta la sangre del paciente hacia la membrana semipermeable, llamada vía arterial y por la que se puede devolver al paciente (Barreto 2012). Estos accesos vasculares se pueden clasificar en transitorios y permanentes.

Respecto a los transitorios, es el implante de un catéter en una vena central durante un periodo determinado. existen de una luz y de doble luz, este último para la vía arterial y venoso, que por lo general es la vía subclavia o femoral. (Barreto 2012).

por otro lado, se encuentran los permanentes, entre los cuales se destaca: la fístula Arteriovenosa (FAV). en esta se realiza una anastomosis arteriovenosa, para aumentar el flujo sanguíneo a través de la vena, permitiendo extraer la cantidad de flujo necesario en un minuto. La localización de la fístula, debe obedecer a las siguientes condiciones: miembro superior no dominante, antebrazo por la dilatación de las venas lo que permite separar las agujas en el momento de la diálisis. (Barreto 2012). Dentro de esta clasificación también se encuentran los catéteres permanentes: está indicado en aquellos pacientes donde está contraindicada la fístula, el catéter tiene unas características especiales. (Barreto 2012).

- Dializador: o riñón artificial, sistema mediante el cual la sangre fluye de forma continua e intermitente. (Hall y Guyton 2016)
- Líquido dializador: es el espacio al que pasan mediante difusión las partículas no deseadas de la sangre. (Hall y Guyton 2016)
-

Complicaciones generadas por la hemodiálisis.

- Contaminación bacteriana (Borrero R et al. 2003)
- Hipotensión

- Hipertensión
- Arritmias
- Calambres musculares.
- Cefaleas
- Vómito. (Borrero R et al. 2003)

2.4 Implicaciones de la hemodiálisis

Es importante tener en cuenta que la hemodiálisis es una estrategia que contribuye a la supervivencia del paciente con enfermedad renal crónica, pero a la vez, es importante resaltar que su uso genera algunas modificaciones y efectos secundarios, relacionados con los antecedentes de cada paciente, como la diabetes mellitus, la hipertrofia del ventrículo izquierdo, disfunción diastólica o historia previa de paciente coronario, por otro lado, esta modalidad ocasiona inactividad física, malestar en el enfermo, además de limitar la rehabilitación, desencadenando efectos multisistémicos que modifican el funcionamiento normal. (Cuba de la Cruz 2007).

Muchos avances científicos y esfuerzos investigativos han tenido como objetivo predecir los eventos cardiovasculares y entender su fisiopatología, con el fin de disminuir la morbimortalidad de los pacientes en modalidad de hemodiálisis. En la actualidad, no se tiene claridad tanto del beneficio como el riesgo frente a los efectos hemodinámicos, se presume que los efectos en la hemodinámica del paciente por la ultrafiltración mejoran la poscarga y precarga, lo que consecuentemente mejora la función del miocardio por la mejoría del gasto cardíaco en compañía de la disminución de los azoados. (Cárdenas 2014)

En la enfermedad renal crónica los pacientes presentan un desequilibrio de base entre la volemia y las respuestas hemodinámicas con un aumento de la resistencia vascular periférica para mantener un gasto cardíaco, así mismo, un aumento de la frecuencia cardíaca y la contractilidad. Cuando se realiza hemodiálisis

está disminuye el retorno venoso, dicha disminución genera hipotensión y alteraciones en el gasto cardíaco. (Furaz 2014)

Durante el tratamiento como se describes anteriormente, la depuración sanguínea genera cambios en la volemia y trae consigo algunos efectos importantes. uno de los más frecuentes es la hipotensión que de acuerdo a las guías que K-DOQI se trata como hipotensión a un descenso de la tensión arterial sistólica ≥ 20 mmHg asociado a síntomas.

Con base a esto, se tiene en cuenta tres componentes: una caída mayor de 20 mmHg de la tensión arterial sistólica (TAS), más de 10 mmHg de la tensión arterial media (TAM) y la presencia de síntomas por isquemia de diferentes órganos. Las causas más frecuentes de la hipotensión intradiálisis se destaca por la disminución de la volemia asociada a la ultrafiltración para la correspondiente depuración sanguínea, lo cual me provoca una disminución de la presión sanguínea a nivel vascular. (Rodríguez 2009)

Por otra parte, La hipertrofia del ventrículo izquierdo también es una de las más importantes afectaciones ante la terapia de reemplazo renal bajo la modalidad de hemodiálisis, cuyas causas se relacionan con: fístulas arteriovenosas como acceso vascular, hipertensión arterial (HTA) y el aumento del volumen extracelular; esto acompañado de antecedentes secundarios como la diabetes, el sexo y la edad. Así como se describe en estudios experimentales, la hipertrofia del ventrículo izquierdo (HVI) es un marcador de fibrosis intersticial que se presenta por el aclaramiento del calcio manifestándose en un daño irreversible del miocardio, lo que genera en el paciente con hemodiálisis una caída del gasto cardiaco y un aumento de la morbimortalidad por causa cardiovascular (García 2002)

Aunque los pacientes con enfermedad renal crónica presentan alguna disfunción cardíaca secundaria, cuando inician su tratamiento de terapia renal específicamente con hemodiálisis, estos cambios se hacen más sintomáticos por pérdida de líquido extracelular, disminuyendo la precarga y aumentando la poscarga a expensas de contractibilidad cardíaca. De tal manera que un incremento pequeño en el volumen del ventrículo izquierdo puede producir un aumento importante de la presión y desencadenar edema pulmonar. El aumento de la masa ventricular izquierda se correlaciona con la HTA también frecuente en pacientes que cursan con ERC. (Cobas 2003)

En la actualidad las estrategias apuntan a controlar la aparición de eventos cardiovasculares, evitando el estrés oxidativo, el cual se conoce como el desbalance entre la producción de sustancias derivadas de la oxigenación y de los mecanismos de defensa del organismo para eliminarlas. Cada vez existe mayor evidencia relacionada con la presencia de un estrés oxidativo en los pacientes con insuficiencia renal crónica y particularmente los sometidos a tratamiento con hemodiálisis. (González 2006).

De modo similar, el aumento en la producción de sustancias metabólicas oxidativas produce un daño celular importante en los lípidos de la membrana. Esto se genera, por una disminución de las defensas antioxidantes tipo linfocitos y un aumento de los factores prooxidantes, hecho atribuible a la malnutrición y retención de solutos, por esta razón los pacientes en modalidad de hemodiálisis cuando reciben su tratamiento potencian el aumento de estrés oxidativo a causa de utilización de membrana sintética poco biocompatible y el no uso de agua para diálisis ultra pura. Frente a los efectos de la hemodiálisis en control con el estrés oxidativo es en la actualidad un tema de controversia, para algunos autores el tratamiento agrava el estrés oxidativo a causa de la activación de células inflamatorias por el uso de membranas incompatibles y por pérdidas netas de antioxidantes solubles en agua. (González M. 2006)

Ante esta magnitud de consecuencias que trae consigo la enfermedad renal crónica y otros componentes derivados de la terapia de reemplazo renal tipo hemodiálisis, los pacientes modifican aspectos de su vida cotidiana desde el componente biológico, psicológico y social que repercute en su calidad de vida, adicional a esto en Colombia el sistema de salud es un programa reducido que limita muchos aspectos en la rehabilitación de estos pacientes, e incide en la independencia y autonomía. La enfermedad renal crónica impacta de manera negativa el funcionamiento físico y mental del sujeto como hemos destacado anteriormente por diferentes circunstancias, reduciendo su sentido de bienestar y de funcionar productivamente en la vida diaria. (Barros 2015)

2.5. Efectos del ejercicio físico

Para comprender los efectos del ejercicio físico es importante conocer sistemas energéticos, como fuente para satisfacer demandas músculo esqueléticas. Los nutrientes que contribuyen a mantener el metabolismo son los sustratos energéticos de las grasas y los hidratos de carbono, estos compuestos tienen una transformación química para obtener la molécula de fosforilación de la adenosín trifosfato (ATP) mediante el ciclo de Krebs. (López y Fernández 2008)

Con base a la primera ley de termodinámica “la energía no se crea ni se destruye, solo se transforma “. Puntualmente en el ser humano la energía sustraída de los alimentos que ingerimos diariamente pasan por una ruta metabólica, para tener como finalidad una energía química denominada exergónica que se define como modificación de energía para un aporte libre de su consumo.

En el ejercicio físico como lo demuestra se (López y Fernández 2008) mantiene mediante las demandas metabólicas que aumentan para cumplir con estos requerimientos, la célula muscular dispone de tres mecanismos para la transformación

de energía y tiene la capacidad de obtenerla mediante un proceso anaeróbico o aeróbico, dependiendo las exigencias e intensidad del ejercicio. Es decir que la producción de ATP se lleva a cabo mediante las siguientes rutas metabólicas 1) la resíntesis de ATP a partir de la fosfocreatina (Pcr). 2) glucólisis anaeróbico. 3) fosforilación oxidativa. El aporte energético se brinda en mayor porcentaje gracias a los macronutrientes de la dieta (hidratos de carbono, grasas y proteínas). Los sistemas clasificados según el sustrato que se utilice es la siguiente:

Metabolismos de los fosfágenos: A partir de este proceso se proporciona la energía necesaria para desarrollar la contracción muscular inicial en actividades específicas, o, en el entrenamiento de ejercicios explosivos de poca duración. Generado por la reserva de ATP, la cual no tiene la capacidad de mantenerse por más de cinco segundos, pero en compañía de la Pcr logra mantenerse por más de 15 segundos. (López y Fernandez 2008)

- El Adenosin trifosfato (ATP) es la fuente energética inmediata en nuestro organismo, está presente en la célula a manera de reserva, con el fin de brindar aporte al inicio de las actividades. el proceso exergónico (liberación de energía), se lleva a cabo por la catalización de ATP, gracias a la enzima ATPasa a partir de la que se genera Adenosin difosfato (ADP), liberando la energía química del fosfágeno. Realizada la hidrólisis se puede revertir el proceso y formar de nuevo ATP. La energía que se libera en la célula muscular por la hidrólisis varía según la temperatura y el PH. En condiciones de reposo se conoce de 70 kj.mol, en ejercicio intenso de 52 kj.mol. Esta reserva se agotará después de 0.5 segundos de un esfuerzo máximo. (López y Fernandez 2008)
- La resíntesis de ATP a partir de la fosfocreatina, se lleva a cabo de manera constante, ya que el ATP de reserva es utilizado de manera continua para mantener las funciones celulares. Es un proceso rápido que consiste en la transferencia de energía de la fosfocreatina al ADP para que se pueda reincorporar a ATP, una vez la fosfocreatina pierde su grupo fosfágeno se transforma en creatina. La concentración de la creatinkinasa abunda en el citosol es 5 veces

mayor al ATP, por esta razón es considerado como el mayor grupo de reserva energético celular, su agotamiento se verá reflejado después de unos segundos de esfuerzo máximo. (López y Fernandez 2008)

Metabolismo de los hidratos de carbono: Este metabolismo se realiza mediante la glucosa, un sustrato que se transforma a partir de los hidratos de carbono consumidos en la dieta, son sintetizados en monosacáridos gracias a las enzimas intestinales (amilasas, disacaridasas), son de cantidad considerable para suplir demandas energéticas mayores. La célula lo utiliza mediante dos rutas: la primera a través de la presencia de oxígeno denominado glucólisis aeróbica, cuyo producto se deriva del ácido pirúvico, lo que implica actividad mitocondrial; la otra ruta es sin presencia de oxígeno o glucólisis anaeróbico de la cual el producto final es la producción de ácido láctico en el citosol celular. (López y Fernandez 2008)

La glucosa viaja por el torrente sanguíneo a través de su transportador GLUT, para ingresar al interior de la célula y cumplir con su función energética. Esta, se lleva a cabo por 2 razones: primero por concentración elevada de calcio, lo cual explica que no siempre la célula muscular necesita de insulina, y segundo por incremento de los niveles de glucemia en sangre, lo que facilita la producción de la hormona pancreática insulina, y de esta manera la glucosa ingresa; una vez ingresa pasa por una fosforilación, dando como resultado (glucosa 6-fosfato) con carga negativa, en compañía de la hidrólisis del ATP es catabolizado generando energía de activación. La glucosa no utilizada se transforma en glucosa 1P (glucosa 1fosfato=glucógeno) la cual se almacena gracias a la acción de glucógeno sintetasa, a este proceso se le define como *GLUCOGENOGENESIS*. La cantidad de glucógeno que se encuentra en la célula muscular depende de la masa muscular de cada sujeto aprox. 350-400g en total. (López y Fernandez 2008)

En el ejercicio la glucosa almacenada en la célula se moviliza para resintetizar ATP en cada contracción muscular, procedimiento que se le conoce como

GLUCOGENOLISIS es el que el glucógeno se degrada con el fin de producir glucosa de manera rápida, regulado por la acción de la fosforilasa, que se activa por concentraciones elevadas de adrenalina, y da como producto final el ácido pirúvico, permitiendo la fosforilación directa del ADP y la resíntesis de 4 moléculas de ATP. (López y Fernandez 2008)

El glucolisis anaeróbico se da gracias a la utilización del piruvato en la mitocondria que a su vez se genera por la fractura de la glucosa, de la cual se obtienen 2 protones de (H⁺) y los electrones se unen al dinucleótido de adenina nicotinamida (NAD) formando 2 moléculas NADH. Para que finalmente sean utilizados en la mitocondria, permitiendo conseguir más ATP. Si por el contrario la mitocondria no acepta las reducciones químicas del piruvato, NADH revierte el proceso de oxidación gracias a la enzima lactato deshidrogenasa (LDH), en la que se reduce formando lactato. La cantidad de ATP que se forma mediante este proceso es 60-75mmol por kg de musculo, aproximadamente una taza de consumo de 2.5 min. (López y Fernandez 2008)

El glucolisis aeróbico inicia desde el NADH, su producto es el piruvato, abandonando el citosol celular al entrar a la mitocondria, para complementar su metabolismo. Para transformarse finalmente en H₂O Y CO₂ con presencia de oxígeno, las fases de esta ruta metabólica son las siguientes: 1. Glucolisis. 2. Transformación del piruvato en acetil coenzima A (acetil CoA) 3. Ciclo de Krebs. 4. Fosforilación oxidativa. Las ultimas 3 fases tienen similitud entre los lípidos y las proteínas. (López y Fernandez 2008).

En la primera fase, el piruvato atraviesa la membrana mitocondrial gracias a la enzima deshidrogenasa, que se transforma en acetil CoA de manera irreversible. Realizada la reducción se presenta una deshidrogenización a NAD, átomos de carbono libres y la coenzima A. Para dar inicio al proceso cíclico de Krebs que tiene como finalidad la degradación total del acetil y la obtención libre de protones de (H⁺) para poder iniciar el proceso de fosforilación oxidativa en compañía del H₂O célula, dando como producto final 32 ATP. (López y Fernandez 2008).

Metabolismo de los lípidos: Los ácidos grasos en forma de triglicéridos y en compañía del glicerol son los sustratos energéticos de mayor porcentaje en el cuerpo, se encuentra en el tejido adiposo y constituye una fuente casi inalcanzable. Su utilización energética nos determina consecuencias metabólicas importantes como el ahorro de glucógeno hepático. Una vez ingeridos pasan por el proceso de reducción al ser absorbidos en el intestino delgado, estos viajan por la linfa en forma de quilomicrones. La segunda ruta para obtener los triglicéridos es gracias al hígado que se encarga de transportar y catabolizar las lipoproteínas, su almacenamiento se da por activación de la enzima lipoprotein lipasa, esta enzima se encuentra con predominio en la célula muscular lisa y cardiaca, los triglicéridos son almacenados en el tejido adiposo y en la célula muscular, La lipólisis de los triglicéridos almacenados se lleva a cabo por la enzima lipasa hormono sensible, la cual se activa por concentraciones elevadas de adrenalina y concentraciones bajas de insulina, dando como producto final los ácidos grasos que se unen a la albumina y se llevan a tejido muscular y glicerol disuelto en plasma, donde pueden incorporarse con el hígado o al tejido muscular para ayudar a la síntesis de lipoproteínas. (López y Fernandez 2008).

La coaptación de AGL (ácido graso unido a albumina) por el músculo, se realiza en las fibras tipo I. Se activa en ejercicios de baja y moderada intensidad, dando inicio a la oxidación en el sarcoplasma donde se une a la coenzima A, cuyo resultado es acil-CoA, del equivalente de defosforilación de ATP en la mitocondria, gracias a la cartinina la cual se somete a un proceso de β -oxidación que se define básicamente como la reducción del grupo acil a molécula de carbono mitocondrial. Para continuar con el ciclo de Krebs. sus productos, los cuerpos cetónicos, son vertidos al torrente sanguíneo para su eliminación (López y Fernandez 2008)

Metabolismo de las proteínas: El músculo puede utilizar ciertos aminoácidos de almacenamiento, mediante su oxidación o los disueltos en plasma principalmente la alanina y glutamina, donde se dirigen al hígado y son precursores de la generación de glucosa. En la degradación de los grupos aminos, pasan por un proceso de reducción en una cadena de átomos de carbono, posterior a esto se unen a la enzima

acetil CoA e inician el ciclo de Krebs y se obtiene el mismo producto. (López y Fernandez 2008)

Se han descrito 3 aminoácidos que sirven como sustrato energético disueltos en plasma los cuales son aspartato, alanina glutamato; los otros 3 aminoácidos de fácil oxidación en el musculo son valina, leucina e isoleucina. (López y Fernandez 2008)

En condiciones de reposo y durante el ejercicio la fuente inmediata de amonio es la desaminación de adenosina mono fosfato (AMP) en el musculo, dando lugar a la formación de inosina mono fosfato (IMP), se produce en las fibras de contracción rápida, durante el ejercicio intenso de corta duración, a partir del aspartato en función del ciclo de purinas generando su actividad por aumento de la taza glucólítica. (López y Fernandez 2008)

A partir de lo mencionado anteriormente, es de vital importancia para el estudio planteado conocer cuáles son los efectos que genera el ejercicio físico a nivel multisistémico:

2.5.1. Respuesta cardiaca ante el ejercicio

Uno de los principales cambios generados por el ejercicio físico a nivel cardiaco es el aumento del gasto cardiaco (GC) máximo, como consecuencia directa del aumento en el volumen sistólico.

El entrenamiento aeróbico disminuye el gasto cardiaco durante el ejercicio moderado, esta disminución del GC submáximo asociado al entrenamiento se debe a dos factores:

- Distribución eficaz del caudal sanguíneo
- Aumento de la capacidad de los músculos entrenados de generar ATP mediante proceso aeróbicos en presencia de una menos PO₂ tisular. (Katch, McArdle, y Katch 2015).

En este mismo orden el entrenamiento aeróbico aumenta la capacidad máxima de oxígeno extraído de la sangre arterial, el gasto cardíaco se distribuye a los músculos activos y las fibras musculares metabolizan el oxígeno lo que determina el incremento de la diferencia arterio venosa de oxígeno $D(a-vO_2)$

Por otra parte, es importante dar a conocer mecanismos reguladores de la respuesta cardíaca al ejercicio, entre los que encontramos:

Mecanismos Nerviosos:

El sistema nervioso responde a muchos cambios a través de la activación de las vías nerviosas simpáticas y la inhibición del control parasimpático, de la cual existe mayor predominio por estímulo del centro vasomotor a partir de las señales recibidas para desencadenar una respuesta al ejercicio. (López y Fernandez 2008)

Desde la corteza motora existen actos motores a partir del ejercicio que se manifiestan como una respuesta anticipatoria a nivel cardiovascular, que se refleja en aumento de la actividad simpática simultáneo a un descenso de la actividad parasimpática. El centro vasomotor es estimulado dependiendo del tamaño y cantidad de grupos musculares implicados en el ejercicio. (López y Fernandez 2008)

Una vez iniciada la actividad muscular se genera el control nervioso y la respuesta cardíaca a través de los siguientes receptores:

Mecanorreceptores: se activan con el movimiento articular informando al centro vasomotor, estos se encuentran en la cápsula articular.

Metaborreceptores: estos se ubican en el músculo esquelético, e informan a centro cardiovascular los cambios metabólicos generados en la fibra muscular durante el ejercicio.

Barorreceptores: ubicados en el seno carotídeo y aorta, regulan la función cardíaca y vascular a través de flujo sanguíneo y tensión arterial.

Mecanismos Humorales

Estos se localizan a nivel del músculo como mecanismos tisulares, o como respuesta generada por hormonas mecanismos hormonales. Dentro de los mecanismos tisulares, son aspectos relacionados con el aumento de la presión parcial del CO₂, disminución de la PaO₂ y la disminución del PH, a partir de los procesos catabólicos glicolíticos y oxidativos, es así como se regula el flujo sanguíneo y las demandas tisulares. (López y Fernandez 2008)

Por otra parte, si nos referimos a mecanismos hormonales, se produce liberación y síntesis de catecolaminas en la médula suprarrenal, activación del eje hipotálamo- hipofisario dando respuesta endocrina el ejercicio, es importante resaltar que la regulación de la función vascular en respuesta al ejercicio se debe gracias a la acción del péptido natriurético auricular, el eje renina angiotensina aldosterona y la hormona antidiurética. (López y Fernandez 2008)

Mecanismo Hidrodinámico:

Durante el ejercicio físico ocurren ciertos cambios en el retorno venoso que inciden directamente en la función cardíaca, estos cambios son generados por factores tales como:

Efecto de bomba muscular: en el proceso de retorno de la sangre al corazón influye la capacidad de la musculatura de realizar una contracción dinámica sobre las venas, lo que permite la apertura de las válvulas y por lo tanto un retorno de la sangre al corazón. (López y Fernandez 2008).

Aumento de la inervación simpática general: respecto a este aspecto, gracias a la acción de las catecolaminas las cuales ejercen dos funciones; por un lado, generan un efecto vasoconstrictor que conduce a que aumente la volemia a la aurícula

derecha, por otro lado, la vasoconstricción esplácnica, aumenta también la volemia por lo tanto mejora el retorno venoso. (López y Fernandez 2008). Por otra parte, es importante tener en cuenta que el gasto cardiaco aumenta como consecuencia del volumen sistólico y la frecuencia cardiaca. El ejercicio dinámico desencadena estimulación del nodo sinusal y una activación de la actividad simpática y una inhibición del control parasimpático. (López y Fernandez 2008).

El ejercicio físico ejerce un beneficio cardioprotector en el paciente, dado que genera beneficios sobre:

Factores de riesgo:

- Cambios favorables en lípidos, (aumenta de 8 – 23% colesterol HDL, aumenta de 5-26% la relación colesterol total/ HDL; y disminuye hasta en un 23 % los triglicéridos. Las lipoproteínas de alta densidad funcionan como un factor protector en el organismo, al eliminar de la pared arterial las placas de ateroma. (Márquez, Suárez, y Márquez 2013).
- Aumenta la sensibilidad a la insulina y disminuye el riesgo de desarrollar diabetes tipo II. De acuerdo a (Monod, 1986). La concentración plasmática de insulina disminuye durante el ejercicio en razón inversa de la potencia cuando esta es submaxima. El entrenamiento disminuye la insulemia en reposo y la aumenta durante el ejercicio submáximo.
- Disminuye el peso corporal de 0- 2% en tres meses; disminuye la grasa hasta el 5%
- Disminuye la presión arterial 4- 9 mmhg. De acuerdo a los planteado por (Márquez, 2009) el ejercicio aeróbico produce reducciones significativas de la tensión arterial de 3- 4 mmhg en la sistólica y 2-3 mmhg en la diastólica. Estas reducciones parecen ser superiores en individuos hipertensos.
- Disminuye la frecuencia cardiaca, en el ejercicio esta disminuye debido a que existe mayor dominio vagal, con disminución concomitante de la descarga simpática, disminuyendo el ritmo intrínseco de descarga del nodo sinusal con la consecuente disminución de la frecuencia cardiaca.

- Mejora el consumo de oxígeno máximo entre 11 y 36 %. El estudio influencia de un programa de ejercicio físico terapéutico sobre el consumo máximo de oxígeno en adultos con factores de riesgo cardiovascular, en el cual realizaron un programa de ejercicio físico que combina fuerza con resistencia cardiorrespiratoria, comparada con los niveles de VO₂ Max. A este estudio le realizaron dos mediciones al inicio y al final del programa, como resultado de este estudio se obtuvo una $p < 0.05$, lo que significa que el ejercicio físico genera mejoras significativas sobre el Vo₂ Max.
- De acuerdo a estudios se ha demostrado que el entrenamiento físico incrementa la formación de óxido nítrico endotelial y por lo tanto la vasodilatación dependiente del endotelio a nivel del músculo esquelético.

2.5.2. Respuesta pulmonar en el ejercicio

Una de las funciones principales del sistema respiratorio ante el ejercicio es el control homeostático en la concentración de los gases. permite oxigenar y disminuir el grado de acidez de la sangre venosa y mantener bajo el grado de resistencia vascular pulmonar, por ende, minimiza la aparición de edema. (López y Fernandez 2008)

Durante el ejercicio, la ventilación pulmonar aumenta linealmente, por lo tanto, la relación ventilación perfusión se tornan más uniforme, lo que se traduce en un cociente ventilación / perfusión más equilibrado. (López y Fernandez 2008). Se genera un aumento de la presión de la arteria pulmonar desencadenando un aumento de flujo sanguíneo en los vértices y bases pulmonares, especialmente en el vértice.

A nivel de volúmenes y capacidades pulmonares, se aumentan los volúmenes estáticos, como el volumen pulmonar residual, el cual se justifica por el colapso de pequeñas vías aéreas que aumenta la cantidad de sangre en la parte torácica la cual contiene gran cantidad de aire. (López y Fernandez 2008)

Por otra parte, el ejercicio conduce a un incremento del volumen corriente y un aumento del espacio muerto anatómico, aumento del volumen minuto por incremento de la frecuencia respiratoria e incremento de la profundidad, así como en el patrón respiratorio. (López y Fernandez 2008)

Respecto a la difusión de gases esta aumenta en la ejecución del ejercicio, dado que este incide directamente sobre los determinantes de la ley de fick, tanto en espesor de la membrana, como coeficiente de difusión, diferencia de presiones y superficie de contacto, adicionalmente la capacidad de difusión aumenta hasta 75 ml/min, generando vasodilatación capilar y por ende aumenta la superficie de intercambio y las aéreas de difusión. (López y Fernandez 2008). Así mismo la capacidad de difusión del CO₂ aumenta con el ejercicio, por acentuación en la perfusión pulmonar lo que origina un incremento en la superficie de intercambio gaseoso.

Frente al transporte de O₂, la hemoglobina aumenta con el ejercicio entre un 5% y un 10%, razón por la cual aumenta el transporte de O₂, supliendo la demanda de tejidos metabólicamente activos. (López y Fernandez 2008).

Durante el desarrollo de ejercicio es importante tener en cuenta el comportamiento de la inspiración en la mecánica ventilatoria desde el punto de vista muscular. Los músculos escalenos y los intercostales externos se contraen para elevar las costillas y alejarse del cuerpo aumentando el volumen de la caja torácica.

Por otra parte, en la espiración, la ventilación es asistida por los músculos intercostales internos y abdominales, quienes aumentan su fuerza sobre las costillas y la pared abdominal desencadenando una respiración rápida y de mayor profundidad.

Al tener en cuenta estos factores sobre los cuales incide el ejercicio físico, se puede afirmar que su práctica contribuye a mejorar la calidad de vida de la población, además de mejorar los índices de supervivencia y disminuir el riesgo de mortalidad y morbilidad, asociada a sus complicaciones de tipo cardiovascular y pulmonar.

2.6. Antecedentes.

(Sanabria 2014). Recopiló estudios en los cuales demostró que un programa de intervención estructurado y realizado de manera temprana retarda significativamente la progresión de la ECR y la entrada a diálisis, en comparación con el cuidado estándar.

La importancia del ejercicio físico fue planteada por (Pérez et al.2013), con base en que la enfermedad renal crónica trae repercusiones complejas en múltiples sistemas corporales; una de estas repercusiones es la inactividad física, que conduce al sedentarismo y todas las complicaciones que de este se derivan. Dichas complicaciones se reflejan en deterioro de capacidades físicas, que a su vez se convierte en factor de riesgo de enfermedades cardiovasculares. (Fayad et al. 2005).

Los estudios relacionados con los efectos del ejercicio físico en enfermedad renal crónica en hemodiálisis, reflejan resultados positivos a nivel fisiológico, funcional y psicológico.

Desde el punto de vista físico los resultados se orientaron a la mejoría en la fuerza muscular después de un programa de ejercicio físico; se observó significancia estadística en miembros superiores más que en miembros inferiores, esta mejoría se atribuyó a cambios morfológicos y funcionales de las fibras musculares que conllevarían a mayor reclutamiento de los grupos musculares y en consecuencia una mayor fuerza de ellos. (Cigarroa et al. 2016). los resultados se reflejaron en la fuerza

isométrica máxima en extensión de rodilla izquierda y derecha pasando de 4.1% a 4.3% después de la valoración inicial. (Cigarroa et al. 2016)

Por otra parte, es importante tener en cuenta que la fuerza muscular está dada por el porcentaje de masa muscular y se clasifica como un predictor importante en la movilidad e independencia. (Hernández, Monguí, y Rojas 2018). Es así como, estudios reportan que el trabajo de fuerza a intensidades adecuadas y bien controladas, aumentan la fuerza y la funcionalidad muscular reduciendo el riesgo de caídas y promueve la mineralización ósea. (Sarmiento et al. 2019)

Respecto a la capacidad funcional, los estudios reportan resultados positivos frente al aumento de metros recorridos al ser medidos con el test de marcha de los seis minutos (TM6M). Así como mejoría en relación a variables de presión arterial, específicamente la diastólica, la cual disminuyó en relación con la inicial.

Por otra parte, (Simo et al. 2015a), encontraron los siguientes resultados:

- Frente a la sintomatología depresiva, generada por fatiga, sensación de sed, ansiedad e insomnio. Se obtiene beneficios al realizar ejercicio físico, puesto que un efecto primordial de este es liberar neurotransmisores y endorfinas al torrente sanguíneo, provocando una sensación de bienestar, disminuye los sentimientos negativos, la baja autoestima, la ansiedad y mejora notablemente el humor. Teniendo en cuenta los aspectos antes mencionados sobre los beneficios identificados, se concluyó que estos aspectos contribuyen a mejorar la calidad de vida de la persona, la cual mejora con el impacto del ejercicio físico sobre la capacidad funcional del paciente con enfermedad renal crónica en hemodiálisis. por otra parte, los estudios sobre ejercicio físico en hemodiálisis, reportan resultados frente a aspectos como:

- Efectos cardiovasculares: además de modificar los riesgos cardiovasculares, el ejercicio físico mejora la salud vascular a través del aumento de la biodisponibilidad de óxido nítrico, efectos antioxidante y antiinflamatorios, además de mejorar significativamente el índice de aumento aórtico y la velocidad de la onda de pulso aórtico. (Fernández 2018)
- Así como otro estudio resalta que el ejercicio físico incide en los niveles de presión arterial sistólica y la presión de pulso, esto contribuye a disminuir en las dosis de medicamentos. (Matthew 2019).
- El ejercicio tiene efectos en el metabolismo mineral óseo, específicamente los ejercicios de fuerza y resistencia, generan un aumento de la densidad mineral, está a su vez, mejora la formación ósea, gracias a que el ejercicio incide en los reguladores endocrinos del hueso como la hormona paratiroidea, la vitamina D y el calcio. (Fernández 2018)
- El ejercicio regular moderado, modula la respuesta inflamatoria, dando como resultado un mayor flujo difusivo en la urea del tejido al plasma, maximizando la eficacia del ejercicio para la adecuación de la diálisis.

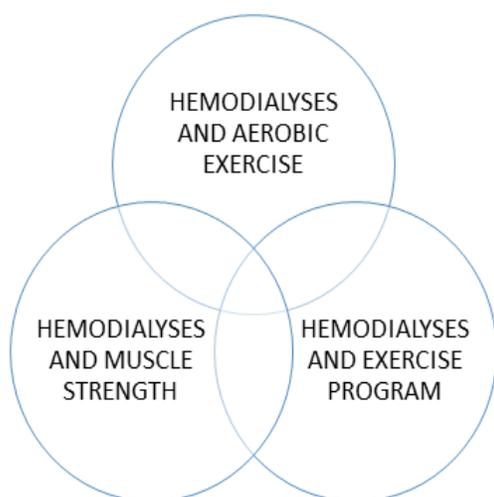
Capítulo 3. Marco metodológico

3.1. Diseño de estudio

Para el desarrollo de este estudio se llevó a cabo una revisión documental de la literatura científica, de la cual se tuvo en cuenta estudios con metodología de ensayos clínicos controlados, y/o aleatorizados y revisiones sistemáticas, en idioma inglés, con un intervalo de búsqueda, comprendido entre el año 2014 y 2020, publicados en revistas indexadas y que cumplieran con los criterios de inclusión relacionados con los beneficios del ejercicio en pacientes con enfermedad renal crónica bajo la modalidad de hemodiálisis.

La búsqueda de artículos se realizó en las siguientes bases de datos Ebscohost, medigraphic, Scielo y Pubmed, cumpliendo la ecuación de búsqueda (Figura N.1), que surgió utilizando los siguientes tesauros o términos MeSh: Hemodialysis, aerobic exercise, muscle strength, hemodialysis, exercise. Para la creación de los motores de búsqueda se utilizaron los conectores booleanos AND Y como operador de alternancia OR.

Grafica N. 1. Formulación de búsqueda



3.2. Referencias cruzadas.

Se revisó la bibliografía de los artículos seleccionados, con el objetivo de hacer una búsqueda de referencias cruzadas. Para la inclusión de los artículos en referencias cruzadas se tuvo en cuenta los criterios de inclusión planteados en el desarrollo del estudio, enfocados a dar respuesta a la pregunta de investigación.

3.3. Población estudio

Artículos científicos relacionados con la intervención del ejercicio físico en personas con enfermedad renal crónica bajo hemodiálisis, lo cuales cumplieron con

un intervalo de publicación entre el año: 2014 – 2020, y que determine los efectos del ejercicio físico en esta población.

3.4. Criterios de inclusión:

- Investigaciones experimentales, de revisión bibliográfica, descriptivos como ensayos clínicos, estudios de caso y revisiones sistemáticas. Provenientes de revistas indexadas, deben tener acceso al texto completo y publicadas en bases de datos.
- Artículos científicos que describan claramente los protocolos de ejercicio físico en paciente con ERC; así mismo, los artículos que muestren dentro de sus resultados sobre variables, fisiológicas, de rendimiento físico o de calidad de vida.
- Artículos que involucren en su población de estudio personas con falla renal en todos los rangos de edad que estén bajo soporte renal, modalidad hemodiálisis.

3.5. Criterios de exclusión:

- Todo material académico que no fuera publicado en revistas indexadas en la que incluye literatura gris o informes finales de investigación, se descartaron artículos cuya metodología no permite identificar los protocolos o los tipos de intervención.
- Artículos que incluyan población con enfermedad renal crónica manejados bajo la modalidad de diálisis peritoneal, o menores de 18 años.
- Artículos que expresen conflicto de interés dentro del apartado metodológico.

3.6. Tipos de intervención.

Para el desarrollo del presente estudio se tuvo en cuenta estudios los cuales plantearan programas de ejercicio físico de manera estructurada, con una metodología clara, en la que se evidencie con exactitud el tipo de abordaje, la duración de los

programas, las sesiones, la frecuencia, repeticiones, series, método e intensidad de trabajo, con efectos fisiológicos generados por el ejercicio físico en los pacientes con enfermedad renal crónica bajo la modalidad de hemodiálisis

3.7. Tipos de medida de resultado.

3.7.1. Resultados primarios

De los estudios, se tuvo en cuenta los programas de ejercicio planteados en la población a partir de variables como: tipo de ejercicio, método, frecuencia, duración, enfermedad renal crónica y terapia de reemplazo renal tipo hemodiálisis.

3.7.2 Resultados secundarios

Se contemplan variables, fisiológicas relacionadas con, presión arterial, perfil lipídico, características antropométricas, respuesta inflamatoria, capacidad funcional, fuerza muscular, consumo de oxígeno, nivel de independencia y calidad de vida.

3.8 Tabla de variables

Tabla N. 2 variables primarias y secundarias

Variables primarias		
Enfermedad renal crónica	Tipo: cualitativa ordinal.	
	Definición: síndrome caracterizado por la caída de la tasa de filtración glomerular, manifestada en aumento del doble del valor normal de la creatinina sérica, la caída de la filtración glomerular por debajo del 50% y la disminución del gasto urinario por debajo de 0.5 ml/kg/h (Gutiérrez, I 2013).	
	Indicador: TFG ml/min/1.73	
	Medida:	
	Estadio	TFG ml/min/1.73
	1. Normal	> 90 ml/min
	2. Leve	69- 89 ml/min

	3.Moderado	30- 59 ml/min
	4.Severo	15- 29 ml/min
	5.Falla	< 15 ml/min
Hemodiálisis	Tipo: cualitativa	
	Definición: Es una terapia de reemplazo de la función renal, consistente en el paso de la sangre del paciente a través de una membrana semipermeable, donde fenómenos físicos como la difusión, convección y ultrafiltración realizan eliminación de solutos causantes del síndrome urémico.	
	Indicador: Frecuencia por semana	
	Medida:	
	Número de veces por semana.	
Variables secundarias		
Modo o tipo de ejercicio	Tipo: cualitativa nominal	
	Definición: Donde se detalla la actividad a ejecutarse con los grupos musculares involucrados que mantengan contracciones continuas. (Pinzón, I 2014).	
	Indicador: Ejercicio aeróbico, fuerza y flexibilidad	
	Medida:	
	Vo2 max, RM, Umbral doloroso	
Frecuencia	Tipo: cuantitativa discreta	
	Definición: hace referencia al número de veces que la persona se ejercita en semana, se relaciona con la intensidad y duración	
	Indicador: De acuerdo a la prescripción	
	Medida:	
	Sesiones por semana	
Duración	Tipo: cuantitativa continua	
	Definición: variaciones en el tiempo de ejercicio, de manera continua o intermitente, depende de la organización de cada sesión. (Pinzón, I 2014).	
	Indicador: Tiempo para el desarrollo de la sesión	
	Medida:	
	Tiempo en minutos 20 min- 30 ^o minutos- 60 ^o minutos	

Intensidad	Tipo: cuantitativa discreta	
	Definición: Es la relación entre el esfuerzo físico requerido para su realización y el esfuerzo físico máximo que el individuo puede tolerar	
	Indicador: Esfuerzo percibido Escala de Borg	
	Medida: Escala de Borg. Modificada. % de entrenamiento. FC: Máxima= lpm	
Variables secundarias		
Presión arterial	Tipo: cuantitativa discreta	
	Definición:	
	Indicador: Valor de la tensión arterial sistólica y diastólica	
	Medida: mmhg	
	Clasificación	Valor
	Normal	< 120 mmhg- <80 mmhg
	Elevada	120-129 mmhg- <80 mmhg
	Hipertensión estadio I	130-139 mmhg - 80-89 mmhg
Hipertensión estadio II	≥ 140 mmhg - ≥ 90 mmhg	
Perfil lipídico	Tipo: cuantitativa continua	
	Definición: laboratorio clínico que mide el colesterol, las lipoproteínas y los triglicéridos.	
	Indicador: concentraciones plasmáticas	
	Medida: LDL /HDL, colesterol total y triglicéridos	
	Mg/dl	
Características antropométricas (Índice de masa corporal)	Tipo: cuantitativa continua	
	Definición: Describe las dimensiones corporales (APTA 2017)	
	Indicador: índice de masa corporal	
	Medida:	
	Insuficiencia ponderal	< 18.5
	Intervalo normal	18.5 – 24.9

	Sobrepeso	≥ 25.0
	Preobesidad	25.0 – 29.9
	Obesidad	≥ 30.0
	Obesidad clase I	30.0 – 34.9
	Obesidad clase II	35.0 – 39.9
	Obesidad clase III	≥ 40.0
Capacidad Funcional (TM6M)	Tipo: cuantitativa continua	
	Definición: Se considera como la facultad presente en una persona para realizar las actividades de la vida diaria sin necesidad de supervisión, dirección o asistencia, es decir, la capacidad de ejecutar tareas y desempeñar roles sociales en la cotidianidad, dentro de un amplio rango de complejidad. (Rueda. J. 2000)	
	Indicador: Distancia recorrida	
	Medida: Metros recorridos.	
Fuerza muscular	Tipo: Cuantitativa continua	
	Definición: Capacidad de un músculo o grupo muscular para generar fuerzas con el fin de producir, mantener, sostener y modificar posturas y movimientos que son prerequisite para la actividad funcional. (APTA. 2017)	
	Indicador: Dinamometría, test muscular manual, test de desempeño muscular.	
	Medida: Kilogramos - Numeración 1.5.	
Depresión (Inventario de depresión de Beck)	Tipo: cuantitativa discreta	
	Definición: La depresión es un trastorno mental frecuente, que se caracteriza por la presencia de tristeza, pérdida de interés o placer, sentimientos de culpa o falta de autoestima, trastornos del sueño o del apetito, sensación de cansancio y falta de concentración. (OMS)	
	Indicador: tasa de depresión	
	Medida: 0-10	Normal

	11-16	Ligero trastorno
	17-20	Depresión clínica
	21-30	Depresión moderada
	31-40	Depresión severa
	≥40	Depresión extrema

3.9. Identificación de los estudios y extracción de datos

Uno de los evaluadores realizó el análisis de los criterios de elegibilidad y los artículos relevantes para la revisión documental, por medio de la elaboración de una primera matriz de análisis cualitativo, se analizó toda la información existente de acuerdo a los conectores y las palabras clave, esta matriz contó con criterios como: aceptado y rechazado. De esta manera se dio paso a la elaboración de la segunda matriz de variables cuantitativas, mediante la información de los artículos aceptados de la siguiente manera: autor, año de publicación, doi, aleatorización, ocultamiento, cegamiento, tamaño de la muestra, número de brazos, tipo de estudio, tipo de intervención, métodos de evaluación y resultados. A partir de esta matriz se realizó el análisis subjetivo de la calidad estableciendo los criterios mínimos necesarios para cada tipo de estudio.

En este mismo orden se realizó una tercera matriz, con el objetivo de especificar las variables de cada artículo y determinar el grado de calidad del mismo, mediante las variables de año, país, base de datos, título, métodos de evaluación con sus respectivos test, intervención realizada con cada uno de los brazos la cual incluyó parámetros de prescripción. Para finalizar se realizó una matriz de exclusión, teniendo en cuenta las variables de: autor, título, año y motivo por el cual no fueron aceptados. Resaltando las razones relacionadas con tipo de estudio, tipo de población y variables de medición.

CAPITULO 4. RESULTADOS

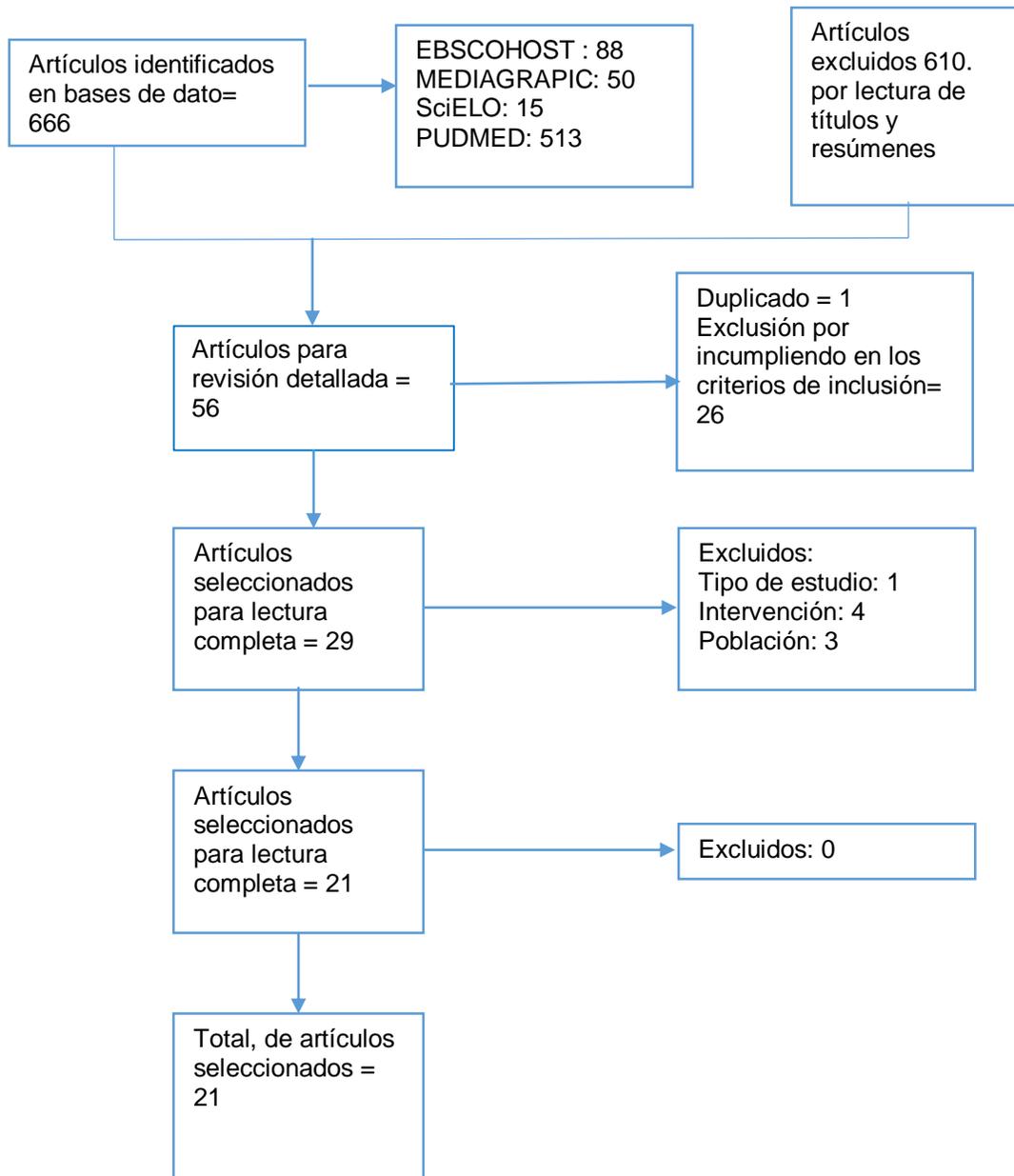
4.1. Métodos de búsqueda para la identificación de los artículos.

4.1.1. Resultados de la búsqueda

Se realizó una búsqueda electrónica en bases de datos, que permita identificar ensayos, aleatorios y no aleatorios, controlados y no controlados, prospectivos, cuasi experimentales, longitudinales, estudios clínicos cruzados y revisiones sistemáticas en las siguientes bases de datos: EBSCOHOST, MEDIAGRAPIC, SciELO, PUDM. Los Encabezados de temas médicos (Mech), utilizados fueron: Hemodialysis, aerobic exercise, muscle strength, hemodialysis, exercise. La búsqueda avanzada en la Base de datos EBSCOHOST arrojó: 88 artículos, MEDIAGRAPIC: 50, SciELO: 15, PUDMED: 513. Para un total de 666 artículos, de los cuales 610 artículos no cumplían de los criterios de inclusión para la investigación, al leer el título y el resumen. Lo que dio lugar a un total de: 56 artículos seleccionados.

El proceso de selección fue realizado por dos investigadores (TR) y (DV) de manera independiente teniendo en cuenta los criterios de inclusión establecidos para el estudio, bajo el análisis de los títulos y abstracts que permitieron identificar un total de 56 artículos, de los cuales se eliminó 1 por duplicarse como referencia cruzada, se rechazó 26 artículos, por no cumplir los criterios de inclusión y se aceptaron 29 artículos. Esto dio paso a la creación de la primera base de datos (Anexo N. 1). Posteriormente en la lectura de los 29 artículos se evidencio que 8 artículos presentaban criterios que desligaban el objetivo del estudio, razón por la cual se requirió eliminarlos, dando lugar a un filtro más específicos de 21 artículos que cumplen con los criterios de inclusión, los cuales se encuentran en la matriz (Moraes et al. 2015), (Peres et al. 2015), (Figueiredo et al. 2018), (Morais et al. 2019), (Castro et al. 2019), (Böhm et al. 2017), (Dong, Zhang, y Yin 2019), (Huang et al. 2019), (Rezaei et al. 2015), (Salehi et al. 2020), (Dungey et al. 2015), (Brown et al. 2018), (Sousa et al. s. f.), (Groussard et al. 2015a), (Zelko et al. 2019), (Cigarroa et al. 2016), (Bogataj et al. 2019), (Abdelaal y Mohamed Abdulaziz 2019), (Anding et al. 2015), (Esteve Simo et al. 2015a), (Chan et al. 2018). (Anexo N. 2).

Grafica N. 2. Flujograma de selección de artículos.



Teniendo en cuenta los 21 artículos seleccionados. Se presenta a través de la siguiente tabla, los artículos incluidos en el estudio, con sus respectivos autores, intervención y año de publicación.

Tabla N. 5. Artículos aceptados

	AUTORES	ESTRATEGIA DE INTERVENCIÓN A GRUPOS EXPERIMENTALES	AÑO DE PUBLICACIÓN
1	(Dungey et al., 2015)	ejercicio intradiálisis con cicloergómetro 30 min.	2015
2	(Morais et al., 2019)	Ejercicio intradiálisis mediante bandas elásticas, balones medicinales y pelotas y cicloergómetros.	2019
3	(Rezaei et al., 2015)	Entrenamiento en casa e intradiálisis de fuerza en paravertebrales y abdominales acompañado de ejercicios de respiración profunda durante 35 minutos.	2015
4	(Brown et al., 2018)	Entrenamiento intradiálisis con Cicloergómetro por 30 minutos .	2018
5	(Peres et al., 2015)	Entrenamiento intradiálisis con Cicloergómetro por 20 minutos .	2015
6	(Sousa et al., s. f.)	Entrenamiento intradiálisis con Cicloergómetro por 30 minutos.	2015
7	(Groussard et al., 2015)	Entrenamiento intradiálisis con Cicloergómetro por 30 minutos .	2015
8	(Chan et al., 2018)	Ejercicios de fortalecimiento para músculos de miembros inferiores.	2018
9	(Figueiredo et al., 2018)	Entrenamiento de músculos inspiratorios con carga del 50% de la cicloergómetro por 30 minutos con velocidad se mantuvo 50 rpm.	2018
10	(Salehi et al., 2020)	Cicloergómetro durante 20 minutos a una velocidad de 30 rpm durante las primeras 2 h de cada sesión de diálisis.	2020
11	(Bogataj et al., 2020)	Ejercicio aeróbico, los ejercicios combinados y de resistencia.	2020
12	(Huang et al., 2019)	Entrenamiento aeróbico con cicloergómetro y ejercicio	2019

		combinado (cicloergómetro+ fortalecimiento en MMII)	
13	(Abdelaal & Abdulaziz, 2019)	Entrenamiento aeróbico con cicloergómetro y ejercicio combinado (cicloergómetro+ fortalecimiento en MMII)	2019
14	(Dong et al., 2019)	Ejercicios de miembros inferiores con equipo multifuerzas dos series de ocho repeticiones 70% de una repetición máxima (1RM) .	2019
15	(Morais et al., 2019)	Ejercicio aeróbico con cicloergómetro que incluían estiramientos musculares antes y después del ejercicio.	2019
16	(Zelko et al., 2019)	ejercicios de resistencia utilizando su propio peso corporal y bolas elásticas sobre la base de la atención de rutina de HD	2019
17	(Castro et al., 2019)	Cicloergómetro durante 20 minutos	2019
18	(Böhm et al., 2017)	ejercicio de 30 minutos que consistía en un calentamiento de 5 minutos, una bicicleta eléctrica de 20 minutos y un régimen de enfriamiento de 5 minutos, alcanzando del 50% al 70% de su FC máxima.	2017
19	(Cigarroa et al., 2016)	calentamiento de 3 minutos y finalizarán con un enfriamiento y estiramiento de 7 minutos. ejercicios de resistencia con bandas elástica	2016
20	(Anding et al., 2015)	Ejercicio combinados de resistencia muscular y cicloergometría	2015
21	(Simo et al., 2015)	Ejercicio combinados de resistencia muscular y cicloergometría	2015

4.1.2. Evaluación de la calidad metodológica de los estudios

La calidad de los estudios se determinó de acuerdo a la escala PEDro, herramienta que permite evaluar la calidad metodológica de los diseños clínicos, presenta un total de 11 ítems. (Cascaes et al. 2013), El ítem 1 determina la elegibilidad para participar de los

estudios, mientras que los ítems 2-9 hacen referencia a la validez interna, indicando los ítems 10 y 11 si la información estadística aportada por los autores permite interpretar los resultados de forma adecuada. Cada ítem contestado como “sí” suma un punto, mientras que los ítems contestados como “no” o “no informa”, no reciben puntuación alguna. La puntuación de la evaluación de calidad se interpreta utilizando la siguiente escala de 10 puntos: ≤ 3 puntos se consideraron de mala calidad, 4–5 puntos como calidad moderada y 6–11 puntos como alta calidad. En esta investigación todos los estudios incluidos se consideran de alta calidad. De los 21 artículos seleccionados, no todos los criterios se cumplieron, razón por la cual fue posible evidenciar que respecto al criterio 2, 12 estudios no reportan la asignación al azar a los grupos, 3. La asignación fue oculta, para este criterio 13 estudios no aplicaron, 4. Los grupos fueron similares al inicio en relación a los indicadores de pronóstico más importantes, 17 estudios no contemplaron, respecto al criterio 5. Todos los sujetos fueron cegados: 17 estudios no aplicaron cegamiento, y por último el criterio 6. De este, 9 estudios no cegaron a los terapeutas que administraron la terapia. (Anexo Tabla N. 3.)

4.1.3. Análisis de los datos y descripción de los estudios.

De los 21 artículos seleccionados para esta investigación, 6 estudios en Brasil (Moraes et al. 2015), (Peres et al. 2015), (Figueiredo et al. 2018), (Morais et al. 2019), (Castro et al. 2019), (Böhm et al. 2017), 2 estudios fueron publicados en China (Dong et al. 2019), (Huang et al. 2019), 2 en Irán, (Rezaei et al. 2015), (Salehi et al. 2020)2020), 1 en la India, (Dungey et al. 2015), 1 en EEUU, (Brown et al. 2018), 1 en Portugal (Sousa et al. s. f.), 1 en Francia (Groussard et al. 2015a)), 1 en Eslovaquia (Zelko et al. 2019), 1 en Chile (Cigarroa et al. 2016)2016), 1 en (Bogataj et al. 2019), 1 en el Cairo (Abdelaal y Mohamed Abdulaziz 2019)), 1 Alemania (Anding et al. 2015), 1 España (Simo et al. 2015b) y 1 en Australia (Chan et al. 2018). Los cuales se encuentran reportados en la matriz documental que incluyen estrategias de ejercicio aeróbico, entrenamiento de la fuerza, terapia combinada y ejercicios de calistenia y vuelta a la calma. Estos evidencian cambios fisiológicos en el paciente con

Enfermedad renal crónica en hemodiálisis. Las publicaciones tienen un margen de año entre 2014 y 2020. (Anexo N. 2 matriz documental).

La población total estudiada en los artículos corresponde a 1501 personas diagnosticadas con Enfermedad Renal Crónica, de los cuales 99 pacientes pertenecieron a grupos únicos donde no hubo grupo control, 560 a grupos controles y 840 a grupos de intervención, sin tipificación de estadios, de razas caucásicos, blancos, negros y mestizos, en edades comprendidas entre los 18 y 86 años de edad, sin discriminación de género, que asistían a hemodiálisis regularmente 3 veces por semana, previamente en periodos comprendidos entre 3 y 48 meses, estables hemodinámicamente, que no cursaran con anginas inestables, infartos agudos de miocardio < 2 meses, amputaciones de MMII, diabetes no controlada, alteraciones neurológicas y musculoesqueléticas que afectaran gravemente la funcionalidad de los pacientes.

El 100% de los artículos incluyeron estrategias de intervención que evidencian cambios fisiológicos con entrenamiento realizado intradiálisis, vs grupo control que permaneció sin entrenamiento, el 41.6 % incluyó solo ejercicio aeróbico, 23,8 realizó entrenamiento de la fuerza resistencia y 23,8% restante incluyó entrenamiento combinado. Los protocolos incluyeron ejercicio con cicloergómetro, bandas elásticas, balones terapéuticos, pesas libres de miembros inferiores, previo a la realización de la actividad central se realizaban movilizaciones y estiramientos musculares en la fase de calentamiento y vuelta a la calma.

4.2. Análisis por subgrupos

Para el análisis por subgrupos, se tomaron 4 tendencias relacionadas con los cambios fisiológicos que mencionaban los artículos, los cuales son determinantes en los pacientes que cursan con Enfermedad Renal Crónica y que se encuentran en manejo de Hemodiálisis en Instituciones Hospitalarias.

4.2.1 Subgrupos por tendencias

- Tendencias de respuestas fisiológicas asociadas a cambios en el sistema cardiovascular: En las que se incluyen aspectos relacionados con el control de la presión arterial, frecuencia cardíaca, capacidad aeróbica, perfil lipídico, cambios antropométricos.
- Tendencias de respuestas fisiológicas asociadas a cambios en el sistema musculoesquelético relacionadas con aumento de la fuerza muscular, marcha y equilibrio funcional.
- Tendencias de respuestas fisiológicas asociadas a cambios en el sistema neurológico relacionado específicamente con el manejo de la depresión.
- Tendencias de respuestas fisiológicas asociadas a cambios en el sistema metabólico que responden a la respuesta inflamatoria, cambios hormonales y eliminación de solutos.

4.2.2. Cambios en el sistema cardiovascular

Presión arterial

Se encontraron 2 artículos que demuestran un efecto a favor del grupo de intervención en términos de mejoría de la presión arterial sistólica después de finalizado el ejercicio (Dungey et al. 2015) evidenciaron una disminución de la Presión sistólica del grupo experimental respecto al control (106 ± 22 frente a 117 ± 25 mm Hg $P = 0.04$; $ES = 0.46$) una hora después de haber finalizado la sesión de hemodiálisis, esto alcanzado con un entrenamiento intradiálisis de 30 minutos con cicloergómetro de miembros inferiores.

(Huang et al. 2019). Realizan un metaanálisis en donde se seleccionaron 20 referencias con 677 participantes los cuales mostraron frente a la presión arterial que hubo grados bajos y altos de heterogeneidad entre los estudios para presión arterial sistólica (PAS) y presión arterial diastólica (PAD) ($I^2 = 8\%$, $p = 0.37$ e $I^2 = 68\%$, $p =$

0.005, respectivamente), el entrenamiento físico no disminuyó la PAS de los pacientes en reposo (DME $-0,17$; IC del 95%: $-0,41$ a $0,08$, $p = 0.18$). Los datos mostraron que tanto el ejercicio aeróbico como el ejercicio combinado no podían disminuir la PAD de los pacientes en reposo (DME 0.07 , IC 95% -0.32 a 0.46 , $p = 0.73$; DME -0.62 , IC 95% -1.60 a 0.37 , $p = 0.22$), y el grado bajo y alto de heterogeneidad existió en el ejercicio aeróbico y el ejercicio combinado ($I^2 = 0\%$ e $I^2 = 86\%$, respectivamente).

Frecuencia cardiaca

(Morais et al. 2019). Sometieron a pacientes a un programa de 12 semanas, en 3 sesiones semanales, con una duración de 30 minutos por sesión. Organizado en tres etapas T1: etapa de descanso durante 10 minutos T2: etapa de intervención duración de 30 minutos, los pacientes realizarán ejercicio aeróbico consistente en movimientos cíclicos de las extremidades inferiores con una intensidad del 45% al 60% de su FC máx. T3: Fase de recuperación (duración de 20 minutos), mostraron que los resultados estimados por el KDQOL-SF excedió 0.80 (rango 0.61-0.90), lo que refleja que el ejercicio físico mejora sustancialmente la frecuencia cardiaca en pacientes con ERC.

Capacidad aeróbica

El estudio realizado por (Huang et al. 2019), en el cual reunió a través de una revisión sistémica los resultados del entrenamiento físico, mostró que el entrenamiento aumenta el pico de VO₂ de los pacientes con ERC (DME $0,73$; IC del 95%: $0,52$ a $0,95$, $p < 0,00001$). Los datos mostraron que tanto el ejercicio aeróbico como el ejercicio combinado mejoraron significativamente el pico de VO₂ (DME 0.64 , IC 95% $0.28-1.01$, $p = 0.0006$ y DME 0.78 , IC 95% $0.51-1.05$, $p < 0.00001$, respectivamente, demostraron también que el entrenamiento con ejercicios mejoró la capacidad de vida en el SF-36 significativamente (SMD 0.34 , IC 95% $0.09-0.59$, $p = 0.007$, y SMD 0.27 , IC 95%: $0.02-0.51$, $p = 0.03$, respectivamente).

En el estudio realizado por (Salehi et al. 2020) los participantes del grupo de intervención realizaron un protocolo que consistía: en realizar ejercicio en bicicleta, con duración de 20 minutos, dos veces a la semana durante 3 meses. Este protocolo mostró un cambio positivo a favor del grupo experimental. La puntuación media de fatiga en el grupo de intervención al principio fue de 58.80 ± 15.29 , y disminuyó constantemente a 58.78 ± 13.54 , 58.75 ± 14.73 , 54.20 ± 15.16 y 54.23 ± 13.60 para los 3 meses de intervención y un mes después de la intervención, respectivamente. En contraste, en el grupo control, este puntaje fue de 62.53 ± 16.32 al comienzo, aumentando a 64.03 ± 13.91 , 64.22 ± 13.07 , 69.53 ± 9.22 , durante los 3 meses de intervención y 70.34 ± 7.69 un mes después de la intervención. A partir de los resultados los autores afirman que, tras la realización de este protocolo, se presentan diferencias significativas para la tolerancia de la fatiga entre el grupo de intervención y el grupo control en el tercer mes ($P = 0.001$) y un mes después de la intervención ($P < 0.001$).

(Bogataj et al. 2019). Realizan un metaanálisis en donde identificaron un total de 33 ensayos controlados aleatorios. El análisis de subgrupos reveló frente a la capacidad funcional, una tendencia hacia un efecto moderador significativo ($Q = 4.73$; $p = 0.094$). Los efectos resumidos de 20 estudios mostraron efectos moderados ($ES = 0,58$; IC del 95%: 0,32 a 0,85; $p < 0,001$) sobre el consumo de oxígeno, se encontraron efectos pequeños y moderados para los tipos de ejercicio aeróbico ($ES = 0,50$; IC del 95%: 0,08 a 0,91; $p = 0,019$) y combinados ($ES = 0,67$; IC del 95%: 0,33 a 1,01; $p < 0,001$), respectivamente. Además, el análisis de regresión indicó que solo la duración de una sola sesión de entrenamiento ($p = 0.025$) predijo significativamente los efectos de la intervención sobre el consumo de oxígeno. El estudio demuestra que los programas generales de ejercicio entre pacientes de diálisis proporcionan efectos positivos significativos en términos de rendimiento de la prueba de caminata de 6 minutos y consumo de oxígeno

(Dong et al. 2019). Mostró que con un entrenamiento de fuerza resistencia durante 12 semanas, refleja diferencias en los indicadores nutricionales como el

índice de masa corporal (IMC), fue estadísticamente significativas a favor del grupo experimental ($P > 0.05$) No hubo diferencias significativas en los biomarcadores de proteína C reactiva (CRP), interleuquinas y factor de necrosis tumoral IL-6, IL-10, TNF- α , IL-6 / TNF- α entre los dos grupos antes de la intervención ($P > 0.05$). Después de la intervención, la diferencia en la PCR entre los dos grupos fue estadísticamente significativa a favor del grupo experimental ($P < 0.05$).

Por su parte (Sousa et al. s. f.), demostraron que al realizar ejercicio 3 veces por semana, durante 8 semanas en las sesiones de hemodiálisis, con cicloergómetro; no se evidencian cambios significativos en el estilo de vida sedentario frente a los aspectos moderado o vigoroso. Esto reflejado en los resultados de post-test en el tiempo pasado en la Actividad sedentaria ($p = 0.08$) y el tiempo pasado de la Actividad vigorosa ($p = 0.15$). El tiempo transcurrido en Actividad física moderada mostró una disminución entre pre y post prueba, pero sin significación estadística ($p = 0.37$). El único parámetro que mostró cambios significativos entre los dos momentos de evaluación fue el tiempo dependiente de Actividad física leve, que aumentó entre el pre y el post-test ($p = 0.03$).

(Simo et al. 2015). Con la propuesta de ejercicio físico intradiálisis sobre la capacidad aeróbica entrenada 60 minutos con cicloergómetro 2 veces por semana logró evidenciar una mejoría significativa ($p=0,004$) a favor del grupo experimental en cuanto a la capacidad aeróbica reflejada en los resultados del Test de marcha de 6 minutos, realizado en la semana 12 de entrenamiento con un resultado 14,6%, (234,4 vs. 274,7 m) grupo control vs grupo experimental respectivamente.

Perfil lipídico

(Groussard et al. 2015). Determinaron que al implementar un protocolo de entrenamiento de ciclismo aeróbico intradiálisis, con intensidades entre el 55% –60% de la $F_{cm\acute{a}x}$, 3 días / semana durante 30 minutos, tiene efectos significativos para el

grupo experimental sobre la condición física, el perfil lipídico y el estado pro / antioxidante, sustentando que a partir de los 3 meses el rendimiento en el 6MWT aumentó en el grupo experimental (+ 23.4%, $p < 0.001$) pero no cambió en el control. Los triglicéridos (TG) plasmáticos se redujeron en grupo intervención (-23%, $p < 0.03$) pero no se modificaron en el grupo control, y las concentraciones plasmáticas de F2-IsoP fueron menores en el grupo experimental que en el control (-35,7%, $p = 0,02$).

Cambios antropométricos

(Chan et al. 2018). Mostraron que con un programa progresiva de entrenamiento de resistencia de 12 semanas, realizado 3 veces por semana , realizando series de entrenamiento entre 12 y 15 repeticiones por ejercicio, con una duración de 30 minutos cada sesión, durante la primera mitad de cada sesión de intradiálisis , la onda de pulso(marcador de riesgo de enfermedad cardiovascular, se refiere a la rigidez arterial) y los resultados hemodinámicos, antropométricos y hematológicos asociados, no resultó en un cambio significativo en la onda de pulso entre el grupo control y el grupo de intervención diferencia de medias = 0 (IC 95% = -0.1 a 0.1); $P = 0,58$], diferencia media = 0 (IC 95% = -0.1a 0.1); $P = 0,58$]. Como tampoco se observaron cambios en ningún resultado antropométrico, incluidos peso diferencia media = -0.95 (IC 95% = -10.86 a 8,95); $P = 0.30$], IMC diferencia media = -0.43 (IC 95% = -7.87 a 7.01); $P = 0.26$] o circunferencia de la cintura diferencia media = -0.41 (IC 95% = -9.81 a 8.98); $P = 0.61$] entre ambos grupos.

4.2.3. Cambios en el sistema musculoesquelético.

Aumento de Fuerza muscular

(Figueiredo et al. 2018). Propuso en su estudio un programa de ejercicios de fuerza para músculos inspiratorios al 50% de la presión inspiratoria máxima, donde los participantes realizaron tres series de 15 inspiraciones profundas con intervalos de descansó durante 60 segundos con, además de entrenamiento con cicloergómetro de 30 minutos a una velocidad de 50 rpm, realizado 3 veces por semana, demostró

diferencia dentro del grupo experimental, con un aumento de la fuerza muscular inspiratoria, de la capacidad funcional y resistencia de la extremidad inferior al final de las 16 semanas, en comparación con la línea de base a las 8 semanas. El entrenamiento muscular inspiratorio mejoró la capacidad funcional, la presión inspiratoria máxima y la fuerza de las extremidades inferiores en 96.7m (IC95% 5.6–189.9), 34.5cmH₂O (IC95% 22.4–46.7) y 2.2 repeticiones (IC95% 1.1–3.2) respectivamente. El aumento de los niveles de resistina y la reducción de los niveles de sTNFR2 después de entrenamiento de los músculos inspiratorios fue de 0.8ng / dL (IC95% 0.5–1.1) y 0.8ng / dL (IC95% 0.3–1.3), respectivamente, sin diferencias entre grupos. En comparación con los valores basales y a las 8 semanas, los niveles de adiponectina ($p < 0,001$) y el dominio de fatiga de la Calidad de vida relacionada con la salud ($p < 0,05$) aumentaron en 16 semanas.

(Dong et al. 2019) Investigaron el efecto del ejercicio de resistencia intradiálisis en los marcadores de inflamación y los índices de sarcopenia en pacientes con hemodiálisis de mantenimiento (MHD), el grupo experimental realizó unos ejercicios de resistencia intradiálisis progresiva con cargas entre 0.5-5 kg con duración de 3 a 5 segundos, durante cada ciclo manejando 10 series * 10 repeticiones durante 12 semanas a tres veces por semana, durante la atención de hemodiálisis de rutina. Los resultados mostraron que después del período de intervención de las 12 semanas, las diferencias fueron estadísticamente significativas en la fuerza de agarre máxima, la tasa de zancada diaria y el nivel de actividad física entre los grupos Experimental y Control ($P < 0.05$).

(Zelko et al. 2019) Propusieron un entrenamiento de resistencia intradiálisis durante 12 semanas para el grupo experimental, mientras el grupo control permanecía inactivo durante la sesión de diálisis, el programa incluía 3 ejercicios que permitirá la activación de los músculos que ejecutan la extensión de la rodilla, la flexión de la rodilla, flexión de cadera, extensión de cadera, abducción de cadera y aducción de cadera en posición supina del paciente. Durante las primeras 2 semanas del programa de entrenamiento se realizaba 3 series de 12 a 15 repeticiones cada una, con

descansos de 1 a 2 minutos entre cada serie, con un aumento de 3 repeticiones por sesión, hasta lograra 18, al alcanzar las 5 series se incrementaba la resistencia con una banda elástica o balón, si se percibía alta carga se reducía el número de repeticiones, series o la aplicación de bandas elásticas más suaves y balones. La fuerza de miembros inferiores arrojó un resultado significativo tras el entrenamiento de la fuerza medido con un dinamómetro isocinético ($r = 0,806$; $P < 0,05$). Concluyendo que el cambio más significativo se obtuvo en la fuerza máxima producida durante una contracción isométrica de los músculos de las extremidades inferiores.

(Castro et al. 2019). Realizó un protocolo el cual consistió en ejercicios para los principales grupos musculares realizados tres veces por semana. El tiempo medio de seguimiento fue de 9.3 ± 3.24 meses, para un total de 4,374 sesiones. La carga para todos los ejercicios aumentó gradualmente durante las semanas de entrenamiento. Las cargas utilizadas en la primera y última semana del programa fueron estadísticamente diferentes ($p < 0.001$). La progresión de la carga fue similar en todos los ejercicios y osciló entre el 180% y el 440% de la carga inicial. En consecuencia, la fuerza muscular aumentó significativamente de 27.3 ± 11.58 Kgf a 34.8 ± 10.77 Kgf ($p = 0.004$). En cuanto a la calidad de vida, tanto los dominios de los componentes físicos y emocionales aumentaron significativamente. Concluyendo que el entrenamiento de la resistencia condujo a aumentos significativos en la capacidad física y puntuaciones más altas en todos los dominios de calidad de vida.

Finalmente, (Simo et al. 2015) analizaron el efecto de un programa adaptado de ejercicio físico intradiálisis sobre la fuerza muscular, la capacidad funcional y la calidad de vida relacionada con la salud en pacientes ancianos (>80 años) en HD, bajo un estudio prospectivo unicéntrico no aleatorizado (12 semanas) con 2 grupos comparativos. El grupo ejercicio incluía un programa de ejercicio físico adaptado mediante pelotas medicinales, pesas, bandas elásticas. El grupo control (C) recibía el cuidado habitual en HD. Al final del estudio, el grupo experimental presentó de forma global una mejoría a su favor en las pruebas realizadas ($p < 0,05$): fuerza de

cuádriceps $10,5 \pm 7,6$ vs. $12,9 \pm 10,1$ kg; Hand grip $16,6 \pm 8,7$ vs. $18,2 \pm 8,9$ kg; sit to stand to sit $29,9 \pm 10,6$ vs. $25 \pm 7,87$ sec

Marcha y Equilibrio Funcional

(Abdelaal y Mohamed Abdulaziz 2019) revelaron que los valores iniciales de rendimiento físico y equilibrio funcional en la evaluación de pacientes con ERC fueron 444.25 ± 21.83 (33.1%), 413.57 ± 28.55 (22.52%), 337 ± 12.23 (0.33%), 50.05 ± 0.89 (22.95%), 49.95 ± 2.06 (22.52%), 41.28 ± 1.75 (0.94%) para entrenamiento aeróbico, entrenamiento de resistencia y equilibrio funcional respectivamente, versus la evaluación final que arrojó porcentaje de cambios de 425 ± 21.49 (27.36%), 366.86 ± 17.47 (8.5%), 336.68 (0.42%) m, 44.4 ± 1.85 (8.06%), 42.95 ± 2.04 (5.003%), 39.48 ± 2.06 (-4.44%). Concluyendo que tanto el entrenamiento aeróbico como el entrenamiento de resistencia tienen efectos favorables sobre el rendimiento físico y equilibrio funcional con entrenamiento de 2 sesiones / semana durante 3 meses ya que pueden aumentar significativamente la distancia de caminata en pacientes con ERC

4.2.4. Cambios en el sistema neurológico

Manejo de la depresión

(Rezaei et al. 2015). Mostró que con un entrenamiento que incluía 4 tipos de ejercicio relacionados con calentamiento de las articular, ejercicios de estiramiento, movimientos de los músculos paravertebrales y del Core, además y ejercicios de respiratorios, durante 10 semanas, 3 veces a la semana, cada sesión con una duración de 35 minutos, refleja un efecto a favor del grupo experimental frente al control, respecto a la tasa de depresión después de la intervención ($P = 0.0016$) de acuerdo a la puntuación de la escala de Beck de 23.8 ± 9.29 a 11.07 ± 12.64 .

(Zelko et al. 2019) Propusieron un entrenamiento de resistencia intradiálisis, en un periodo de 12 semanas, con una frecuencia de 3 veces por semana, este protocolo

incluía entrenamiento de los miembros inferiores. Midieron el efecto del ejercicio sobre la ansiedad y la depresión a través de escalas que mostraron un alfa de Cron Bach que variaba entre 0,82 y 0,90 y el instrumento de enfermedad renal y calidad de vida mostró un alfa de Cronbach que variaba entre 0,84 y 0,91, lo que no refleja cambios positivos a favor de uno de los grupos.

(Simo et al. 2015). Con su propuesta de ejercicio físico intradiálisis combinando 60 minutos con cicloergómetro y equipos de cinesiterapia, con frecuencia de 2 veces por semana. Se logró evidenciar una mejoría significativa a favor del grupo experimental en cuanto al Inventario para medir el nivel de depresión (Beck) $14,4 \pm 11,5$ vs. $11,7 \pm 10,8$ y calidad de vida $54,9 \pm 19,1$ vs. $59,5 \pm 20,3$. Estos cambios no se observaron en el grupo Control al final del estudio.

4.2.5. Cambios en el sistema metabólico

Modulación de la respuesta inflamatoria

A continuación, se presentan los resultados identificados en los protocolos (Dungey et al. 2015) consideran que el entrenamiento de capacidad aeróbica realizado intradiálisis de 30 minutos con cicloergómetro una hora posterior al inicio de la hemodiálisis y con esfuerzo percibido “13-14 “, favorece una tendencias para un efecto del ejercicio en el grupo experimental en monocitos intermedios que disminuyen durante el ejercicio (interacción: $P = 0.09$) y aumentan inmediatamente después del ejercicio (interacción: $P = 0.08$), además de efectos a favor de ambos grupos frente a la liberación de IL-6 que aumentan durante la hemodiálisis ($P = 0.03$) y disminución del TNF- α ($P = 0.004$) al final de la HD, concluye que el ejercicio no tuvo efectos significativos en el grupo experimental sobre h-FABP, mioglobina, CKMB o cTnl h-FABP y mioglobina ya que cayeron significativamente en ambos grupos ya que sus resultados muestran una tendencia a una reducción en ambos grupos. ($P = 0.06$), el ejercicio no mostró cambios en el recuento de neutrófilos frente a la estimulación bacteriana.

(Dong et al. 2019). Mostró que con un entrenamiento de fuerza resistencia de 12 semanas las diferencias de IMC fueron estadísticamente significativas a favor del grupo experimental ($P > 0.05$) No hubo diferencias significativas en CRP, IL-6, IL-10, TNF- α , IL-6 / TNF- α entre los dos grupos antes de la intervención ($P > 0.05$). Después de la intervención, la diferencia en la PCR entre los dos grupos fue estadísticamente significativa a favor del grupo experimental ($P < 0.05$).

En el estudio desarrollado por (Peres et al. 2015) se demostró que no se encontraron efectos a favor del grupo estudio que genera cambios significativos en sangre periférica ($p > 0.05$) en IL-10, IL-6 y TNF- α ($p > 0.05$). en pacientes con ERC, asociando esto, al desarrollo de enfermedades cardiovasculares y eventos metabólicos en esta población.

4.2.6. Cambios Hormonales

(Moraes et al. 2015). Demostró que con un entrenamiento de la fuerza resistencia 3 veces por semana durante 6 meses, con cargas entre el 60% y 70% de la RM, 1.6 a 10 kg con bandas elásticas y pesos libres en miembros inferiores hay un efecto a favor del grupo experimental en las hormonas del apetito, relacionado con una disminución en los niveles de obestatina de 3.0 ng / mL (2.3–3.4) a 1.9 ng / mL (0.6–3.4) y un aumento en los niveles de acilgrelina de 21.5 pg / mL (1.3–77.7) a 37.2 pg / mL (16.7–94.1), además en los niveles de albumina que mejoraban después de la realización de los ejercicios. (3.7 ± 0.3 a 3.9 ± 0.2 , $p < 0.05$).

Eliminación de Solutos

(Katch et al. 2015)(Böhm et al. 2017), Plantearon como objetivo para su estudio investigar los efectos agudos del ejercicio aeróbico intradialítico en la eliminación de solutos, gases en sangre y estrés oxidativo en pacientes con enfermedad renal crónica durante una sesión de hemodiálisis. El grupo control realizó ejercicio aeróbico con un cicloergómetro para miembros inferiores durante 30 minutos con una intensidad entre 60-70% de la frecuencia cardíaca máxima., el grupo control no recibió entrenamiento.

Los resultados arrojaron que las concentraciones de soluto en suero aumentaron con el ejercicio, pero solo el fósforo mostró un aumento significativo ($p = 0.035$). No hubo cambios significativos en la eliminación de solutos y el equilibrio ácido-base. La presión parcial y la saturación de oxígeno aumentaron con el ejercicio ($p = 0.035$ y $p = 0.024$, respectivamente), lo que no ocurrió en el grupo control. La capacidad antioxidante total disminuyó significativamente ($p = 0.027$).

5. Discusión

Los pacientes con enfermedad renal crónica en terapia de reemplazo renal tipo hemodiálisis, sufren una serie de cambios fisiológicos y estructurales relacionados con la uremia y la disminución de la TFG, impactando en el normal funcionamiento de las estructuras y sistemas corporales a nivel cardiovascular, pulmonar, neurológico, musculoesquelético, tegumentario, gastrointestinal y endocrino, alterando variables fisiológicas de tensión arterial, triglicéridos, cascada inflamatoria, características antropométricas, fuerza muscular, nutrición, componente psicosocial y capacidad funcional; las cuales repercuten y limitan la capacidad del individuo para desenvolverse en un entorno personal y social. Frente a este contexto de la ERC, los estudios citados demuestran que el ejercicio físico impacta positivamente en esta población, mejorando el consumo máximo de oxígeno, regulando las cifras de presión arterial, perfil lipídico y modulando factores desencadenantes de la ansiedad y la depresión. Todos estos factores contribuyen a mejorar la calidad de vida de los pacientes con ERC en hemodiálisis.

Teniendo en cuenta las múltiples razones que limitan el ejercicio físico en el paciente con ERC. Es importante destacar los efectos a partir de las variables fisiológicas identificadas de acuerdo a los resultados publicados por: (Huang et al. 2019), (Salehi et al. 2020), (Bogataj et al. 2019), (Dong et al. 2019), (Sousa et al. s. f.), (Simo et al. 2015). La aplicación de protocolos en ejercicio demuestra una significancia estadística importante en cada uno de los estudios, dado que los valores de p se encuentran entre: $p < 0,00001$, $P < 0.001$, $P < 0.05$, a favor del aumento del VO_2 pico

y mejoría de la capacidad funcional de los grupos experimentales. Esto confirma los beneficios expuestos por (Katch, McArdle, y Katch 2015) y (López y Fernandez 2008), en sus obras relacionadas con la fisiología del ejercicio, las adaptaciones y cambios relacionados con el ejercicio frente a estas variables fisiológicas.

En este mismo orden, en lo que respecta a presión arterial. Los estudios de (Dungey et al., 2015) y (Huang et al., 2019), reportan mejoría significativa ($P=0,04$) relacionada con la presión arterial sistólica de los grupos experimentales en los estudios citados. De esa misma manera demuestran que el ejercicio físico no disminuye la presión arterial sistólica del paciente en reposo. A esta posición se opone un estudio de (Wilund et al., 2019), en el cual aborda los mitos del ejercicio físico, citando autores que recomiendan no realizar ejercicio intradiálisis dado que, este puede exacerbar la inestabilidad asociada al estrés hemodinámico intradiálisis por hipotensión post-ejercicio, aumentando el riesgo de eventos isquémicos adversos como factores a tener en cuenta dentro de la seguridad hemodinámica.

Cabe destacar que el perfil lipídico juega un papel fundamental en el riesgo cardiovascular de los pacientes con enfermedad renal crónica. De acuerdo al estudio realizado por: (Groussard et al. 2015), se logra una reducción del 33% de la concentración plasmática de triglicéridos, y por otra parte se refleja un aumento en los triglicéridos de alta densidad HDL. Frente a esta posición, no se evidencia literatura o artículos científicos que se opongan, al contrario, la mayor parte de ellos se centra en el perfil lipídico como uno de los factores más relevantes. Sin embargo (Graham-Brown, Jardine, y Burton 2019) resalta que los protocolos en ejercicio impactan positivamente en el riesgo cardiometabólico tradicional, incluidos niveles de colesterol y triglicéridos, pero estos, no explican la morbilidad y mortalidad en pacientes en hemodiálisis, razón por la cual estas variables necesitan ser cuestionadas.

Simultáneamente, la modulación de la respuesta inflamatoria tiene un impacto significativo en el paciente con ERC. Así como lo demuestra (Dungey et al. 2015), (Dong et al. 2019) y (Peres et al. 2015). Al aplicar protocolos de entrenamiento de capacidad aeróbica y fuerza de resistencia en sus grupos experimentales, se obtiene una disminución de factores de necrosis tumoral $P = 0.09$, así mismo Después de la intervención, la diferencia en la PCR entre los dos grupos fue estadísticamente significativa a favor del grupo experimental ($P < 0.05$). Frente a esta postura no se logró evidenciar posiciones que se opongan.

Frente a la fuerza muscular, (Figueiredo et al. 2018) aborda la musculatura inspiratoria a través de un programa que incluye: el trabajo de músculos inspiratorios y entrenamiento cardiovascular con cicloergómetro, incrementa la fuerza muscular inspiratoria, la capacidad funcional y resistencia de la extremidad inferior al final del programa. Para esta postura se resalta la importancia de la musculatura inspiratoria, dado que la mayoría de los estudios se centran en fuerza muscular periférica, así como lo menciona el estudio de (Simo et al. 2015), en el cual se evaluó la musculatura de miembros superiores e inferiores con dinamometría y los resultados se reflejaron estadísticamente significativos ($P = 0.019$), para la mejoría en cuanto a fuerza de estos segmentos corporales.

Por otra parte, uno de los aspectos relevantes en el paciente con ERC, es la malnutrición. Esta se genera por múltiples cambios asociados al sistema endocrino, así como lo plantea (Moraes et al. 2015), quien midió el efecto del ejercicio físico con relación a dos hormonas del apetito, como son: grelina, como inductora del apetito y el vaciamiento gástrico y obestatina como hormona que se opone a la función de la hormona grelina. Después de 6 meses de ejercicio, los niveles de obestatina se redujeron de $3.0 \text{ ng / mL} (2.3\text{--}3.4)$ a $1.9 \text{ ng / mL} (0.6\text{--}3.4)$ y los niveles de grelina aumentaron de $21.5 \text{ pg / mL} (1.3\text{--}77.7)$ a $37.2 \text{ pg / mL} (16.7\text{--}94.1)$. Con una significancia estadística de $P = 0.05$ a favor del grupo experimental. Frente a esta posición es importante resaltar que muchos de los estudios hablan del estado nutricional del paciente con ERC, pero no se centran en la influencia de estas

hormonas, encontramos autores como (Bustamante 2008), quien atribuye la malnutrición a factores tales como: hipertrigliceridemia, y factores gastrointestinales que disminuyen la ingesta por náuseas y vomito razón que induce a la anorexia.

Finalmente, desde el componente psicológico, estos autores (Rezaei et al., 2015), (Zelko et al., 2019), (Simo et al., 2015) demuestran significancia estadística en relación a la disminución de la tasa de depresión y ansiedad después de la intervención ($P = 0.0016$). Teniendo en cuenta esta posición, es importante rescatar que la literatura es enfática en los cambios psicológicos asociados a la enfermedad renal crónica y a la hemodiálisis. Estos parten de una serie de factores endocrinos tales como la disminución de los estrógenos en el caso de las mujeres y la disminución de la testosterona en el hombre (Borrero R et al. 2003) De esta misma manera desde el punto de vista fisiológico a nivel neurológico el aumento de la uremia puede generar alteraciones en el ciclo del sueño, pérdida de memoria y problemas de concentración. (Hammer y McPhee 2019) aspectos que se deben tener en cuenta en la implementación de programas de ejercicio físico en esta población.

Aunque en otro sentido, existen razones que dificultan la implementación del ejercicio físico en esta población. Estas razones están sujetas a factores como: barreras administrativas y estructurales del sistema de salud, desconocimiento del talento humano sobre los efectos del ejercicio físico en esta población. Todos estos aspectos se relacionan con la poca evidencia de estudios experimentales desarrollados en el país, a pesar de existir una gama de evidencia a nivel mundial, se carece de consensos que avalen y soporten de manera agrupada los efectos asociados con la población colombiana específicamente.

6. Conclusiones y limitaciones

En el desarrollo de la investigación fue posible evidenciar los efectos positivos del ejercicio en pacientes con enfermedad renal crónica en modalidad de hemodiálisis. Los programas demuestran ser muy efectivos en cuanto a la mejoría de variables fisiológicas, relacionadas con la disminución de riesgo cardiovascular, mejoría de la capacidad funcional, cualidades físicas y variables de salud mental. Pero es importante resaltar que los estudios no contemplan parámetros de seguridad que definan criterios claros para tomar decisiones en la prescripción del ejercicio, la continuidad o la suspensión del mismo y garantizar al paciente seguridad y mitigar la ocurrencia de eventos adversos.

El entrenamiento físico se debe determinar y prescribir en pro de la independencia, con el fin de enriquecer la funcionalidad y disminuir las complicaciones secundarias a la enfermedad renal crónica, se recomienda un programa de entrenamiento combinado con una frecuencia de 2 veces por semana duración de 20 minutos mínimo, con una intensidad entre leve a moderada de tipo progresivo en fase intradialítica y con monitoreo hemodinámico, sin embargo no se utilizan los programas de entrenamiento dentro de las unidades como parte de tratamiento, por desconocimiento profesional y la misma gestión.

El ejercicio físico contribuye a disminuir la posibilidad de existencia de anorexia en los pacientes con ERC sometidos a hemodiálisis, puesto que genera efecto sobre la hormona grelina induciendo el apetito y el vaciamiento gástrico, e inhibiendo la función de hormona obestatina la cual se opone a las funciones de la hormona grelina.

El ejercicio físico genera un impacto positivo con relación a la progresión de la enfermedad, mejorando el gasto cardíaco y repercutiendo en una adecuada perfusión, que mejora los requerimientos de oxígeno ante las demandas metabólicas disminuyendo de esta manera la sensación de fatiga ante la ejecución

de una actividad, lo que contribuye a mejorar la calidad de vida en relación a la independencia.

6. 1 Limitaciones

Dentro de la literatura colombiana se evidencia escasa referencia de estudios experimentales relacionados con los efectos del ejercicio físico en población con ERC bajo modalidad de hemodiálisis, situación que contribuye al desconocimiento y a la falta de implementación de estos programas en las unidades renales del país.

Aunque existe variedad de protocolos fisioterapéuticos, las metodologías utilizadas y las tendencias de intervención planteadas en los estudios, no se ejecutan de la manera adecuada en el ámbito profesional, por varios factores que se interponen a la práctica.

Anexos: Matriz de artículos

Anexo N. 1 matriz de Artículos excluidos

AUTOR	TITULO	AÑO	PAIS	CAUSA DE EXCLUSION
Wioletta Dziubek,1 Katarzyna Bulińska,1 Aukasz Rogowski,2 Tomasz GoBwbiowski,3 Mariusz Kusztal,3 Monika Grochola,1 Dominika Markowska,1 Agnieszka ZembroN-Aacny,4 WacBaw Weyde,3 Marian Klinger,3 andMarekWofniewski1	The Effects of Aquatic Exercises on Physical Fitness and Muscle Function in Dialysis Patients	2015	Wrocław, Poland	El estudio se centra específicamente en el efecto del ejercicio acuático en pacientes con hemodiálisis, por lo tanto, no aplica a los criterios de inclusión de este estudio.
Zhenzhen Qiu,1 Kai Zheng,2 Haoxiang Zhang,3 Ji Feng,4 Lizhi Wang,5 and Hao Zhou6	Physical Exercise and Patients with Chronic Renal Failure: A Meta-Analysis	2017	Inglaterra	Este estudio es rechazado por que mide el efecto del ejercicio en pacientes con enfermedad renal crónica en un programa previo a la diálisis, lo cual incidiría en los resultados de este estudio, puesto que este el objetivo se enfoca en el ejercicio intradiálisis.

Zhenzhen Qiu,1 Kai Zheng,2 Haoxiang Zhang,3 Ji Feng,4 Lizhi Wang,5 and Hao Zhou6	Physical Exercise and Patients with Chronic Renal Failure: A Meta-Analysis	2017	Fujian, China	Este estudio fue excluido dado que contempla el ejercicio físico en la población con enfermedad renal crónica pero no hace énfasis en el tipo de tratamiento de terapia de remplazo renal que reciben los pacientes, por lo tanto, no aplica a los criterios de inclusión.
Pedro Henrique Scheidt Figueiredo1,2, MaÁrcia Maria Oliveira Lima2, Henrique Silveira Costa3, Rosalina Tossige Gomes2 ³ , Camila Danielle Cunha Neves2 ³ , Evandro Silveira de Oliveira2 ³ , Frederico Lopes Alves4 ³ , Vanessa Gomes Brandão Rodrigues4 ³ , EmóÁlio Henrique Barroso Maciel4 ³ , ClaÁudio Heitor Balthazar2	The role of the inspiratory muscle weakness in functional capacity in hemodialysis patientsel	2017	Minas Gerais, Brasil	Este estudio fue excluido dado mide el impacto que general la debilidad muscular inspiratoria en la capacidad funcional del paciente, se puede tener en cuenta desde aspectos de impacto, mas no aplica en los criterios de inclusión
Müller-Ortiz, Hans; Pedreros-Rosales, Cristian; Vera-Calzaretta, Aldo; González-Burboa, Alexis; Zúñiga-San Martín, Carlos; Oliveros-Romero, María Soledad	Exercise training in advanced chronic kidney disease	2019	Chile	Este estudio es excluido, dado que el objetivo de su intervención no se centra en los efectos del ejercicio físico en pacientes con enfermedad renal crónica en hemodiálisis.

Zhou, He; Al-Ali, Fadwa; Kang, Gu Eon; Hamad, Abdullah I.; Ibrahim, Rania A.; Talal, Talal K.; Najafi, Bijan	Application of Wearables to Facilitate Virtually Supervised Intradialytic Exercise for Reducing Depresión Symptoms	2020	Houston	Este estudio es excluido, porque el objetivo principal se centra en comparar dos tipos de intervención en casa y en la clínica y medir el impacto sobre la depresión.
Mallamaci, Francesca; Pisano, Anna; Tripepi, Giovanni	Physical activity in chronic kidney disease and the EXerCise Introduction To Enhance trial	2020	Washington	Este estudio es excluido, dado que no cumple con los criterios de inclusión planteados, puesto que mide el efecto del ejercicio físico en pacientes con trasplante renal. Desligándolo del presente estudio.
Nilsson, Birgitta Blakstad; Bunæs-Næss, Heidi; Edvardsen, Elisabeth; Stenehjem, Aud-Eldrid	High-intensity interval training in haemodialysis patients: a pilot randomised controlled trial	2019	Noruega	Es una comparación del entrenamiento de alto impacto sobre el impacto en el ejercicio moderado en paciente terminal.
Oliveira E Silva, Viviana Rugolo; Stringuetta Belik, Fernanda; Hueb, João Carlos; de Souza Gonçalves, Renato; Costa Teixeira Caramori, Jacqueline; Perez Vogt, Bárbara; Barretti, Pasqual; Zanati Bazan, Silméia Garcia; De Stefano, Greicy Mara Mengue Feniman; Martin, Luis Cuadrado; da Silva Franco, Roberto Jorge	Aerobic Exercise Training and Nontraditional Cardiovascular Risk Factors in Hemodialysis Patients: Results from a Prospective Randomized Trial	2019	Basilea	Es un estudio que se enfoca más en la relación de entrenamiento aeróbico y factores de riesgos cardiovasculares en la población con enfermedad renal crónica

Moriyama, Yoshifumi; Hara, Masahiko; Aratani, Sae; Ishikawa, Hideaki; Kono, Kenichi; Tamaki, Masatake	The association between six month intra-dialytic resistance training and muscle strength or physical performance in patients with maintenance hemodialysis: a multicenter retrospective observational study	2019	Australia	Es un estudio que se incluye población menor de 18 años, por lo tanto no cumple con los criterios de inclusión
Fernandes, Antonio de Olival; Sens, Yvoty Alves Dos Santos; Xavier, Vivian Bertoni; Miorin, Luiz Antonio; Alves, Vera Lúcia Dos Santos	Functional and Respiratory Capacity of Patients with Chronic Kidney Disease Undergoing Cycle Ergometer Training during Hemodialysis Sessions: A Randomized Clinical Trial	2019	Brasil	Es un programa de entrenamiento después de la diálisis
Pu, Jiang; Jiang, Zheng; Wu, Weihua; Li, Li; Zhang, Liling; Li, Ying; Liu, Qi; Ou, Santao	Efficacy and safety of intradialytic exercise in haemodialysis patients: a systematic review and meta-analysis	2019	China	Se centra en dar respuesta a los síntomas secundarios de la hemodiálisis como la calidad de vida y la depresión
Salhab, Nada; Karavetian, Mirey; Kooman, Jeroen; Fiaccadori, Enrico; El Khoury, Cosette F.	Effects of intradialytic aerobic exercise on hemodialysis patients: a systematic review and meta-analysis	2019	Bélgica	La eficacia la mejoría de fósforo sérico, eficiencia de diálisis, estado inflamatorio, vitamina D3
Scapini, Kátia B.; Bohlke, Maristela; Moraes, Oscar A.; Rodrigues, Clarissa G.; Inácio, José Fs; Sbruzzi, Graciele; Leguisamo, Camila P.; Sanches, Iris C.; Tourinho Filho, Hugo; Irigoyen, Maria C.	Combined training is the most effective training modality to improve aerobic capacity and blood pressure control in people requiring haemodialysis for end-stage renal disease: systematic review and network meta-analysis	2019	China	Es un tipo de estudio donde se compara la hemodiálisis con la diálisis y la variedad de la presión arterial ante el rendimiento físico

Warsame, Fatima; Ying, Hao; Haugen, Christine E.; Thomas, Alvin G.; Crews, Deidra C.; Shafi, Tariq; Jaar, Bernard; Chu, Nadia M.; Segev, Dorry L.; McAdams-DeMarco, Mara A.	Intradialytic Activities and Health-Related Quality of Life Among Hemodialysis Patients	2018	Baltimore	Se evidencia actividades que pueden realizar las personas en casa con el fin de mejorar la calidad de vida
Paluchamy, Thenmozhi; Vaidyanathan, Rajeswari	Effectiveness of intradialytic exercise on dialysis adequacy, physiological parameters, biochemical markers and quality of life - A pilot study	2018	India	Es un estudio excluido dado que incluye un programa post diálisis, aspecto que se desliga de nuestro objeto de estudio.
McGregor, Gordon; Ennis, Stuart; Powell, Richard; Hamborg, Thomas; Raymond, Neil T.; Owen, William; Aldridge, Nicolas; Evans, Gail; Goodby, Josie; Hewins, Sue; Banerjee, Prithwish; Krishnan, Nithya S.; Ting, Stephen M. S.; Zehnder, Daniel	Feasibility and effects of intradialytic low-frequency electrical muscle stimulation and cycle training: A pilot randomized controlled trial	2018	Coventry	Es un estudio excluido puesto que la población presenta un sesgo basado con la recolección de datos.
Broers, Natascha J. H.; Martens, Remy J. H.; Cornelis, Tom; van der Sande, Frank M.; Diederens, Nanda M. P.; Hermans, Marc M. H.; Wirtz, Joris J. J. M.; Stiff, Frank; Konings, Constantijn J. A. M.; DeJagere, Tom; Canaud, Bernard; Wabel, Peter; Leunissen, Karel M. L.; Kooman, Jeroen P.	Physical Activity in End-Stage Renal Disease Patients: The Effects of Starting Dialysis in the First 6 Months after the Transition Period	2017	Maastricht	Es un estudio excluido, dado que se enfoca en medir los efectos de la actividad física en pacientes de enfermedad renal crónica en fase terminal, sin tratamiento de hemodiálisis.

Shimoda, Takahiro; Matsuzawa, Ryota; Yoneki, Kei; Harada, Mana; Watanabe, Takaaki; Matsumoto, Mika; Yoshida, Atsushi; Takeuchi, Yasuo; Matsunaga, Atsuhiko	Changes in physical activity and risk of all-cause mortality in patients on maintenance hemodialysis: a retrospective cohort study	2017	Japón	Este estudio se excluye dado sus objetos de estudio son la mortalidad y la práctica de ejercicio físico en pacientes con hemodiálisis.
Williams, Schantel; Han, Maggie; Ye, Xiaoling; Zhang, Hanjie; Meyring-Wösten, Anna; Bonner, Marcee; Young, Candace; Thijssen, Stephan; Marsh, Daniel; Kotanko, Peter	Physical Activity and Sleep Patterns in Hemodialysis Patients in a Suburban Environment	2017	New York	Este estudio se excluye, porque mide la actividad física y los patrones de sueño en pacientes con hemodiálisis en un ambiente extra clínico. Lo que lo desliga de los criterios de inclusión
Thompson, Stephanie; Clark, Alex; Molzahn, Anita; Klarenbach, Scott; Tonelli, Marcello	Increasing the uptake of exercise programs in the dialysis unit: a protocol for a realist synthesis	2016	Canadá	Es excluido por presentar un protocolo para un programa de ejercicio en la unidad de diálisis, pero no referencia efectos.
Dziubek, Wioletta; Kowalska, Joanna; Kusztal, Mariusz; Rogowski, Łukasz; Gołębiowski, Tomasz; Nikifur, Małgorzata; Szczepańska-Gieracha, Joanna; Zembroń-Łacny, Agnieszka; Klinger, Marian; Woźniewski, Marek	The Level of Anxiety and Depression in Dialysis Patients Undertaking Regular Physical Exercise Training--a Preliminary Study	2016	Polonia	Es excluido porque presenta dos protocolos de intervención para medir el efecto en la depresión.

Dungey, Maurice; Bishop, Nicolette C.; Young, Hannah M. L.; Burton, James O.; Smith, Alice C.	The Impact of Exercising During Haemodialysis on Blood Pressure, Markers of Cardiac Injury and Systemic Inflammation--Preliminary Results of a Pilot Study	2015	Reino Unido	Es excluido porque La población de estudio presentaba otras comorbilidades como disfunción ventricular e inmunosupresión.
Carreira, Maria Angela Magalhães de Queiroz; Nogueira, André Barros; Pena, Felipe Montes; Kiuchi, Marcio Galindo; Rodrigues, Ronaldo Campos; Rodrigues, Rodrigo da Rocha; Matos, Jorge Paulo Strogoff de; Lugon, Jocemir Ronaldo	Heart Rate Variability Correlates to Functional Aerobic Impairment in Hemodialysis Patients	2015	Sao Paulo	Este estudio no cumple los criterios de inclusión dado que mide la variabilidad de FC en correlación con el deterioro funcional. Mas no los efectos del ejercicio.
Gomes, Edimar Pedrosa; Reboredo, Maycon Moura; Carvalho, Erich Vidal; Teixeira, Daniel Rodrigues; Carvalho, Laís Fernanda Caldi d'Ornellas; Filho, Gilberto Francisco Ferreira; de Oliveira, Julio César Abreu; Sanders-Pinheiro, Helady; Chebli, Júlio Maria Fonseca; de Paula, Rogério Baumgratz; Pinheiro, Bruno do Valle	Physical Activity in Hemodialysis Patients Measured by Triaxial Accelerometer	2015	Brasil	Este estudio no cumple los criterios de inclusión dado que mide las actividades físicas de la vida diaria del paciente renal, mas no los efectos del ejercicio físico.

Scott McGuire ,1 Elizabeth Jane Horton,1 Derek Renshaw,1 Alofonso Jimenez,1,2 Nithya Krishnan,1,3 and Gordon McGregor	Hemodynamic Instability during Dialysis: The Potential Role of Intradialytic Exercise	2018	Madrid, España	Este estudio es rechazado por que no se trata de un estudio que reporta una muestra de la población que mida el efecto del ejercicio en pacientes con enfermedad renal crónica en un programa de diálisis.
Danwin Chan,1 Simon Geen,1 Maria a Fiatarone Singh,2,3 Robert Barnard,4 Claudine s Bonder5 and Birinder s Cheema	Muscle strength, mobility, quality of life and falls in patients on maintenance haemodialysis: A prospective study	2017	Australia	El estudio es excluido dado que el objetivo de este se encamina a: explorar la relación entre calidad de vida y parámetros físicos (fuerza muscular y movilidad) entre personas sometidas hemodiálisis de mantenimiento; cambios en la fuerza y la movilidad a lo largo del tiempo y predictores de fuerza y la movilidad asociados con caídas. mas no a medir los efectos del ejercicio físico en pacientes con enfermedad renal crónica en hemodiálisis.
Fang, Hsin-Yu; Burrows, Brett T.; King, Alexis C.; Wilund, Kenneth R	A Comparison of Intradialytic versus Out-of-Clinic Exercise Training Programs for Hemodialysis Patients	2020	USA	Este estudio no cumple los criterios de inclusión dado que compara dos programas de ejercicio intradiálisis y fuera de la clínica.

Morais, Mauro José de Deus; de Abreu, Luiz Carlos; Santana de Oliveira, Fabiano; Pinheiro Bezerra, Italla Maria; Raimundo, Rodrigo Daminello; Paulo Martins Silva, Romeu; Valenti, Vitor Engracia; Pérez-Riera, Andrés Ricardo	Is aerobic exercise training during hemodialysis a reliable intervention for autonomic dysfunction in individuals with chronic kidney disease? A prospective longitudinal clinical trial	2019	Brasil	Este estudio, se excluye dado que mide su pregunta de investigación se encamina a medir la confiabilidad del ejercicio aeróbico en pacientes con hemodiálisis.
Hart, Allyson; Johansen, Kirsten L.	Cardiovascular protection and mounting evidence for the benefits of intradialytic exercise	2019	N. R	Este artículo es excluido porque realiza una descripción detallada de los efectos del ejercicio, pero no especifica los criterios de inclusión de este estudio.
Cardoso, Rodrigo Kohn; Araujo, Aline Machado; Orcy, Rafael Bueno; Bohlke, Maristela; Oses, Jean Pierre; Del Vecchio, Fabrício Boscolo; Barcellos, Franklin Correa; Gonzalez, Maria Cristina; Rombaldi, Airton José	Effects of continuous moderate exercise with partial blood flow restriction during hemodialysis: A protocol for a randomized clinical trial	2019	Brasil	Este artículo es excluido porque realiza una interrupción del flujo sanguíneo en la aplicación del protocolo durante la hemodiálisis, criterio no contemplado en los criterios de inclusión de este estudio.
Stray-Gundersen, James; Howden, Erin J.; Parsons, Dora Beth; Thompson, Jeffrey R.	Neither Hematocrit Normalization nor Exercise Training Restores Oxygen Consumption to Normal Levels in Hemodialysis Patients	2016	Texas	Este artículo es excluido porque mide la perturbación de agentes estimulantes y ejercicio físico en pacientes con enfermedad renal crónica en hemodiálisis.
Lewis, Michael I.; Fournier, Mario; Wang, Huiyuan; Storer, Thomas W.; Casaburi, Richard; Kopple, Joel D.	Effect of endurance and/or strength training on muscle fiber size, oxidative capacity, and capillarity in hemodialysis patients	2015	California	Este artículo es excluido porque dentro de su población incluyo pacientes con edad menor de 17 años

Anexo N. 2 MATRIZ DOCUMENTAL

AUTOR	TITULO	TIPO DE INTERVENCION		VARIABLES DE MEDICION	RESULTADOS
Maurice Dungeya,b Nicolette C. Bishopb Hannah M. L. Younga James O. Burtona,c Alice C. Smitha,c	The Impact of Exercising During Haemodialysis on Blood Pressure, Markers of Cardiac Injury and Systemic Inflammation – Preliminary Results of aPilot Study	GRUPO CONTROL: Durante el brazo de control el paciente descansado a lo largo de HD.	GRUPO INTERVENCIÓN: Durante La hemodiálisis los pacientes realizaron 5 minutos calentamiento seguido de una serie de 30 minutos de ejercicio intradiálisis con ciclo- ergómetro diseñado (serie Letto; Reck, Alemania) 60 min en su Sesión HD. Se evaluó con escala de esfuerzo con la escala ERP	PRIMARIA: Ejercicio físico. SECUNDARIAS: presión sanguínea, marcadores plasmáticos de lesión cardíaca e inflamación sistémica, células inflamatorias y neutrófilos.	Este estudio demuestra fluctuaciones en la presión arterial. durante la hemodiálisis en respuesta al ejercicio. Sin embargo, la disminución de la presión arterial no reporto ningún tipo de lesión cardíaca, por lo que es considerado una respuesta normal al ejercicio, superpuesto a la respuesta hemodinámica a la hemodiálisis. De manera importante se demostró que el ejercicio no exacerba la respuesta sistémica inflamatoria, ni la repuesta inmune. El ejercicio fue bien tolerado

<p>Cristiane Moraes¹, Sandra Marinho², Julie Calixto Lobo³, Milena B. Stockler-Pinto¹, Amanda F. Barros¹, Ludmilla Viana Jacobson⁴, Antonio Claudio Lucas da Nobrega¹, Maria Luiza Garcia Rosa¹, and Mafra Denise¹</p>	<p>Effects of resistance exercise training on acyl-ghrelin and obestatin levels in hemodialysis patients</p>	<p>GRUPO CONTROL: Durante el brazo de control el paciente no realizo ejercicio largo de HD.</p>	<p>GRUPO INTERVENCIÓN: Durante seis meses, con frecuencia de tres veces por semana, los pacientes realizaron: ejercicios de resistencia con bandas elásticas en miembros inferiores, concéntrico y excéntrico. Prescrita con RM, Además de ejercicios isométricos. bajo el protocolo I Cheema's¹⁴ adaptado.</p>	<p>PRIMARIA: ejercicio de resistencia SECUNDARIAS: hormonas del apetito, composición corporal y estado nutricional</p>	<p>Después de 6 meses de ejercicio, los niveles de obestatina se redujeron [de 3.0 ng / mL(2.3–3.4) a 1.9 ng / mL (0.6–3.4)] y los niveles de acilgrelina aumentaron [de 21.5 pg / mL (1.3–77.7) a 37,2 pg / ml (16,7–94,1)]. El grupo control no presentó diferencias significativas en ambos niveles plasmáticos de hormonas, la composición corporal y funcional física evaluada por SF-36, mejoraron, así también los niveles de albúmina (3.7 ± 0.3 a 3.9 ± 0.2, p50.05) presentaron mejoría después del programa de ejercicio.</p>
<p>Jahangir Rezaei,¹ Alireza Abdi,¹ Mansour Rezaei,² Jafar Heydarnezhadian,³ and Rostam Jalali¹</p>	<p>Effect of Regular Exercise Program on Depression in Hemodialysis Patients</p>	<p>GRUPO CONTROL: No Hubo intervención en el grupo control para tratar depresión durante el</p>	<p>GRUPO INTERVENCIÓN: La planificación del ejercicio contiene cuatro tipos de ejercicios. movimientos con intensidad inferior a moderada, el programa incluye</p>	<p>PRIMARIA: Ejercicio físico SECUNDARIAS: Tasa de depresión.</p>	<p>Según los resultados de este estudio, no hubo diferencias entre los grupos de casos y controles en la tasa de depresión al principio del estudio, pero hubo una diferencia significativa después de</p>

		estudio que no sea los procedimientos de rutina de la sala de hemodiálisis	acciones de calentamiento de articulaciones, ejercicios de estiramiento, movimientos de los músculos de la espalda baja y abdomen y ejercicios de respiración profunda, El plan de ejercicio se realizó tres veces por semana. durante diez semanas, y cada sesión ha tomado alrededor de 35 minutos.		la intervención ($P = 0.016$). al comienzo del estudio, la media y DE, de depresión en caso de grupo fueron 23.8 ± 9.29 y se redujeron a 11.07 ± 12.64 al final ($P < 0.001$).
Paul David Stuart Brown, Kylie Rowed, Jane Shearer, Jennifer M. MacRae, and Kristen Parker	Impact of intradialytic exercise intensity on urea clearance in hemodialysis patients	GRUPO CONTROL: protocolo de hemodiálisis sin ejercicio	GRUPO INTERVENCIÓN: 30 minutos de ejercicio al 55% de la frecuencia cardíaca máxima predicha por la edad ($f_{cm\acute{a}x}$), y 30 minutos de ejercicio al 70% de $f_{cm\acute{a}x}$. los participantes comenzaron su ejercicio después de 60 minutos de hemodiálisis.	PRIMARIA: Ejercicio físico SECUNDARIAS: Aclaramiento de la UREA	Se ha demostrado que el ejercicio intradiálisis (IDE) beneficia la eficacia de la diálisis; sin embargo, el efecto de la intensidad IDE es desconocido. EL aclaramiento de urea del dializador (urea k, ml / min) fue significativamente mayor durante ambos protocolos IDE (frecuencia cardíaca máxima del 55% y 70%,

					Fc máx), en comparación con el grupo control IDE (p <0.05). no se encontraron diferencias significativas en la urea k entre los protocolos IDE (55% vs.70% hrmáx) (p> 0.05). los resultados muestran que la IDE de mayor intensidad no tiene ningún beneficio adicional sobre k urea.
Alessandra Peres ^{1,2} , Daniela Lazzarotto Perotto ¹ , Gilson Pires Dorneles ^{1,2} , Maria Isabel Severini Fuhro ¹ , and Mariane Borba Monteiro ^{1,3}	Effects of intradialytic exercise on systemic cytokine in patients with chronic kidney disease	GRUPO CONTROL: No existió grupo control	GRUPO INTERVENCIÓN: El ejercicio fue realizado por un fisioterapeuta y consistió en una Sesión HD con ejercicio aeróbico en el ciclo ergómetro de miembros inferiores (Ergo-bike, Cardio 2002 PC, Dream electronic, Alemania) que se colocó delante del paciente. El ejercicio físico se realizó después de las primeras dos horas de HD, con una duración	PRIMARIA: Ejercicio físico SECUNDARIAS: perfil de citocinas: interleucina-6, interleucina-10 (IL-10), interleucina-17a (IL-17a), interferón-gamma (INF-g) y factor de necrosis tumoral alfa (TNF-a).	INF-g disminuyó durante HD, cuando se realizó la comparación con el momento previo en ambas sesiones, mientras que solo se encontró un aumento en la HD posterior en la sesión CON. IL-17 fue mayor en comparación con ambas sesiones durante HD. Además del efecto de tiempo, IL-10 presentó cambios significativamente mayores en EX con relación a la sesión CON. Estos datos indican que

			de 20 min. Se pidió a los pacientes mantener un rendimiento de velocidad equivalente a 6 o 7 en el Escala de Borg modificada.		20 minutos de ejercicio intradiálisis tienen un efecto modesto. en inflamación sistémica, Sin embargo, el aumento significativo en IL-10 puede indicar un efecto inmunorregulador del ejercicio físico.
José Florêncio Sousa,1* Jonatas Cassiano Ribeiro,1 Carla Correia Sá,1,2 André Novo,2,3 Vítor Pires Lopes	Effects of aerobic exercise program on physical activity levels in hemodialysis patients	GRUPO CONTROL: No existió grupo control	GRUPO INTERVENCIÓN: El programa consistió en ejercicio aeróbico, realizado 3 veces a la semana, durante las sesiones. hemodiálisis, consistía en pedalear en un cicloergómetro horizontal Carex® Digital Pedal Ejercitador (Sioux Falls, SD, Estados Unidos de América) El período de entrenamiento corrió por hemodiálisis, después de los primeros 30 y antes de los últimos 45	PRIMARIA: Ejercicio físico SECUNDARIAS: niveles de actividad física	Los resultados indicaron que la PA predominantemente realizada, En ambos momentos de evaluación, fue de intensidad leve, Por otro lado, la PA moderada y vigorosa en conjunto constituía menos del 1% del total de PA realizado. El tiempo pasado en FA leve aumentó significativamente entre el pre y el post-test ($p = 0.03$), mientras que el tiempo empleado en las actividades sedentarias, la AP moderada y la AP vigorosa no cambiaron significativamente. En

			<p>minutos de hemodiálisis, cuando hay menos variabilidad durante el tratamiento</p> <p>La carga de entrenamiento fue individualizado con aumento progresivo, a través de la autopercepción del esfuerzo evaluado con la escala Borg (Borg, 1982.</p>		<p>conclusión, los niveles de PA leve aumentaron significativamente entre el pre y el post-test, sin cambios significativos en el estilo de vida sedentario, AP moderada y AP vigorosa.</p>
<p>Carole Groussard, Myriam Rouchon-Isnard, Céline Coutard, Fanny Romain, Ludivine Malardé, Sophie Lemoine-Morel, Brice Martin, Bruno Pereira, and Nathalie Boisseau</p>	<p>Beneficial effects of an intradialytic cycling training program in patients with end-stage kidney disease</p>	<p>GRUPO CONTROL: No recibió entrenamiento intradiálisis</p>	<p>se sometió a un entrenamiento aeróbico intradiálisis de 3 meses. programa que consiste en ciclismo 3 días / semana en ciclo especializado ergómetros (OxyCycle II, Kinou Medical) adaptados al sujetosilla de diálisis</p> <p>El ciclismo se realizó en posición sentada durante las primeras 2 h de diálisis. Durante</p>	<p>PRIMARIA: Ejercicio físico</p> <p>SECUNDARIAS: Composición corporal, aptitud física, perfil lipídico, estado pro / antioxidante.</p>	<p>El programa piloto demostró que un ciclo aeróbico intradiálisis tiene efectos beneficiosos sobre la forma física y el perfil lipídico y evitó el agravamiento de la SG en pacientes con ESKD. Además, Este estudio es el primero en informar una diferencia significativa en plasma F2-IsoP (el marcador de lípidos más sensible y confiable peroxidación)</p>

		<p>la primera sesión de ejercicio, los sujetos ciclado durante 15 minutos a un ritmo tolerable. La duración fue entonces gradualmente aumentó en 5 minutos durante la primera semana y luego en 10 minutos durante la segunda semana para llegar a 30 minutos después de 2 semanas de entrenamiento. Antes y después de cada sesión, respectivamente, los sujetos realizaron 5 minutos de calentamiento en el cicloergómetro especializado y 5 minutos enfriarse. La carga de trabajo se estableció en 55% – 60% de la potencia máxima</p>	<p>entre pacientes entrenados y no entrenados al final de un protocolo de intervención</p>
--	--	--	--

<p>Danwin Chan,1 Simon Geen,1 Maria a Fiatarone Singh,2,3 Robert Barnard,4 Claudine s Bonder5 and Birinder s Cheema</p>	<p>Effect of intradialytic resistance training on pulse wave velocity and associated cardiovascular disease biomarkers in end stage renal disease</p>	<p>Periodo de control Durante el período de control, los participantes permanecieron sedentarios, se suministró asistencia médica y cuidados habituales de hemodiálisis</p>	<p>Periodo de intervención A los participantes se les recetó PRT intradialisis tres veces por semana durante la primera mitad de cada sesión de hemodiálisis bajo la supervisión directa de un fisiólogo acreditado en ejercicio. Se utilizó equipo PRT, que incluye: una máquina de resistencia al peso Fitness™ (Hindmarsh, Australia) para press de pecho, fila sentada, press de piernas, flexión de rodilla y flexión flexión de la cadera y rodilla; tubo elástico Thera- band™ (Akron, OH, EE. UU.) Con asas (Clovelly Park, Australia) para extensión de espalda, extensión de rodilla y flexión de rodilla, flexión de cadera (Cinco tubos elásticos</p>	<p>PRIMARIAS: entrenamiento de resistencia progresiva (PRT) SECUNDARIAS: onda del pulso velocidad (PWV) y hemodinámica, antropométrica y hematológica</p>	<p>No se detectó un cambio significativo en PWV entre el control y períodos de intervención [diferencia media = 0 (IC 95% = -0.1 a 0.1); P = 0,58]. Resultados antropométricos No se observaron cambios en ningún resultado antropométrico, incluidos peso [diferencia media = -0.95 (IC 95% = -10.86 a 8,95); P = 0.30], IMC [diferencia media = -0.43 (IC 95% = -7.87 a 7.01); P = 0.26] o circunferencia de la cintura [diferencia media = -0.41 (IC 95% = -9.81 a 8.98); P = 0.61] entre los períodos de control e intervención.</p>
---	---	---	---	---	--

		<p>con graduación de color fueron utilizados para aumentar la resistencia progresivamente); pesas (Celsius™, China) para press de hombros, flexión de bíceps y extensión de tríceps.</p> <p>Durante las primeras 4 semanas de intervención, se realizó tres series de 12-15 repeticiones por cada ejercicio, se midió el esfuerzo percibido (RPE) de 12–14 (algo duro).</p> <p>Durante las últimas 8 semanas de entrenamiento, tres series de 10-12 repeticiones de cada ejercicio.</p> <p>se realizaron a un RPE de 14-15 (duro).</p> <p>La duración de cada sesión fue de aproximadamente 30 minutos, con eficiencia facilitado por ejercicios alternos,</p>		
--	--	--	--	--

			de conjunto a conjunto, dirigidos diferentes grupos musculares.		
Pedro Henrique Scheidt Figueiredo ^{1,2*} , MaÂrcia Maria Oliveira Lima, Henrique Silveira Costa, Jeanne Brenda Martins ¹³ , Olga Dumont Flecha ⁴³ , PatrôÂcia Furtado GoncEalves ⁴³ , Frederico Lopes Alves ^{5,63} , Vanessa Gomes Brandão Rodrigues ^{5,63} ,	Effects of the inspiratory muscle training and aerobic training on respiratory and functional parameters, inflammatory biomarkers, redox status and quality of life in hemodialysis patients: A	Periodo de control Durante el período de control, los participantes no realizaron ejercicio.	Todas las intervenciones (IMT, AT y CT) fueron intradialíticas y se realizaron durante las primeras dos horas de diálisis, tres veces por semana durante ocho semanas o 24 sesiones. Las sesiones de inasistencia de los voluntarios no fueron restauradas. Por lo tanto, la adherencia se registró de acuerdo el número de	PRIMARIAS: entrenamiento muscular inspiratorio, entrenamiento aeróbico y funcional. SECUNDARIAS: Biomarcadores inflamatorios, estado de oxidación (redox), calidad de vida.	Se mostró diferencia dentro del grupo, con un aumento de la fuerza muscular inspiratoria, la capacidad funcional y resistencia de la extremidad inferior al final de las 16 semanas, en comparación con la línea de base a las 8 semanas. El MIP aumentó 34.5 cmH ₂ O (IC _{95%} 22.4 ± 46.7) después de IMT (8 semanas a 16 semanas). Este aumento fue similar (p =

<p>Emílio Henrique Barroso Maciel^{5,6}, Vanessa Amaral Mendonça^{1,2}, Ana Cristina Rodrigues Lacerda^{1,2}, Erica Leandro Marciano Vieira³, Antônio Luciano Teixeira³, Fabrício de Paula⁵, Claudio Heitor Balthaza</p>	<p>randomized clinical trial</p>		<p>sesiones. El IMT se realizó utilizando el Umbral IMT1 (Respironics, Murrysville PA, EE. UU.) O Power-Respira luz o resistencia media (Powerbreathe, HaB International Ltd., Southam, Reino Unido), según el PIM evaluada previamente. Los participantes realizaron tres series de 15 inspiraciones profundas en la boquilla del equipo con intervalos de descansó durante 60 segundos con la carga lineal ajustada a 50% de MIP. MIP fue reevaluado cada seis sesiones para el ajuste de carga. El AT fue realizado por cicloergómetro (Mini Bike E5, ACTE Sports, São Paulo, Brasil) colocado al frente de las sillas de</p>	<p>0.06) a AT y grupo CT (18.5 cmH₂O (IC95% 9.9 ± 27.0) y 26.9 cmH₂O (IC95% 17.2 ± 36.7), respectivamente. IMT, AT y CT mejoraron los parámetros funcionales y los biomarcadores inflamatorios modulados, Además, el IMT provocó una respuesta similar a la AT de baja intensidad en pacientes en hemodiálisis</p>
---	----------------------------------	--	--	--

		<p>los pacientes. La sesión de ciclismo consistió en un calentamiento de 5 minutos, 30 minutos de ciclo en la carga de trabajo objetivo y un período de enfriamiento de 5 minutos. Durante ejercicio, a los pacientes se les preguntó cada 5 minutos sobre el puntaje de fatiga, se ajustó el cicloergómetro la carga para lograr un puntaje de fatiga entre tres y cinco puntos en la escala de Borg modificado. La velocidad se mantuvo 50 rpm.</p> <p>Entrenamiento muscular inspiratorio en pacientes en hemodiálisis PLOS</p>		
--	--	--	--	--

<p>Salehi, Farzaneh; Dehghan, Mahlgha; Mangolian Shahrbabaki, Parvin; Ebadzadeh, Mohammad Reza</p>	<p>Effectiveness of exercise on fatigue in hemodialysis patients: a randomized controlled trial</p>	<p>Periodo de control no realizó ejercicio.</p>	<p>la intervención es de 30 minutos después del inicio y durante el primeras 2 h de diálisis. El investigador colocó la bicicleta la cama, fijó los pies del paciente a los pedales con adhesivo correas, y el rango de movimiento de la rodilla se determinó para cada tema. Los pacientes realizaron pedaleo pasivo a baja potencia, durante 20 minutos a una velocidad de 30 rpm durante las primeras 2 h de cada sesión de diálisis. Los participantes recibieron instrucciones sobre cómo hacer ejercicio y se les proporcionó retroalimentación verbal durante el ejercicio. Antes, durante y después del</p>	<p>PRIMARIAS: Ejercicio físico aeróbico SECUNDARIAS: Nivel de fatiga</p>	<p>La puntuación media de fatiga en el grupo de intervención al principio fue de 58.80 ± 15.29, que constantemente disminuyó a 58.78 ± 13.54, 58.75 ± 14.73, 54.20 ± 15.16 y 54.23 ± 13.60 durante los 3 meses de intervención y 1 mes después de la intervención, respectivamente. En contraste, en el grupo de control, este puntaje fue 62.53 ± 16.32 en el inicio, aumentando a 64.03 ± 13.91, 64.22 ± 13.07, 69.53 ± 9.22, durante los 3 meses de intervención y 70.34 ± 7.69 un mes después de la intervención. Hubo diferencias significativas entre el grupo de intervención y el control. grupo en el tercer mes ($P = 0.001$) y 1 mes después de la intervención ($P < 0.001$).</p>
--	---	---	---	--	--

			ejercicio, se evaluó presión arterial, frecuencia cardíaca y temperatura.		
Bogataj, Špela; Pajek, Maja; Pajek, Jernej; Buturović Ponikvar, Jadranka; Paravlic, Armi	Exercise-Based Interventions in Hemodialysis Patients: A Systematic Review with a Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials	NO APLICA	La integridad de la descripción de la intervención para los grupos de intervención y control. se evaluó utilizando la lista de verificación TIDieR de 12 ítems. Esta lista de verificación incluye el nombre corto de intervención; por qué la justificación; los materiales; el procedimiento; siempre que intervención; modos de entrega; dónde, cuándo y cuánto; modificaciones; resultados planificados; y resultados reales.	<p>PRIMARIAS: Ejercicio físico en hemodiálisis (aeróbico y resistencia)</p> <p>SECUNDARIAS: Capacidad funcional, consumo de oxígeno (pico / máximo VO₂), resistencia de la fuerza de las extremidades inferiores, e inflamación (proteína C reactiva).</p>	el grupo de intervención mostró efectos moderados (ES = 0,74; 95% CI 0,35 a 1,14; p <0,001; y ES = 0,70; IC del 95%: 0,39 a 1,01; p <0,001; respectivamente), respecto a capacidad funcional (prueba de caminata de seis minutos) y consumo de oxígeno. Se observaron pequeños efectos no significativos para el ejercicio aeróbico (ES = 0.36; IC 95% 0.85 a 0.13; p = 0.154) y resistencia (ES = 0.44; IC 95% 1.07 0,19; p = 0.169) en los tipos de entrenamiento, mientras que se encontraron

		<p>El tamaño mínimo de la muestra fue 14 y el tamaño máximo fue 96. La edad promedio de todos los sujetos incluidos fueron 55.7 9.6 años. La duración de las intervenciones varió de 8 a 40 semanas. El período de intervención más frecuente fue de 12 semanas. El tipo de ejercicio más frecuente fue ejercicio aeróbico, los ejercicios combinados y de resistencia, con una frecuencia de tres veces por semana, seguida de dos veces por semana y cuatro veces por semana. En la mayoría de los casos, la intervención se realizó durante El procedimiento de diálisis. Las intervenciones incluían, la intensidad del ejercicio generalmente fue moderada (13–14 en</p>	<p>efectos moderados para la combinación (ES = 0.69; IC 95% 1,47 a 0,10; p = 0.088) tipo de entrenamiento basado en una prueba de 10 repeticiones sentado y de pie. Se observaron efectos para aeróbico (ES = 1.21; IC del 95%: 1.94 a 0.49; p = 0.001) y entrenamiento de resistencia (ES = 0.54; 95% IC 0.90 a 0.17; p = 0.004).</p>
--	--	---	--

			una escala Borg, 65% de VO2max, 55% – 60% de la potencia máxima, 65% de la 1RM). Por otra parte, un solo la duración del ejercicio varió de 13 min a 90 min.	
Huang, Mei; Lv, Aili; Wang, Jing; Xu, Na; Ma, Gairong; Zhai, Zhonghui; Zhang, Bin; Gao, Julin; Ni, Chunping	Exercise Training and Outcomes in Hemodialysis Patients: Systematic Review and Meta-Analysis	Revisión sistemática	<p>PRIMARIAS: Ejercicio físico en hemodiálisis</p> <p>SECUNDARIAS: Eficiencia de la diálisis (8 ensayos) Presión sanguínea (7 ensayos) VO2 pico (10 ensayos) Caminata de los 6 minutos (7 ensayos)</p>	<p>Los datos estadísticos mostraron que el entrenamiento físico no repercute en una mejora significativa.</p> <p>El entrenamiento físico no disminuyó la PAS de los pacientes en reposo</p> <p>En todos los metaanálisis se evidencio un aumento del VO2 pico</p> <p>En todos los estudios se evidencia una buena adaptación después de las 3 semanas</p>

		<p>No hubo grupo control.</p>	<p>Grupo conformado por 25 pacientes. El grupo de pacientes recibió 12 semanas de entrenamiento de ejercicio aeróbico progresivo (AET) tres veces / semana, en el horario de sesiones del día sin diálisis. La intensidad del entrenamiento comenzó con 55% de FCmáx, alcanzó el 70% de FCmáx al final del estudio/esfuerzo percibido entre 11 y 13 en la escala de Borg. Se realizó 3 veces por semana durante 12 semanas. El programa consistió en ejercicios de flexión de piernas y extensión de piernas usando la máquina multigym Kettler 7752-800, EMS Physio (Reino Unido). Cada sesión fue precedida y seguida por una fase</p>	<p>PRIMARIAS: Ejercicio físico SECUNDARIAS: Prueba de caminata de los 6 minutos Capacidad física: cuestionario internacional de actividad física. Escala de equilibrio de BERG</p>	<p>EL entrenamiento aeróbico regular y de fuerza en pacientes con MRH. El entrenamiento aeróbico y de fuerza demostró tener efectos favorables a corto y largo plazo en el PP y el FB en pacientes con MRH. El estudio actual investigó las respuestas a corto y largo plazo del PP y el FB al tratamiento con ejercicios en pacientes con MRH. Tanto el entrenamiento aeróbico como el de resistencia en forma de 2 sesiones / semana durante 3 meses pueden aumentar significativamente la distancia de caminata en pacientes con ERC.</p>
--	--	-------------------------------	--	--	--

			de calentamiento / enfriamiento entrenamiento se inició con dos series de ocho repeticiones 70% de una repetición máxima (1RM) y el progreso para alcanzar tres series de diez repeticiones 70% 1RM y esfuerzo percibido entre 15-17 en la escala de Borg		
Dong, Zhi-Juan; Zhang, Hai-Lin; Yin, Li-Xia	Effects of intradialytic resistance exercise on systemic inflammation in maintenance hemodialysis patients with sarcopenia: a randomized controlled trial	Recibieron atención de rutina de HD	Este grupo Realizó ejercicios de resistencia intradiálisis progresiva con intensidad alta o moderada durante 12 semanas a tres veces por semana (utilizando su propio peso corporal y balones elásticos) sobre la base de la atención de rutina de HD.	PRIMARIAS: Ejercicio físico SECUNDARIAS: Capacidad física: cuestionario internacional de actividad física. Índice de masa corporal	No hubo diferencias significativas en la actividad física y los datos bioquímicos entre los grupos E y C antes de la intervención (P > 0.05). Después del período de intervención de 12 semanas, las diferencias fueron estadísticamente significativas en la fuerza de agarre máxima, la tasa de zancada diaria y el nivel de actividad física entre los grupos E y C (P <0.05). No hubo diferencias significativas en los

				<p>indicadores nutricionales relacionados con los componentes del cuerpo (IMC, SMI, SMM, FFM, FFMI, WHR, FM, FMI) entre los grupos E y C antes de la intervención. Antes de la intervención, 4 semanas después de la intervención y 12 semanas después de la intervención, no hubo diferencias significativas en la comparación del mismo período entre los grupos</p>
<p>Morais, Mauro J. D.; Raimundo, Rodrigo D.; Oliveira, Fabiano S.; Abreu, Luiz C. de; Bezerra, Italla M. P.; Silva, Romeu P. M.; Rodrigues, Alliny S.; Valenti, Vitor E.; Pérez-Riera, Andrés R.</p>	<p>Evaluation of the effects of aerobic training during hemodialysis on autonomic heart rate modulation in patients with chronic renal disease</p>	<p>3 sesiones semanales de ejercicio aeróbico realizadas durante las primeras 2 horas de las sesiones de hemodiálisis durante 12 semanas (3 meses) programa de ejercicio de 30 minutos que consistía en un calentamiento de 5 minutos, una bicicleta eléctrica de 20 minutos y un régimen de enfriamiento de 5 minutos, utilizaron la escala de esfuerzo percibido de Borg en su programa para medir la intensidad del ejercicio. La carga se prescribirá teniendo en cuenta la escala de Karvonen los sujetos fueron caminados en una cinta rodante para ejercicios aeróbicos</p>	<p>PRIMARIAS: Ejercicio físico SECUNDARIAS: Frecuencia cardíaca (RS800CX; Polar Electro Finland Oy, Kempele, Finlandia)</p>	<p>Los datos se expresarán como media \pm desviación estándar o mediana (rango intercuartil), cuando corresponda. La distribución de la muestra se analizará con la prueba de Shapiro-Wilk. Para la comparación de los valores iniciales y finales entre grupos, se aplicará la prueba t de Student no apareada para distribuciones</p>

		divididos en 5 minutos de calentamiento y 25 minutos de ejercicio, alcanzando del 50% al 70% de su FC máxima (FC máx.).		paramétricas y la prueba de Mann-Whitney para distribuciones no paramétricas. La significación estadística se considerará en el nivel $P < .05$ (o 5%).
Zelko, Aurel; Skoumalova, Ivana; Kolarcik, Peter; Rosenberger, Jaroslav; Rabajdova, Miroslava; Marekova, Maria; Geckova, Andrea Madarasova; van Dijk, Jitse P.; Reijneveld, Sijmen A.; NEPHRO-team	The effects of intradialytic resistance training on muscle strength, psychological well-being, clinical outcomes and circulatory micro-ribonucleic acid profiles in haemodialysis patients: Protocol for a quasi-experimental study	Las sesiones de IRT comenzarán con un calentamiento de 3 minutos y finalizarán con un enfriamiento y estiramiento de 7 minutos. Para realizar ejercicios efectivos en posición supina, utilizaremos presión externa generada por bandas elásticas y sobre-bolas (TheraBand, Akron, OH). Estos recursos de carga externos se fijarán en una construcción de la cama de diálisis y durante los ejercicios los pacientes tirarán o empujarán contra ellos. En el marco de nuestro estudio, las bandas elásticas y las sobre balones son una fuente efectiva de carga externa y ambas mostraron una excelente aplicabilidad para la implementación de programas IRT en estudios similares. Para controlar el progreso del entrenamiento del paciente, registraremos el número de repeticiones y series para cada ejercicio independientemente.	PRIMARIAS: Ejercicio físico SECUNDARIA: ARN en sangre	ARN después del período de seguimiento de tres meses. Estas muestras se analizarán para determinar la expresión de mi ARN específicos que regulan el metabolismo del calcio circulatorio y para la expresión de factores de transcripción implicados en las vías de señalización de IGF-1 y TRIM63. También se seleccionarán proteínas codificadas de estas vías de señalización. El aislamiento de mi ARN y la cuantificación de mi ARN se realizarán siguiendo el protocolo publicado por Blondal et al. [81]

<p>Castro, Antônio Paulo André de; Barbosa, Sergio Ribeiro; Mansur, Henrique Novais; Ezequiel, Danielle Guedes Andrade; Costa, Mônica Barros; Paula, Rogério Baumgratz de</p>	<p>Intradialytic resistance training: an effective and easy-to-execute strategy</p>	<p>Primera semana del protocolo (etapa de familiarización) se pidió a los pacientes que realizaran solo un conjunto de 10 a 15 repeticiones para cada uno de los ejercicios. En la segunda semana se movieron a dos series de 10 a 15 repeticiones. Desde la tercera semana en adelante, realizaron tres series de 10 a 15 repeticiones. La calificación de Borg del esfuerzo percibido (RPE) se usó para determinar y manejar la intensidad del esfuerzo en todas las etapas del protocolo</p>	<p>PRIMARIAS: Ejercicio físico SECUNDARIA: Percepción del esfuerzo e intensidad Calidad de vida</p>	<p>A demás de aumentar la carga de entrenamiento, los pacientes mejoraron la PC en función del PWS, que creció de 0.99 ± 0.29 m. La calidad de vida también mejoró cuando se compararon las primeras y últimas semanas de entrenamiento, tanto en los dominios asociados con los elementos físicos como emocionales</p>
<p>Böhm, Joseane; Monteiro, Mariane Borba; Andrade, Francini Porcher; Veronese, Francisco Veríssimo; Thomé, Fernando Saldanha</p>	<p>Acute effects of intradialytic aerobic exercise on solute removal, blood gases and oxidative stress in patients with chronic kidney disease</p>	<p>La intervención se realizó al comienzo de la segunda hora del tercer día semanal de hemodiálisis, El ejercicio se realizó con un cicloergómetro para miembros inferiores (Dream EX 150 FLEX®, Dream Industria e Comercio Ltda., Esteio, RS, Brasil) acoplado a la silla de diálisis. para miembros inferiores durante 30 minutos, con intensidad del 60 y 70 %, con recolección de sangre previa al ejercicio y después del ejercicio para posterior bioquímica, calculando la masa eliminada y poder analizar el aclaramiento de soluto calculando la</p>	<p>PRIMARIAS: Ejercicio físico SECUNDARIA: Aclaramiento de soluto</p>	<p>Se encuentra aumento en la presión parcial de oxígeno y saturación</p>

		masa eliminada y poder analizar el aclaramiento de soluto		
Cigarroa, Igor; Barriga, Rodrigo; Michéas, Camila; Zapata-Lamana, Rafael; Soto, Claudio; Manukian, Tomas	Effects of a resistance training program in patients with chronic kidney disease on hemodialysis	La intervención fue un programa de entrenamiento de resistencia durante las sesiones de HD, 3 veces por semana durante un período de 8 semanas. El programa RE consistió en una fase de estiramiento pasivo de las extremidades inferiores, RE en los principales grupos musculares y una fase de relajación. La serie de RE estaba compuesta por 8 ejercicios, 3 series de 12 repeticiones que trabajaban los músculos de los cuádriceps, isquiotibiales, aductores y abductores de las extremidades inferiores, abdomen, bíceps y hombro. La carga se estipuló de acuerdo con el resultado de la prueba de fuerza manual, y la evolución de la carga se realizó de acuerdo con el método de progresión lineal, aumentando la carga en un 10% después de cada 6 sesiones de ejercicio.	PRIMARIAS: Ejercicio físico SECUNDARIA: Glucosa en sangre	Esta evaluación sugiere que la RE de baja intensidad, 3 veces por semana, con un 40% de la fuerza máxima, es una terapia adyuvante para complementar el tratamiento médico y dietético en pacientes con ERC terminal. El programa de RE intradiálisis se demostró fácil de implementar por los diferentes especialistas en ejercicio profesional que trabajan en la clínica de HD, y su impacto en la calidad de vida fue mucho mayor de lo esperado en función de la carga requerida, el tiempo de evaluación y la simplicidad.

<p>Anding, Kirsten; Bär, Thomas; Trojniak-Hennig, Joanna; Kuchinke, Simone; Krause, Rolfdieter; Rost, Jan M.; Halle, Martin</p>	<p>A structured exercise programme during haemodialysis for patients with chronic kidney disease: clinical benefit and long-term adherence</p>	<p>entrenamiento de resistencia se realizó con ergómetros de ciclo de cama (MOTOmed letto2, Reck MOTOmed, Alemania) colocados frente a las sillas de los pacientes. La potencia promedio, el trabajo total y la distancia recorrida, así como la duración de cada sesión de entrenamiento, se almacenaron en una tarjeta de memoria personalizada. Todos los pacientes se conectaron a un monitor de frecuencia cardíaca con registro continuo durante el ejercicio. La frecuencia cardíaca objetivo y un ECG de tres derivaciones y monitoreo de la presión arterial. La prueba comienza con una carga de trabajo de 10 W, que aumenta en 10 W cada 2 min. Los participantes continúan hasta que aparecen fatiga muscular, criterios de ECG patológicos o nuevos síntomas clínicos.</p> <p>Entrenamiento de fuerza ocho grupos musculares fueron entrenados con una tasa de repetición objetivo individual (1RM) de ejercicios apropiados en dos series de 1 min cada una con un descanso de 1 min según la tabla 2.</p> <p>Los bíceps y tríceps se entrenaron con pesos de 0.5, 1.0, 2.0 y 4.0 kg de acuerdo con la fuerza del paciente. Del mismo modo, para el secuestrador, se utilizaron bandas elásticas (theraband)</p>	<p>PRIMARIAS: Ejercicio físico SECUNDARIA: Capacidad funcional Calidad de vida.</p>	<p>Condujo a una mejora notable y estadísticamente muy significativa en la fuerza y la resistencia en los pacientes participantes durante 1 año. Esto fue acompañado por una mejor calidad de vida evaluada por el cuestionario SF36 (en las subescalas del funcionamiento físico, el papel de las limitaciones físicas / emocionales). Debe enfatizarse que nuestros pacientes entrenaron ocho grupos musculares de forma continua, mientras que en la mayoría de los otros estudios los músculos no se especificaron explícitamente o solo se entrenó un solo grupo. Curiosamente, las mejoras observadas en nuestro estudio son bastante diferentes entre resistencia y fuerza: para la fuerza, la mejora está</p>
---	--	---	---	---

		con diferentes resistencias. Los pacientes comenzaron con pesas / therabands induciendo una intensidad subjetivamente percibida de "algo duro".			directamente relacionada con la cantidad de entrenamiento.
Esteve Simo, Vicent; Junqué Jiménez, Anna; Moreno Guzmán, Fátima; Carneiro Oliveira, José; Fulquet Nicolas, Miquel; Pou Potau, Mónica; Saurina Sole, Anna; Duarte Gallego, Verónica; Tapia Gonzalez, Irati; Ramirez de Arellano, Manel	Benefits of a low intensity exercise programme during hemodialysis sessions in elderly patients	Solo se daba manejo de hemodiálisis en su forma de tratamiento inicial, tomando constantes vitales con medición de la fuerza y la capacidad aeróbica	El programa fue supervisado y dirigido por profesional de enfermería, se realiza en las 2 primeras horas de hemodiálisis, con una duración aproximada de 45-50 minutos y con una frecuencia de 2 veces por semana. Antes y después se realizó la toma de constantes vitales se realizó una	PRIMARIAS: Ejercicio físico SECUNDARIA: Pruebas bioquímicas Fuerza máxima Capacidad funcional Prueba de caminata de seis minutos Inventario de depresión Calidad de vida	Mejoría significativa en la fuerza muscular (16.6 + 8.7 vs 18.2 + 8.9kg p= 0.019, en cuanto a las extremidades inferiores observamos una mejoría significativa (10,5 + 7,6 vs 12,9 +10.1 kg p=0.0061) en cuanto a los test funcionales se observó un incremento significativo tanto en la distancia recorrida

		<p>breve fase de calentamiento, se trabajaban de forma específica la capacidad anaeróbica, coordinación y flexibilidad. mediante bandas elásticas, balones medicinales y pelotas de contracción. para trabajar la capacidad aeróbica se utilizaron unos cicloergómetro eléctricos. colocados a los pies del paciente, de forma progresiva se adoptó la intensidad (40-50rpm) y duración (6,9,12,15min</p>	<p>(40.3m) en el 6mwt (14,6%, 234,4+117.7 vs 274,7 +144.9 p=0,004)</p>
--	--	---	--

Salehi, F., Dehghan, M., Shahrabaki, P. M., & Ebadzadeh, M. R. (2020)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11
Bogataj, Š., Pajek, M., Pajek, J., Buturović Ponikvar, J., & Paravlic, A. H. (2020).	1			1			1	1	1		1	6(revisión sistemática)
Huang, M., Lv, A., Wang, J., Xu, N., Ma, G., Zhai, Z., ... & Ni, C. (2019).	1			1			1	1	1		1	6 (revisión sistemática)
Abdelaal, A. A. M., & Abdulaziz, E. M. (2019).	1	1	1	1			1	1	1	1	1	10
Dong, Z. J., Zhang, H. L., & Yin, L. X. (2019).	1	1	1	1			1	1	1	1	1	11
Morais, M. J., Raimundo, R. D., Oliveira, F. S., De Abreu, L. C., Bezerra, I. M., Silva, R. P., ... & Pérez-Riera, A. R. (2019).	1			1			1	1	1	1	1	7
Zelko, A., Skoumalova, I., Kolarcik, P., Rosenberger, J., Rabajdova, M., Marekova, M., & Reijneveld, S. A. (2019).	1			1			1	1	1	1	1	7
Castro, A. P. A. D., Barbosa, S. R., Mansur, H. N., Ezequiel, D. G. A., Costa, M. B., & Paula, R. B. D. (2019)	1			1			1	1	1	1	1	8
Böhm, J., Monteiro, MB, Andrade, FP, Veronese, FV y Thomé, FS (2017)	1	1	1	1			1	1	1	1	1	10
Ribeiro, R., Coutinho, G. L., Iuras, A., Barbosa, A. M., Souza,	1			1			1	1	1	1	1	8

J. A. C. D., Diniz, D. P., & Schor, N. (2013).												
Anding, K., Bär, T., Trojniak-Hennig, J., Kuchinke, S., Krause, R., Rost, J. M., & Halle, M. (2015).	1		1			1	1	1	1	1	1	8
Esteve Simo, V., Junqué Jiménez, A., Moreno Guzmán, F., Carneiro Oliveira, J., Fulquet Nicolas, M., Pou Potau, M., ... & Ramírez de Arellano, M. (2015)	1		1			1	1	1	1	1	1	8

Referencias

- Abdelaal, Ashraf Abdelaal Mohamed, y Ehab Mohamed Abdulaziz. 2019. «Effect of Exercise Therapy on Physical Performance and Functional Balance in Patients on Maintenance Renal Hemodialysis: Randomized Controlled Study». *Journal of Exercise Rehabilitation* 15(3):472-80.
- Anding, Kirsten, Thomas Bär, Joanna Trojniak-Hennig, Simone Kuchinke, Rolfdieter Krause, Jan M. Rost, y Martin Halle. 2015. «A Structured Exercise Programme during Haemodialysis for Patients with Chronic Kidney Disease: Clinical Benefit and Long-Term Adherence». *BMJ Open* 5(8):e008709.
- Arias Rodríguez, Manuel. 2014. *Hernando nefrología clínica*. Madrid: Medica panamericana.
- Bardají, Alfredo, y Alberto Martínez. 2008. «Enfermedad renal crónica y corazón. Un continuo evolutivo». 61(2):41-51.
- Barreto, Francisco. 2012. *FUNDAMENTOS DE MEDICINA NEFROLOGIA*. Medellín, Colombia: Corporacion para investigaciones biológicas.
- Bogataj, Špela, Maja Pajek, Jernej Pajek, Jadranka Buturović Ponikvar, y Armin H. Paravlic. 2019. «Exercise-Based Interventions in Hemodialysis Patients: A Systematic Review with a Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials». *Journal of Clinical Medicine* 9(1):43.
- Böhm, Joseane, Mariane Borba Monteiro, Francini Porcher Andrade, Francisco Veríssimo Veronese, y Fernando Saldanha Thomé. 2017. «Acute Effects of Intradialytic Aerobic Exercise on Solute Removal, Blood Gases and Oxidative Stress in Patients with Chronic Kidney Disease». *Jornal Brasileiro de Nefrologia* 39(2).

- Borrero R, Jaime, Montero G, Orlando, y Corporación para Investigaciones Biológicas. CIB. 2003. *Nefrología*. Medellín (Antioquia, Colombia): Corporación para Investigaciones Biológicas.
- Brown, Paul David Stuart, Kylie Rowed, Jane Shearer, Jennifer M. MacRae, y Kristen Parker. 2018. «Impact of Intradialytic Exercise Intensity on Urea Clearance in Hemodialysis Patients». *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism* 43(1):101-4.
- Bustamante, J. 2008. «Aspectos nutricionales en la insuficiencia renal». 10.
- Cascaes, Franciele, Beatriz Valdivia, Paulo Barbosa, y Rudney Silva. 2013. «Escalas y listas de evaluación de la calidad de estudios científicos». 24(3):295-312.
- Castro, Antônio Paulo André de, Sergio Ribeiro Barbosa, Henrique Novais Mansur, Danielle Guedes Andrade Ezequiel, Mônica Barros Costa, y Rogério Baumgratz de Paula. 2019. «Intradialytic Resistance Training: An Effective and Easy-to-Execute Strategy». *Brazilian Journal of Nephrology* 41(2):215-23.
- Chan, Danwin, Simon Green, Maria A. Fiatarone Singh, Robert Barnard, Claudine S. Bonder, y Birinder S. Cheema. 2018. «Effect of Intradialytic Resistance Training on Pulse Wave Velocity and Associated Cardiovascular Disease Biomarkers in End Stage Renal Disease». *Nephrology* 23(11):1055-62.
- Cigarroa, Igor, Rodrigo Barriga, Camila Michéas, Rafael Zapata, y Claudio Soto. 2016. «Efectos de un programa de ejercicio de fuerza-resistencia muscular en la capacidad funcional, fuerza y calidad de vida de adultos con enfermedad renal crónica en hemodiálisis». 144:844-52.
- Crews, Deidra C., Aminu K. Bello, y Gamal; Saadi. 2019. «Carga, acceso y disparidades en enfermedad renal». *Revista Colombiana de Nefrología* 6(1):74.
- Dong, Zhi-Juan, Hai-Lin Zhang, y Li-Xia Yin. 2019. «Effects of Intradialytic Resistance Exercise on Systemic Inflammation in Maintenance Hemodialysis Patients with

Sarcopenia: A Randomized Controlled Trial». *International Urology and Nephrology* 51(8):1415-24.

Dungey, Maurice, Nicolette C. Bishop, Hannah M. L. Young, James O. Burton, y Alice C. Smith. 2015. «The Impact of Exercising During Haemodialysis on Blood Pressure, Markers of Cardiac Injury and Systemic Inflammation - Preliminary Results of a Pilot Study». *Kidney and Blood Pressure Research* 40(6):593-604.

Esteve Simo, Vicent, Anna Junqué Jiménez, Fátima Moreno Guzmán, José Carneiro Oliveira, Miquel Fulquet Nicolas, Mónica Pou Potau, Anna Saurina Sole, Verónica Duarte Gallego, Irati Tapia Gonzalez, y Manel Ramirez de Arellano. 2015a. «Beneficios del ejercicio físico de baja intensidad durante la sesión de hemodiálisis en el paciente anciano». *Nefrología* 35(4):385-94.

Esteve Simo, Vicent, Anna Junqué Jiménez, Fátima Moreno Guzmán, José Carneiro Oliveira, Miquel Fulquet Nicolas, Mónica Pou Potau, Anna Saurina Sole, Verónica Duarte Gallego, Irati Tapia Gonzalez, y Manel Ramirez de Arellano. 2015b. «Beneficios del ejercicio físico de baja intensidad durante la sesión de hemodiálisis en el paciente anciano». *Nefrología* 35(4):385-94.

Figueiredo, Pedro Henrique Scheidt, Márcia Maria Oliveira Lima, Henrique Silveira Costa, Jeanne Brenda Martins, Olga Dumont Flecha, Patrícia Furtado Gonçalves, Frederico Lopes Alves, Vanessa Gomes Brandão Rodrigues, Emílio Henrique Barroso Maciel, Vanessa Amaral Mendonça, Ana Cristina Rodrigues Lacerda, Érica Leandro Marciano Vieira, Antônio Lúcio Teixeira, Fabrício de Paula, y Cláudio Heitor Balthazar. 2018. «Effects of the Inspiratory Muscle Training and Aerobic Training on Respiratory and Functional Parameters, Inflammatory Biomarkers, Redox Status and Quality of Life in Hemodialysis Patients: A Randomized Clinical Trial» editado por G. B. Menezes. *PLOS ONE* 13(7):e0200727.

- Graham-Brown, Matthew P. M., Meg J. Jardine, y James O. Burton. 2019. «Cardiovascular Adaptations Associated with Exercise in Patients on Hemodialysis». *Seminars in Dialysis* 32(4):361-67.
- Groussard, Carole, Myriam Rouchon-Isnard, Céline Coutard, Fanny Romain, Ludivine Malardé, Sophie Lemoine-Morel, Brice Martin, Bruno Pereira, y Nathalie Boisseau. 2015a. «Beneficial Effects of an Intradialytic Cycling Training Program in Patients with End-Stage Kidney Disease». *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism* 40(6):550-56.
- Groussard, Carole, Myriam Rouchon-Isnard, Céline Coutard, Fanny Romain, Ludivine Malardé, Sophie Lemoine-Morel, Brice Martin, Bruno Pereira, y Nathalie Boisseau. 2015b. «Beneficial Effects of an Intradialytic Cycling Training Program in Patients with End-Stage Kidney Disease». *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism* 40(6):550-56.
- Gutiérrez Vázquez, Isauro Ramón. 2012. *La fisiopatología como base fundamental del diagnóstico clínico*. México: Panamericana.
- Hall, John E., y Arthur C. Guyton. 2016. *Tratado de fisiología médica*. Barcelona: Elsevier.
- Hammer, Gary D., y Stephen J. McPhee. 2019. *Fisiopatología de la enfermedad: una introducción a la medicina clínica*. México, D.F.: Mc Graw Hill.
- Hernández, A., K. Monguí, y Y. Rojas. 2018. «Descripción de la composición corporal, fuerza muscular y actividad física en pacientes con insuficiencia renal crónica en hemodiálisis en una unidad renal en Bogotá, Colombia». *Revista Andaluza de Medicina del Deporte* 11(2):52-56.
- Huang, Mei, Aili Lv, Jing Wang, Na Xu, Gairong Ma, Zhonghui Zhai, Bin Zhang, Julin Gao, y Chunping Ni. 2019. «Exercise Training and Outcomes in Hemodialysis Patients: Systematic Review and Meta-Analysis». *American Journal of Nephrology* 50(4):240-54.

- Katch, Victor L., William D. McArdle, y Frank I. Katch. 2015. *Fisiología del ejercicio: fundamentos*. Madrid: Editorial Médica Panamericana.
- Lopera Medina, Mónica María. 2016. «La enfermedad renal crónica en Colombia: necesidades en salud y respuesta del Sistema General de Seguridad Social en Salud». *Gerencia y Políticas de Salud* 15(30).
- López, Chicharro, y Vaquero Fernandez. 2008. *Fisiología del Ejercicio*. 3.^a ed. panamericana.
- Márquez, Jorge, Gustavo Suárez, y Jhony Márquez. 2013. «BENEFICIOS DEL EJERCICIO EN LA INSUFICIENCIA CARDÍACA». *Revista Chilena de Cardiología* 32(1):58-65.
- Moraes, Cristiane, Sandra Marinho, Julie Calixto Lobo, Milena B. Stockler-Pinto, Amanda F. Barros, Ludmilla Viana Jacobson, Antonio Claudio Lucas da Nobrega, Maria Luiza Garcia Rosa, y Mafra Denise. 2015. «Effects of Resistance Exercise Training on Acyl-Ghrelin and Obestatin Levels in Hemodialysis Patients». *Renal Failure* 37(5):851-57.
- Morais, Mauro J. D., Rodrigo D. Raimundo, Fabiano S. Oliveira, Luiz C. de Abreu, Italla M. P. Bezerra, Romeu P. M. Silva, Alliny S. Rodrigues, Vitor E. Valenti, y Andrés R. Pérez-Riera. 2019. «Evaluation of the Effects of Aerobic Training during Hemodialysis on Autonomic Heart Rate Modulation in Patients with Chronic Renal Disease»: *Medicine* 98(23):e15976.
- Peres, Alessandra, Daniela Lazzarotto Perotto, Gilson Pires Dorneles, Maria Isabel Severini Fuhro, y Mariane Borba Monteiro. 2015. «Effects of Intradialytic Exercise on Systemic Cytokine in Patients with Chronic Kidney Disease». *Renal Failure* 37(9):1430-34.
- Pérez, Elvia, Roderie Hernández, José García, Lázaro Aldama, Tania Bravo, y Armando García. 2013. «Implementación de un programa de ejercicios físicos en pacientes con insuficiencia renal crónica en hemodiálisis». 5(2):166-76.

- Restrepo, César. 2012. *NEFROLOGÍA Basica 2*. Colombia: Editorial La Patria S.A.
- Rezaei, Jahangir, Alireza Abdi, Mansour Rezaei, Jafar Heydarnezhadian, y Rostam Jalali. 2015. «Effect of Regular Exercise Program on Depression in Hemodialysis Patients». *International Scholarly Research Notices* 2015:1-6.
- Salehi, Farzaneh, Mahlagha Dehghan, Parvin Mangolian Shahrababaki, y Mohammad Reza Ebadzadeh. 2020. «Effectiveness of Exercise on Fatigue in Hemodialysis Patients: A Randomized Controlled Trial». *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation* 12(1):19.
- Santana, Sergio. 2014. «ESTADO DE LA DESNUTRICIÓN ASOCIADA A LA ENFERMEDAD RENAL CRÓNICA». 24(2):5.
- Sarmiento Becerra, Oscar Mauricio, Angélica María Puentes Salazar, y Andrés Eduardo Hernández. 2019. «¿Cuál es la seguridad de un programa de ejercicio, como intervención, durante la hemodiálisis para el paciente con enfermedad renal crónica?» *Revista Colombiana de Nefrología* 6(1):35.
- Sousa, José Florêncio, Jonatas Cassiano Ribeiro, Carla Correia Sá, André Novo, y Vítor Pires Lopes. s. f. «Efeitos de um programa de exercício aeróbio nos níveis de atividade física em pacientes hemodialisados». 10.
- Villamil, Wilder, y Edgar Debray. s. f. «NIVEL DE ACTIVIDAD FÍSICA DE PACIENTES CON FALLA RENAL PERTENECIENTES A UN PROGRAMA DE DIÁLISIS PERITONEAL».
- Wilund, Kenneth R., Jin Hee Jeong, y Sharlene A. Greenwood. 2019. «Addressing Myths about Exercise in Hemodialysis Patients». *Seminars in Dialysis* 32(4):297-302.
- Zelko, Aurel, Ivana Skoumalova, Peter Kolarcik, Jaroslav Rosenberger, Miroslava Rabajdova, Maria Marekova, Andrea Madarasova Geckova, Jitse P. van Dijk, y Sijmen A. Reijneveld. 2019. «The Effects of Intradialytic Resistance Training on Muscle Strength, Psychological Well-Being, Clinical Outcomes and Circulatory

Micro-Ribonucleic Acid Profiles in Haemodialysis Patients: Protocol for a Quasi-Experimental Study». *Medicine* 98(19):e15570.