



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN
SECRETARIA DE SALUD
INSTITUTO NACIONAL DE PEDIATRÍA

**Cambios en la composición corporal, perfil bioquímico,
parámetros hemodinámicos con la implementación de ejercicio
(bicicleta estática) durante la sesión de hemodiálisis en niños
con enfermedad renal crónica**

TESIS

PARA OBTENER EL TITULO DE
ESPECIALISTA EN NEFROLOGÍA PEDIÁTRICA

PRESENTA:

DRA. ANA CECILIA NAVARRO RAMÍREZ



TUTOR:
DR. ALFONSO HUANTE ANAYA



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**CAMBIOS EN LA COMPOSICIÓN CORPORAL, PERFIL
BIOQUÍMICO, PARÁMETROS HEMODINÁMICOS CON LA
IMPLEMENTACIÓN DE EJERCICIO (BICICLETA ESTÁTICA)
DURANTE LA SESIÓN DE HEMODIÁLISIS EN NIÑOS CON
ENFERMEDAD RENAL CRÓNICA.**



**DR. JOSE NICOLAS REYNES MANZUR
DIRECTOR DE ENSEÑANZA**



**DR. MANUEL ENRIQUE FLORES LANDERO
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE PRE Y POSGRADO**



**DR. SILVESTRE GARCÍA DE LA PUENTE
PROFESOR TITULAR DEL CURSO DE LA ESPECIALIDAD EN NEFROLOGÍA
PEDIÁTRICA**



**DR. ALFONSO HUANTE ANAYA
TUTOR DE TESIS**

ÍNDICE

1. Resumen	3
2. Introducción	5
1.1 <i>Complicaciones asociadas a la enfermedad renal crónica</i>	
1.2 <i>Tratamientos en la enfermedad renal crónica</i>	
1.3 <i>Composición corporal</i>	
1.4 <i>Requerimientos energéticos</i>	
3. Antecedentes	11
4. Planteamiento del problema	18
5. Justificación	19
6. Pregunta de investigación	20
7. Objetivos	21
6.1 <i>Objetivo general</i>	
6.2 <i>Objetivos primarios</i>	
6.3 <i>Objetivos secundarios</i>	
8. Hipótesis	21
9. Material y métodos	22
1. <i>Diseño del estudio</i>	
2. <i>Pobación objetivo</i>	
3. <i>Población Elegible</i>	
4. <i>Criterios de Selección</i>	
5. <i>Técnica de muestreo</i>	
6. <i>Variables</i>	
7. <i>Descripción general del estudio</i>	
8. <i>Rutina de ejercicio</i>	
9. <i>Diagrama de flujo del diseño del estudio</i>	
8.10 <i>Bioseguridad</i>	
10. Resultados	36
11. Discusión	44
12. Conclusiones	49
13. Aspectos éticos	49
14. Referencias	51
15. Anexos	54
<i>Anexo 1 Cuestionario de actividad física para niños PAQ-C</i>	
<i>Anexo 2 Cuestionario de actividad física para adolescentes PAQ-A</i>	
<i>Anexo 3 Historia Clínica cada visita</i>	
<i>Anexo 4 Cuestionario de calidad de vida TECAVNER</i>	
<i>Anexo 5 Apego a la intervención y efectos adversos</i>	

Resumen

Antecedentes: La enfermedad renal crónica está definida por la reducción de la tasa de filtrado glomerular o la evidencia de daño renal durante al menos tres meses. Esta patología es de carácter progresivo y conduce a complicaciones y un deterioro progresivo de salud. El tratamiento de hemodiálisis restringe la vida diaria de los pacientes, y resulta físicamente agresivo para ellos, pues acelera la pérdida muscular y, por ende, altera su composición corporal y estado de nutrición, por otro lado, el sedentarismo es un agravante común en este tipo de pacientes y la actividad física podría reducir la pérdida de masa muscular, aumentar la capacidad aeróbica, mejorar los estados de fragilidad y la calidad de vida de los pacientes con enfermedad renal crónica sometidos a hemodiálisis. De acuerdo a la revisión de la literatura la intervención en niños con hemodiálisis ha sido bien tolerada y aunque son pocas las publicaciones ninguna de ellas reporta desenlaces de composición corporal y sólo uno de ellos reporta no haber encontrado diferencias en ninguna variable tras la intervención.

Objetivo general: Medir el efecto de la implementación de ejercicio (bicicleta estática) durante las sesiones de hemodiálisis en la composición corporal de niños con enfermedad renal crónica.

Diseño del estudio: Se realizará un ensayo clínico de etiqueta abierta, no cegado, prospectivo y longitudinal, con duración de 14 semanas (2 previsitas y 4 visitas cada 4 semanas). Se estandarizó la dieta a las guías adaptadas KDOQI (Clinical Practice Guideline for Nutrition in Children with CKD: 2008 Update), y se realizó la intervención de 30 minutos de bicicleta estática bicicleta adaptada para sillón de hemodiálisis marca BR FIZIK dos o tres veces por semana durante su sesión de hemodiálisis. El análisis se realizó por protocolo a través de ANOVA de medidas repetidas, con transformación logarítmicamente para las variables sin distribución normal.

Resultados: Se analizaron 8 pacientes observando mejoría en el ángulo de fase total, tronco, pierna derecha e izquierda, así como en las masas magra, libre de grasa, músculo esquelética, y agua corporal total. Los efectos adversos presentados en este grupo de pacientes fue menor que lo reportado en la literatura, con cefalea en el 1.6%, calambres en el 1.2% e hipotensión <1%, comprobando la seguridad del ejercicio durante la sesión de hemodiálisis

Abreviaturas

%Sat	Porcentaje de saturación	KDOQI	Kidney Disease Outcomes Quality Initiative
Abr	Abril	kg	Kilogramos
ACSM	American College of Sports Medicine	Kt/V	(depuración)(tiempo)/volumen de líquido corporal
AF	Actividad física	L	Litros
Ago	Agosto	lb	Libras
AHA	American Heart Association	m	Metros
AMB	Área muscular de brazo	m²	Metros cuadrados
ANOVA	Análisis de la varianza	May	Mayo
AV	Arteriovenosa	MDA	Malondialdehído
BUN	Nitrógeno ureico en sangre	mEq	Miliequivalentes
Ca	Calcio	Mg	Magnesio
CaP	Calcio-Fósforo	mg	Miligramos
CB	Circunferencia de brazo	min	Minutos
cm	Centímetros	ml	Mililitros
cm²	Centímetros cuadrados	mm	Milímetros
Col	Colesterol	mmHg	Milímetros de mercurio
Cr	Creatinina	Mzo	Marzo
DHA	Ácido docosahexaenoico	n	Tamaño de población
dl	Decilitros	N/A	No aplica
DP	Diálisis peritoneal	Na	Sodio
ECA	Ensayo controlado aleatorizado	ng	Nanogramos
Ene	Enero	nmol	Nanomoles
EPA	Ácido eicosapentaenoico	nPCR	Tasa de catabolismo proteico normalizada
ERC	Enfermedad Renal Crónica	P	Fósforo
ERCT	Enfermedad Renal Crónica Terminal	p	Percentil
et al	Y otros	PAQ-A	Physical Activity Questionnaire for Adolescents
FA	Fosfatasa alcalina	PAQ-C	Physical Activity Questionnaire for Children
Fe	Hierro	PB	Perímetro braquial
Feb	Febrero	PC	Pliegue cutáneo
ft	Pies	PCB	Pliegue cutáneo braquial
g	Gramos	PCR	Tasa de catabolismo proteico
Glu	Glucosa	PCSe	Pliegue cutáneo subescapular
GU	Generación de urea	PCSi	Pliegue cutáneo suprailíaco
h	Horas	PCT	Pliegue cutáneo tricípital
Hb	Hemoglobina	PeDiSMART	Pediatric Digital Scaled Malnutrition Risk Screening Tool
HD	Hemodiálisis	Per	Perímetro
Hto	Hematocrito	Prot	Proteínas
IL-6	Interleucina-6	PTH	Parathormona
IMC	Índice de Masa Corporal	pzas	Piezas
In	Logaritmo	RE	Requerimiento energético
INP	Instituto Nacional de Pediatría	TAGs	Triglicéridos
IVA	Impuesto al Valor Agregado	TECAVNER	Test de calidad de vida en niños con enfermedad renal
Jul	Julio	TFG	Tasa de filtración glomerular
Jun	Junio	tot	Totales
K	Potasio	TRU	Tasa de reducción de urea
kcal	Kilocalorías	VO_{2max}	Volumen máximo de oxígeno
KDIGO	Kidney Disease: Improving Global Outcomes	Vol de UF	Volumen de ultrafiltración

1. Introducción

La enfermedad renal crónica (ERC) es un síndrome clínico el cual se caracteriza por la pérdida gradual y progresiva de la función renal. De acuerdo a las guías internacionales KDIGO 2012, se define como las alteraciones estructurales o funcionales presentes por más de tres meses con repercusiones en la salud.¹ El parámetro más aceptado para la medición de la función renal es la tasa de filtración glomerular (TFG), por lo que las escalas clínicas de clasificación de la enfermedad se basan en éste, y por su carácter progresivo, se identifican cinco fases clínicas (Cuadro 1.1). Sin embargo, cabe mencionar que la TFG se puede ver modificada por la edad, el régimen de alimentación o historia personal de donación de riñón, por lo que son factores que deben tomarse en cuenta para el diagnóstico.

Cuadro 1.1 Estadios de enfermedad renal crónica caracterizados por la TFG, según las guías KDIGO ¹.

Estadio 1 Evidencia de daño renal y TFG normal	> 90 mL/min/1.73 m ²
Estadio 2 Evidencia de daño renal y TFG ligeramente disminuida	60-89 mL/min/1.73 m ²
Estadio 3 Disminución moderada de la TFG	30-59 mL/min/1.73 m ²
Estadio 4 Disminución grave de la TFG	15-29 mL/min/1.73 m ²
Estadio 5 Falla renal terminal	< 15 mL/min/1.73 m ²

* Elaboración propia adaptado de Academia Nacional de Medicina ¹.

El definir y clasificar a la enfermedad renal crónica como una entidad continua y progresiva, significa enfrentarse a problemas en la determinación de la frecuencia de ésta. Se subestiman las cifras verdaderas de prevalencia e incidencia de ERC a nivel mundial, ya que los estadios iniciales son asintomáticos y generalmente no diagnosticados hasta etapas avanzadas. Sin embargo, se sabe que la incidencia de ERC en niños aumentó significativamente desde 1980 a 2010, al igual que la prevalencia, ya que se han optimizado los tratamientos para aumentar la

sobrevida. En el 2008, en población pediátrica a nivel mundial se calculan 9 niños con enfermedad renal crónica terminal (ERCT) en terapia de reemplazo renal por millón de habitantes.² En nuestro país ciertas estimaciones han arrojado cifras de entre 3000 a 6000 niños con diagnóstico de enfermedad renal crónica.³

La insuficiencia renal en niños suele estar causada por malformaciones congénitas renales y de la vía urinaria en más del 50% de los casos, entre ellas displasias e hipoplasias renales, o malformaciones urinarias; seguidas de glomerulopatías.² El diagnóstico de ERC en la población pediátrica se realiza en promedio a los 9 años de edad, con predominio en el sexo masculino por la elevada frecuencia de anomalías urológicas congénitas comparadas con el sexo femenino. La temprana progresión a etapas tardías y terminales, conlleva la necesidad de optimizar el sistema de trasplante renal, y mientras éste se puede llevar a cabo, mejorar las condiciones de los pacientes en sustitución renal para disminuir índices de morbi-mortalidad.

1.1 Complicaciones asociadas a la enfermedad renal crónica

Las complicaciones asociadas al daño renal crónico son multisistémicas derivadas del aumento de toxinas endógenas y disrupción de la homeostasis generada por la función renal. Durante la progresión del daño renal, se genera aumento del riesgo cardiovascular ya que existe disfunción endotelial aunado a calcificaciones de la íntima que llevan a rigidez de los vasos y capilares arteriales, aumento de la masa ventricular izquierda y disminución de compliancia ventricular, convirtiendo a la cardiomiopatía y las arritmias en la principal causa de mortalidad. De hecho, se ha reportado un aumento del riesgo cardiovascular de mil veces más en niños con enfermedad renal crónica que el riesgo en niños sanos.⁴ Las guías de AHA (American Heart Association) para riesgo cardiovascular clasifican a los pacientes pediátricos con ERC en el grupo más vulnerable, y este riesgo permanece incluso tras el trasplante renal.⁵ Se calcula que existe hipertrofia ventricular izquierda en el 70-80% de los pacientes al iniciar tratamiento de diálisis. La prevalencia de dislipidemia es del 44%, la de intolerancia a la glucosa del 21%, la de sobrepeso y obesidad de 15% y la de hipertensión arterial de 54% presente en los estadios iniciales asintomáticos; el 48% de los casos continúan hipertensos a pesar de tratamiento.^{2,6}

Aparte de las alteraciones bioquímicas como hiperkalemias, hiperfosfatemia, hipocalcemias, hiperparatiroidismo, anemia y acidosis metabólica, que se relacionan directamente con el riesgo cardiovascular y la mortalidad en pacientes pediátricos con ERC, también ocurren cambios en la composición corporal y el estado nutricional. Se produce atrofia muscular debido a una depleción del músculo esquelético, causado por sedentarismo, acidosis metabólica, medicamentos, estrés oxidativo, hemodiálisis, inflamación crónica y dietas restringidas en proteínas, llevando al músculo a perder fuerza, actividad funcional y, finalmente, llegando a la disfunción^{7,8}. Estas alteraciones se han relacionado con una menor calidad de vida, con mayores tasas de hospitalización y con mayor mortalidad⁸.

También es común encontrar que estos pacientes sufran de inflamación crónica y de desnutrición energética-proteica, así como de hipertrigliceridemia y dislipidemia^{7,9}. La alteración nutricional más importante en este tipo de pacientes es el desgaste proteico energético, donde los depósitos proteicos y las reservas energéticas están en continuo descenso⁹; la medición del estado proteico de estos pacientes puede darse a través de la determinación del área muscular del brazo, así como con los valores de las concentraciones séricas de albúmina y prealbúmina, el índice de masa corporal y la pérdida de peso y de masa muscular.

1.2 Tratamientos en la enfermedad renal crónica

El tratamiento que corresponde a la insuficiencia renal crónica se enfoca en optimizar los parámetros previamente mencionados mediante el uso de antihipertensivos, suplementos de calcio y hierro, administración de eritropoyetina, quelantes de fósforo, restricciones dietéticas, uso de bicarbonato, entre otros¹⁰. En etapas terminales es necesario, además, sustitución de la función renal por medio de tres modalidades: diálisis peritoneal, hemodiálisis o trasplante renal, siendo este último el tratamiento de elección. La transición a tratamientos de reemplazo renal varía de acuerdo con las manifestaciones clínicas encontradas y a las guías por región. KDOQI (Kidney Disease Outcomes Quality Initiative) recomienda considerar inicio de diálisis con TFG <15 ml/min/1.73m², y las guías europeas tienen un umbral menor en 6 ml/min/1.73m². Existen indicadores absolutos del inicio de diálisis como anuria, alteraciones electrolíticas, complicaciones neurológicas del síndrome urémico, pericarditis, diátesis hemorrágica, así como

estados de desnutrición o incapacidad de alcanzar una adecuada nutrición en el paciente nefrópata.²

La diálisis peritoneal es un procedimiento que normalmente se lleva a cabo diario y consiste en la inserción de un catéter en el abdomen, con acceso a la cavidad peritoneal. Se deja fluir solución de diálisis hacia esta cavidad y se vuelve a drenar, para quitar toxinas y exceso de fluidos. Dentro de las terapias de sustitución renal, la hemodiálisis (HD) ha aumentado su uso en los últimos años. Sin embargo, la diálisis peritoneal (DP) sigue siendo la más empleada en pediatría. La hemodiálisis consiste en mantener la función depuradora renal para prolongar la vida de los pacientes nefróticas. Generalmente las sesiones son de 3 a 4 horas y se llevan a cabo tres veces por semana, en donde frecuentemente están sentados o acostados, prolongando su estado de sedentarismo. Requiere de un acceso vascular (fístula arteriovenosa o catéter venoso central) y básicamente consiste en pasar la sangre del paciente a través de un circuito con un filtro integrado.¹¹ Este procedimiento suple las funciones de excreción de solutos y líquido retenido, así como la regulación del equilibrio ácido-base y electrolítico; sin embargo, no suple las funciones endócrinas y metabólicas propias del riñón, aparte de ser físicamente agresivo para el organismo. La hemodiálisis puede acelerar la pérdida muscular debido a la pérdida de aminoácidos y la liberación de citoquinas durante el procedimiento; se ha observado que los pacientes sometidos a hemodiálisis que tienen cierta depleción muscular, también tienen mayor riesgo de inflamación sistémica, enfermedad cardiovascular y mortalidad en general, comparado con pacientes sometidos a hemodiálisis sin depleción muscular.^{7,8} Aparte, la hemodiálisis es una terapia larga y repetitiva, realizada de manera intrahospitalaria, por lo que restringe de manera importante la rutina familiar y del niño y modifica las relaciones sociales, familiares y laborales de los mismos, afectando la calidad de vida, actividad física, estado anímico y emocional de los pacientes. De hecho, los pacientes pediátricos hemodializados pasan menos del 10% de su tiempo fuera de la escuela haciendo actividad física por falta de tiempo a causa de las sesiones de hemodiálisis, las cuáles se llevan alrededor del 43% del tiempo en que los niños pasan despiertos, así como limitaciones físicas y psicológicas.^{12,13,14,15} Finalmente, el trasplante renal consiste en sustituir el riñón dañado por un riñón sano de un donador.

1.3 Composición corporal

Se ha observado que el ángulo de fase medido con bioimpedancia eléctrica de frecuencias múltiples puede ser un marcador efectivo para evaluar el grado de desnutrición en niños con enfermedad renal crónica.¹⁶ Este indicador evalúa la integridad de membrana, el tamaño celular y la distribución de agua en los compartimentos extra a intracelulares, aparte del agua corporal total, a partir del arco tangente del radio de la reactancia a la resistencia y se encuentra asociado al pronóstico del paciente, ya que ofrece resultados acerca del estado nutricional de la masa celular de todo el organismo.^{17,18,19,20} En pacientes con enfermedad renal crónica con terapia sustitutiva renal es ampliamente utilizado para evaluar el estado de hidratación y ajustar pesos secos.¹⁹ Específicamente, Apostolou et al encontraron que el ángulo de fase se ve afectado por la filtración glomerular y la ingesta energética de los pacientes, aparte de que también se encuentra asociado al peso, a la circunferencia media de brazo, al IMC, a la ingesta energética y proteica y al valor de PeDiSMART (pediatric digital scaled malnutrition risk screening tool). También se ha reportado que el monitoreo del ángulo de fase puede servir para la identificación temprana de pacientes en riesgo de desnutrición.¹⁶ Así mismo, Pileggi et al observaron que los resultados de la bioimpedancia eléctrica tienen mayor sensibilidad para hallar estados de desnutrición en niños con trasplante de médula ósea que los criterios de la Organización Mundial de la Salud otorga para IMC/edad.¹⁸ En general, ha habido una variedad de estudios que reportan que la bioimpedancia eléctrica puede ser más precisa en la estimación de composición corporal que la antropometría, sobretudo en sujetos con edema, obesidad o enfermedad renal crónica; incluso, Hsu y colaboradores afirman que la bioimpedancia eléctrica es el mejor método para estimar la composición corporal en unidades independientes de diálisis.²⁰ Ya que los marcadores desfavorables de nutrición se asocian con peores pronósticos (por ejemplo, la reducción de una desviación estándar de talla se asocia con un aumento de 14% de la mortalidad), es importante ser capaces de identificar a los pacientes en riesgo lo más temprano posible para iniciar una intervención efectiva.^{16,17,18} Respecto al pronóstico de mortalidad, Zamberlan et al hallaron que un ángulo de fase $> 2.8^\circ$ (y una circunferencia media de brazo por debajo del percentil 5) se relacionaba con mayor supervivencia en pacientes hospitalizados, en su mayoría, por sepsis.²¹ Así mismo, Genton et al encontraron que un ángulo de fase menor se asociaba a un riesgo de mortalidad mayor en pacientes geriátricos, incluso ajustando por edad, IMC y

comorbilidades.¹⁷ El ángulo de fase puede brindarnos información valiosa relacionada con el estado de nutrición, composición corporal y de actividad metabólica del paciente, los cuales, si son favorables, pueden conducir a una mayor y mejor sobrevivencia en pacientes con enfermedad renal crónica.²⁰

1.4 Requerimientos energéticos

En pacientes con enfermedad renal crónica terminal, el desarrollo de desnutrición energética y proteica puede ser bastante común, debido a la baja ingesta de alimentos y desequilibrios en el metabolismo energético.^{22,23} Para asegurar un buen manejo nutricional y prevenir esta condición, es necesario estimar de manera adecuada las necesidades energéticas y nutrimentales de los pacientes. Para estimar el gasto energético en reposo, el estándar de oro es la calorimetría indirecta, por su alto nivel de exactitud y reproducibilidad; sin embargo, ésta no siempre se encuentra disponible y es necesario usar fórmulas de predicción para hacerlo. Desafortunadamente, se ha observado que las fórmulas de predicción, específicamente la fórmula de Harris-Benedict, no siempre corresponden de manera adecuada al requerimiento energético de los pacientes medido a través de la calorimetría indirecta, presentando bajos índices de concordancia o de precisión, por lo que su uso debe re-evaluarse o interpretarse con cautela.²² Se ha reportado que en pacientes renales en terapia dialítica puede generarse acidosis metabólica, resistencia a la insulina e inflamación, lo que podría aumentar el catabolismo proteico y contribuir a variaciones en el gasto energético en reposo. De hecho, se ha visto que tras el tratamiento de infecciones o de inflamación en estos pacientes, tanto la proteína C reactiva, como el gasto energético en reposo disminuyen de manera significativa. Es decir, en estos pacientes pueden confluir condiciones catabólicas que aumenten el gasto energético en reposo y un estado hipometabólico a causa de la alteración del metabolismo celular, el daño al metabolismo energético en músculo esquelético a causa de la uremia y del menor consumo de oxígeno por parte del riñón. Kamimura y colaboradores encontraron que los factores independientes que determinan el gasto energético en reposo de pacientes en hemodiálisis son edad, masa libre de grasa, proteína C reactiva y concentraciones de parathormona. De estos, los pacientes tuvieron concentraciones significativamente diferentes de proteína C reactiva y de masa libre de grasa que sujetos sanos, sin embargo, no se encontró una diferencia significativa

entre el gasto energético en reposo de los pacientes y el gasto energético en reposo de los controles sanos. Sin embargo, esta medición fue tomada en un periodo interdialítico, lo que podría subestimar el gasto, ya que se ha observado que durante las sesiones de diálisis y en las siguientes dos horas, el gasto energético aumenta en 7 y 12%, respectivamente.²³

2. Antecedentes

Desde 1980 se ha estudiado que los pacientes con ERCT tienen disminución marcada en la capacidad máxima de oxígeno ($VO_{2\text{máx}}$) comparada con individuos sedentarios de la misma edad y sexo.⁹ La $VO_{2\text{máx}}$ es la cantidad máxima de oxígeno que se consume en un tiempo determinado, manifestada en mililitros de oxígeno consumidos por kilogramo de peso por minuto, y es la manera más eficaz de medir la capacidad aeróbica de un individuo. Cuanto mayor sea el $VO_{2\text{máx}}$, mayor será la capacidad cardiovascular, por lo que al trabajar y mejorar esta capacidad, se disminuyen directamente factores de mortalidad a corto y largo plazo.²⁴ Weaver y colaboradores llevaron a cabo un estudio en niños de los efectos progresivos de ERC en el $VO_{2\text{máx}}$ en 2008, determinando que en el estadio 2 aún se tienen valores similares de tolerancia aeróbica que en niños sanos de la misma edad y, a partir del estadio 3, los pacientes en HD y post trasplante renal tienen tolerancia al ejercicio francamente reducida.²⁵

La etiología de la intolerancia al ejercicio en pacientes con enfermedad renal crónica es multifactorial, pues incluye anemia, baja masa muscular, fatiga muscular por desnutrición y tasas reducidas de síntesis proteica, pérdida de proteína en la diálisis y dietas bajas en proteína, estado pro-inflamatorio, resistencia a factores anabólicos y estado hipercatabólico, fatiga, dolor, alteraciones en los patrones de sueño, cambios cardiovasculares, hipertensión, enfermedad vascular coronaria y aumento de masa del ventrículo izquierdo y sedentarismo, con su consecuente atrofia muscular^{12,14,15,24,26,27}. Enfocándonos en las complicaciones que estos pacientes tienen para realizar ejercicio debido a la caquexia, se puede decir que ésta está causada por la misma inactividad física, acidosis metabólica, inflamación, desnutrición y resistencia a la insulina^{8,14}. Los pacientes nefrópatas presentan índices de actividad aeróbica menores al 50% al compararlos con individuos sanos del mismo grupo etáreo y un estado de sedentarismo como factor de riesgo y factor predictor de mortalidad cardiovascular.^{5,8,9,28}

El inicio temprano de ejercicio y aumento de actividad física, tanto aeróbico como de resistencia, se ha visto benéfico al actuar sobre múltiples complicaciones de la ERC. Puede mejorar factores de riesgo cardiovascular (aumenta el VO_{2max} en un 20% a 40%, mejora la función cardiaca sistólica, revierte el remodelado patológico del ventrículo izquierdo, promueve el control de la presión arterial y disminuye la rigidez arterial), aumenta concentraciones de hemoglobina y hematocrito, mejora metabolismo lipídico, optimiza la regulación de glucosa a través de un aumento de la acción de la insulina, mejora parámetros de adecuación de HD, incrementa la masa y fuerza muscular, disminuye fibras musculares atroficas logrando disminuir riesgo de caídas, aumenta la albúmina sérica, reduce procesos inflamatorios sistémicos crónicos propios de la enfermedad (especialmente niveles de IL-6) y logra disminuir índices de hospitalizaciones, con lo que se busca optimizar la calidad de vida física y emocional del pacientes.^{8,13,14,24,26,27,29,30,31,32,33} Por lo mismo, se ha visto que diversos programas de ejercicio se han implementado en el tratamiento de rutina de pacientes con enfermedad renal crónica.³⁰

En 1968, Painter y colaboradores en el Hospital Metodista de Winsconsin llevaron a cabo el primer protocolo de ejercicio intradialítico en adultos, prescribiendo rutinas de 30 minutos de ejercicio durante la sesión de hemodiálisis, observando un aumento significativo en VO_{2max} tras 3 meses. La adherencia se reportó en 91% sin efectos adversos o complicaciones durante el tratamiento, demostrando la factibilidad de implementar rutinas de ejercicio supervisadas en este grupo de pacientes.³⁴ Desde este estudio, esta intervención se ha replicado múltiples veces a nivel mundial, recalcando la factibilidad, seguridad y resultados del ejercicio intradialítico.

El estudio piloto en pediatría se publicó en 2009, en donde Goldstein y Montgomery en el Hospital de Niños de Texas realizaron un programa de ejercicio trimestral, con sesiones de 1 hora de duración, dos veces a la semana, de bicicleta estática, ejercicios isométricos con bola medicinal y Theraband, durante las sesiones de hemodiálisis. Se enlistaron 21 pacientes de los cuales 10 completaron el estudio, logrando comprobar por primera vez la seguridad del ejercicio durante la terapia de hemodiálisis y los beneficios que este conlleva en el tratamiento integral en población pediátrica.¹⁵

Aparte de los beneficios fisiológicos de esta práctica, que consisten en la mejora de la función física y, por ende, la prevención de discapacidad funcional y clínica, también se vio que los pacientes aceptan con mayor facilidad las sesiones de hemodiálisis si se les agrega el componente del ejercicio.³⁰ Ellos declararon que les resultó agradable la práctica del ejercicio durante la sesión, que coadyuvó a que el tiempo pasara más rápido y que les gustaría permanecer en el programa. Específicamente, se observó mejoría en la prueba de caminata de seis minutos, prueba de cantidad de veces que se pueden levantar de una silla, fuerza de extremidades inferiores, albúmina, creatinina y proteínas totales pre-hemodiálisis y creatinina post-hemodiálisis, así como un aumento en la ingesta de energía, en la tasa de catabolismo proteico, en la circunferencia de brazo y una disminución en el área grasa del brazo. Así mismo, no ocurrieron efectos adversos y el porcentaje de sesiones sintomáticas fue el mismo con ejercicio que sin ejercicio¹². Se ha reportado que un programa de sesiones de treinta minutos de bicicleta estática de dos a tres veces por semana durante la sesión de hemodiálisis es factible y libre de efectos adversos para pacientes de 9.1 a 24.2 años.^{12,30} Los riesgos de eventos adversos se han considerado nulos, con adecuada protección del acceso vascular (catéter o fístula AV). En población adulta se estima 0.5 de cada 10,000 muertes y 3.6 casos de cada 10,000 para infarto agudo al miocardio. Los riesgos más comunes de la práctica deportiva son aquellos asociados al sistema músculo esquelético; en este tipo de pacientes, la presencia de enfermedad ósea e hiperparatiroidismo los hace más vulnerables a ellos.¹⁹ Sin embargo, los estudios muestran que, una vez alcanzado un nivel de condición física apropiado, el aumento progresivo de la intensidad y duración del ejercicio presenta riesgos mínimos.⁹

Por otro lado, también se observó mejoría en la eficiencia dialítica (evaluada a través del Kt/V) y calidad de vida comparado con el grupo control, aparte de una reducción de peso y de presión sistólica en el grupo experimental tras la intervención y una mejoría en la urea, calcio, fosfato y fósforo séricos.²⁶ En un programa piloto que incluyó diversos tipos de ejercicios en pacientes en hemodiálisis de 8 a 25 años, se obtuvo mejorías significativas en la prueba de caminata de seis minutos, así como en la fuerza de prensión medida con dinamómetro y pruebas de extremidades inferiores utilizando el sistema Biodex antes y después de haber implementado el programa de ejercicio intradialítico, así como menores molestias de cuello, hombros, espalda y

piernas después de las sesiones de hemodiálisis.¹³ Otro programa de ejercicio intradialítico que incluyó bicicleta estática, caminadora, estiramientos y ejercicios de fuerza obtuvo mejoras en fósforo sérico, una disminución de la tensión arterial, tanto pre-diálisis como post-diálisis y un aumento de peso interdialítico. En este mismo estudio, el desempeño de los pacientes mejoró en pruebas tales como pararse por 60 segundos, caminar 28 pies, subir escaleras por 60 segundos y levantar carga con las piernas; no se reportaron más casos de calambres o hipotensión durante las sesiones, aunque subjetivamente, seis pacientes sí reportaron menos calambres y todos reportaron tener mayor apetito y energía.³²

A continuación, se presenta en el Cuadro 1.2 la evidencia publicada de ensayos en población pediátrica y adulta, donde se puede observar la tolerabilidad de la implementación de ejercicio en este grupo de población.

Cuadro 1.2 Evidencia publicada

Población pediátrica

Población (n)	Componentes de la intervención	Diseño del estudio	Variable Desenlace (% de cambio)	Reporte de efectos adversos	Autor
Niños (9.1-24.2 años) con ERC y hemodiálisis n=10 (2 perdidos por trasplante)	Bicicleta estática 30 min 2-3 veces por semana durante la hemodiálisis por 3 meses	Grupo de intervención	+4.9% prueba de caminata de 6 minutos +19% prueba de la silla +29.3% fuerza de extremidades inferiores +0.9 mg/dl Pre-HD Cr +0.3 mg/dl Post-HD Cr +0.3 g/dl albúmina +0.4 g/dl proteínas totales	No hubo efectos adversos	Paglialonga et al 2013 ¹²
Niños, adolescentes y adultos jóvenes (8-25 años) n = 21 (11 perdidos por no adherencia, trasplante o transferencia a otro lugar)	Ejercicio 1 h 2 veces a la semana durante la hemodiálisis por 3 meses - Calentamiento (círculos de brazos, patear pelota, aventar pelota desde el pecho y desde arriba de la cabeza) 5-10 min - Bicicleta estática (piernas y brazos) 10-20 min - Mancuernas de 3-10 lb (levantamiento lateral y frontal de hombros, press de hombros sobre cabeza, curl de bíceps, extensión de tríceps, curl de martillo) 10 min - Ligas (curl de bíceps, extensión de tríceps, levantamiento lateral y frontal del deltoides, rotación interna y externa de hombros, supinación y pronación del antebrazo) 15-20 min	Grupo de intervención	+24 Newtons-m/s en fuerza de extremidades inferiores +38 yardas en prueba de caminata de 6 minutos Reporte de menor dolor de cuello, hombros, piernas y espalda tras la sesión de hemodiálisis Reporte de mayor interés por actividad física fuera del hospital	Algunos casos de no adherencia fueron por dolor o fatiga Limitantes físicas: dolores articulares crónicos y contracturas musculares	Goldstein et al 2009 ¹³

	<ul style="list-style-type: none"> - Balón medicinal de 3-10 lb (aumentar y atrapar por arriba de la cabeza y por debajo del hombro, pasar y atrapar desde el pecho, extensión de rodilla, flexión de cadera) 10 min - Pesas de muñecas y tobillos (ejercicios de mancuernas, círculos de brazos, extensión y flexión de rodilla, flexión de cadera, dorsiflexión y flexión plantar de tobillo) 10 min 				
<p>Niños (8-18 años) con ERC y hemodiálisis o diálisis peritoneal n = 20 (15 no empezaron o terminaron)</p>	<p>Ejercicio por 50 min 2 veces a la semana por 12 semanas (a partir de la 6ta semana, se les pidió que también hicieran ejercicios en casa 1 vez a la semana)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 5 min de calentamiento - Ejercicio aeróbico, de resistencia y juegos - Intervalos de 10 min a partir de la 9na semana - 5 min de enfriamiento 	Grupo de intervención	No se encontraron diferencias significativas (en VO ₂ , calidad de vida y fuerza muscular) tras la intervención.	No hubo efectos adversos	van Bergen et al 2009 ³³

Evidencia publicada en adultos

Población (n)	Componentes de la intervención	Diseño del estudio	Variable Desenlace (% de cambio)	Reporte de efectos adversos	Autor
<p>Adultos con ERC y hemodiálisis n = 20</p>	<p>Bicicleta estática en posición dorsal 10-15 min (y a tolerancia de los pacientes: 5 min por 3-5 min de descanso) durante las primeras 2 horas de sesión de hemodiálisis 3 veces por semana durante 12 semanas</p> <p>Al principio: 3-5 min de calentamiento (extensión, flexión, rotación interna y externa de rodillas, flexión plantar, dorsiflexión, inversión, eversión y rotación de tobillo)</p> <p>Final: 3-5 min de enfriamiento</p>	ECA	<p>+0.16 Kt/V (experimental vs. control)</p> <p>+0.08 Kt/V (pre vs. post)</p> <p>-8.9 mmHg presión sistólica (pre vs. post)</p> <p>-0.77 kg (pre vs. post)</p> <p>-12.64 urea (pre vs. post)</p> <p>+0.56 calcio sérico (pre vs. post)</p> <p>-0.43 fósforo sérico (pre vs. post)</p> <p>-111.5 puntos en calidad de vida respecto a síntomas y problemas</p> <p>-80 puntos en calidad de vida respecto a efectos de la ERC en la vida diaria</p> <p>-90 puntos en calidad de vida respecto a la carga de ERC</p> <p>+72 puntos en calidad de vida respecto a función cognitiva</p> <p>+54 puntos en calidad de vida respecto a calidad de interacción social</p> <p>+32.5 puntos en calidad de vida respecto al estímulo por parte del personal de la diálisis</p> <p>+29.99 puntos en calidad de vida respecto a la satisfacción del paciente</p> <p>+80 puntos en calidad de vida respecto a bienestar emocional</p>	No hubo efectos adversos	Paluchamy et al 2018 ²⁶

<p><i>Adultos con ERC y hemodiálisis n = 16 (3 meses), 6 (6 meses) y 4 (12 meses): pacientes que se ejercitaron en al menos 50% de las sesiones de hemodiálisis</i></p>	<p>Programa de ejercicio (bicicleta o caminadora 20-40 min + estiramiento y ejercicios con poco peso) por 3, 6 y 12 meses (promedio de tiempo de ejercicio por sesión: 30 min)</p>	<p>Grupo de intervención</p>	<p>-11% (3 meses) y 26% (12 meses) en P +21% (3 meses), +34% (6 meses) y +69% (12 meses) en prueba de sentarse y levantarse por 1 min +14% (3 meses), +20% (6 meses) y +25% (12 meses) en velocidad de caminata lenta de 28 ft +11% (3 meses), +20% (6 meses) y 17% (12 meses) en velocidad de caminata rápida de 28 ft +101% (3 meses), +52% (6 meses) y +64% (12 meses) en escaleras por 1 min +29% (3 y 6 meses) y +50% (12 meses) en levantamientos con pierna derecha por 1 min +24% (3 meses) y +59% (12 meses) en levantamientos con pierna izquierda por 1 min +18% (3 meses) en levantamientos con ambas piernas por 1 min -9% (6 meses) Kt/V Reporte de menores calambres durante la hemodiálisis y de un aumento de apetito y energía -4% (3 meses) en presión sistólica</p>	<p>No hubo efectos adversos</p>	<p>Cappy et al 1999³²</p>
---	--	------------------------------	---	---------------------------------	--------------------------------------

Previo a iniciar un programa de ejercicio, se requiere una evaluación médica completa y prueba de ejercicio.¹⁰ La recomendación de ejercicio debe adecuarse a las necesidades y condiciones de cada paciente. Los programas existentes para pacientes en HD son interdiálisis e intradiálisis. Los entrenamientos interdialíticos se han reportado beneficiosos; sin embargo, al realizarlo de manera intradialítica mejora el índice de adherencia ya que se aprovecha el tiempo invertido en el tratamiento y se disminuyen los riesgos asociados por falta de supervisión profesional.^{13,14,15}

Durante la sesión de HD, se recomienda iniciar la rutina de ejercicio aeróbico en la primera mitad de ésta para evitar una caída de presión arterial. De acuerdo con el Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM; American College of Sports Medicine) el ejercicio aeróbico de intensidad moderada, definido como el consumo del 40-59% de la reserva de oxígeno o medido por escala subjetiva de esfuerzo de 11-13 en una escala de 6-20, debe ser practicado 3 veces a la semana. Cada ejercicio se establece con duración de 20-60 minutos, con la posibilidad de

menor duración, pero acumulada de 20 a 60 minutos. En caso de prescribir sesiones de resistencia (con balones medicinales, pesas y ligas), éstas deben ser 2 por semana con un intervalo de 48 horas entre sesiones. Se deben ejercitar 8-10 grupos musculares por sesión con intensidad de 60 a 75% para cada repetición, con un máximo de 10 a 15 repeticiones, ajustadas de acuerdo con cada paciente. En cuanto a los ejercicios recomendados en la literatura, teniendo en cuenta la posición de sedestación durante el tratamiento, se describe pedaleo en bicicleta estática como ejercicio aeróbico y para los ejercicios de resistencia se descarta la posibilidad de usar tronco y extremidades superiores en caso de presencia de fístula arteriovenosa o complicaciones con el acceso vascular.²⁴

Se ha observado que los ejercicios de resistencia durante la hemodiálisis o programas fuera de las instalaciones sanitarias, tienen poca adherencia en comparación con el uso de la bicicleta estática.¹² El uso de la bicicleta estática como parte de las rutinas de ejercicio presenta varias ventajas: es menos costosa, necesita menor personal entrenado en fisioterapia pediátrica, permite mayor autonomía del paciente, no requiere de tiempo extra para que el paciente la realice y es factible sin importar cuál sea el acceso vascular que se esté usando –central o fístula arteriovenosa.^{12,26} Una desventaja de limitar el ejercicio a la bicicleta estática durante las sesiones de hemodiálisis es la falta de uso de otros segmentos musculares y un posible riesgo de incorporar ejercicio a las sesiones de hemodiálisis es la posible exacerbación de isquemia gástrica al redireccionar el flujo sanguíneo y las lesiones en el sistema músculo-esquelético a las que este tipo de pacientes pueden ser más propensos, pero que pueden ser prevenidos con sesiones adecuadas de calentamiento y enfriamiento.^{12,29,35} Algunas razones para la pérdida de sujetos en los grupos de experimentación fueron dolor, fatiga, contracturas musculares, dolor crónico en articulaciones o falta de motivación y de soporte familiar, así como ya haber participado en actividades físicas en la escuela.¹³ Paglialonga y colaboradores reportan la dificultad que supone la intervención del estudio para cegarlo y la gran dispersión de edades de su muestra; la falta de validación de algunas pruebas para medir resultados en niños también resultó un problema para este estudio.¹² Sin embargo, también existen otros estudios que no tuvieron todas estas limitaciones, como el de Paluchamy y Vaidyanathan, quienes, aparte, contaron con un grupo control para poder comparar sus resultados.²⁶

Lamentablemente, tras más de 20 años de describir la seguridad del ejercicio en nefrópatas, aún no existe la participación esperada en actividades físicas en estos pacientes, y una de las razones es la poca explicación e involucro del personal de salud en estas actividades, así como los temores acerca de su factibilidad en poblaciones infantiles y las complicaciones que pueden ocurrir en individuos con baja tolerancia al ejercicio, como lesiones musculo esqueléticas o cardiovasculares.^{24,30}

3. Planteamiento del problema

La enfermedad renal crónica en México representa una causa importante de morbilidad y mortalidad, así como pérdidas económicas y de calidad de vida para la población y el país en general, ya que requiere de mucha inversión, infraestructura y recursos humanos para su atención. En México todavía no existe un registro nacional de este tipo de pacientes, por lo que no se puede conocer su epidemiología con exactitud; sin embargo, se calcula que existen alrededor de 377 casos incidentes y 1142 casos prevalentes por cada millón de habitantes. Así mismo, se cree que existen alrededor de 52,000 pacientes en terapias sustitutivas renales.³⁶ En pacientes pediátricos sólo se cuenta con una estimación que arroja cifras de entre 3000 a 6000 casos prevalentes de enfermedad renal crónica en México, aunque, nuevamente, no se cuenta con cifras exactas.³ A nivel mundial, se considera que existen 9 niños con enfermedad renal crónica en estadio terminal con terapia de reemplazo renal por cada millón de habitantes.²

Aparte de todos los recursos materiales y humanos que el tratamiento de esta enfermedad requiere, también es necesaria una gran inversión de tiempo. Por lo mismo, la insuficiencia renal crónica y los tratamientos de terapia sustitutiva renal traen consigo grandes costos económicos y de calidad de vida de los pacientes. En el caso pediátrico se calcula que los niños sometidos a hemodiálisis pasan alrededor del 43% de su tiempo en vigilia en actividades relacionadas con el tratamiento de su enfermedad.^{13,14} Esto, invariablemente, afecta su calidad de vida, aprovechamiento académico y oportunidades laborales en un futuro, aparte de que también merma la calidad de vida, disponibilidad de tiempo y productividad laboral de sus padres, tutores o cuidadores.

Anteriormente mencionado, algunas de las consecuencias físicas que la enfermedad renal crónica y la terapia sustitutiva renal tienen en la población que la padece es la modificación de la composición corporal, reduciendo su masa muscular e incluso, llevándola a la disfunción

física.⁷ En niños, estos problemas pueden afectar su crecimiento y desarrollo adecuados. Durante las sesiones de hemodiálisis, los pacientes pueden sufrir de desequilibrios hemodinámicos que afectan gravemente su salud y calidad de vida.³⁵ Recientemente, se ha probado la implementación de ejercicio aeróbico y de resistencia durante las sesiones de hemodiálisis para intentar contrarrestar los efectos de la enfermedad y su tratamiento. La evidencia existente respalda esta intervención, pues se han encontrado resultados favorables en distintos países y con diversos grupos de edad, en donde se observan mejoras en la composición corporal y en los indicadores bioquímicos de los pacientes, en su estabilidad hemodinámica durante la hemodiálisis, así como en la motivación y la adherencia al tratamiento sustitutivo renal. Aunque existe cierta evidencia en pacientes pediátricos, la mayor parte de los estudios se han realizado en adultos. Por lo mismo, este proyecto pretende explorar los efectos de una intervención de ejercicio aeróbico implementado durante las sesiones de hemodiálisis en los parámetros bioquímicos, hemodinámicos y composición corporal de pacientes del Instituto Nacional de Pediatría, aplicando y probando la intervención en el contexto mexicano y en una muestra de pacientes pediátricos.

4. Justificación

Existen autores que han promovido la implementación de ejercicio durante las sesiones de terapia sustitutiva renal como un elemento central de la atención que se le debe dar a pacientes sometidos a hemodiálisis de todas las edades debido a su gran factibilidad y los beneficios clínicos indiscutibles que se le han probado.³⁰ En el caso de los niños, implementar actividad física en su tratamiento puede contribuir a reducir el sedentarismo típico de los pacientes con enfermedad renal crónica desde edades tempranas y hasta la adultez. De esta manera, se podrán observar beneficios a nivel muscular, cardiovascular y hemodinámico, reduciendo las complicaciones y las altas tasas de mortalidad de pacientes sometidos a terapias sustitutivas renales.^{8,27,36}

Específicamente, los niños con enfermedad renal crónica en estadios terminales tienen tasas de mortalidad hasta 30 veces más altas comparadas con las de niños sanos. La desnutrición es un factor primordial que eleva esta tasa, por lo que atacar las deficiencias en materia de nutrición de estos pacientes puede contribuir a mejorar la tasa de mortalidad general.³⁷ Ya que se han observado mejoras en materia de composición corporal e indicadores bioquímicos, así

como en la motivación y adherencia al tratamiento y calidad de vida de pacientes con enfermedad renal crónica tras la implementación de ejercicio intradialítico, es factible decir que esta práctica mejora los indicadores nutricionales de esta población, con los consiguientes beneficios en términos de mortalidad ya descritos. Aparte, se ha reportado que los niños sometidos a hemodiálisis reportan una calidad de vida relacionada con la salud peor que aquellos sometidos a diálisis peritoneal y trasplantes renales, afectada principalmente por el área de actividad física y asistencia escolar.³⁸ Por lo mismo, esta intervención puede contribuir a la mejora tanto de su estado físico y de salud, como a su estado psicosocial, emocional y de percepción de calidad de vida.

Si se logra probar la efectividad de la implementación de ejercicio durante las sesiones de hemodiálisis en pacientes pediátricos mexicanos, se podrá contribuir a la generación de evidencia científica para generalizar esta práctica en todos los servicios de salud que presten el servicio de terapias sustitutivas renales. De esta manera, los pacientes con enfermedad renal crónica se verán beneficiados tanto en resultados en salud, como en calidad de vida, disminuyendo la mortalidad y complicaciones graves del padecimiento y de su tratamiento y aumentando su desarrollo físico y personal, aprovechamiento académico y productividad.

5. Pregunta de Investigación

¿Cuál es el efecto de la implementación de ejercicio (bicicleta estática) durante las sesiones de hemodiálisis en la composición corporal, en el perfil bioquímico, y parámetros hemodinámicos en niños con enfermedad renal crónica en terapia de sustitución renal con hemodiálisis?

6. Objetivos

6.1 Objetivo general

Medir el efecto de la implementación de ejercicio (bicicleta estática) durante las sesiones de hemodiálisis en la composición corporal de niños con ERC.

6.2 Objetivos primarios

Medir los efectos del ejercicio (bicicleta estática) durante las sesiones de hemodiálisis en la masa magra corporal de niños con ERC.

Medir los efectos del ejercicio (bicicleta estática) durante las sesiones de hemodiálisis en la masa grasa corporal de niños con ERC.

Medir los efectos del ejercicio (bicicleta estática) durante las sesiones de hemodiálisis en el ángulo de fase de niños con ERC.

6.3 Objetivos secundarios

Medir los efectos del ejercicio (bicicleta estática) durante las sesiones de hemodiálisis en indicadores bioquímicos, Kt/V, antropométricos y calidad de vida.

Medir los efectos del ejercicio (bicicleta estática) durante las sesiones de hemodiálisis en el estado de nutrición de niños con ERC.

7. Hipótesis

La implementación del ejercicio (bicicleta estática) durante las sesiones de hemodiálisis incrementará la masa magra y el ángulo de fase, así como disminuirá la masa grasa de niños con ERC.

La implementación del ejercicio (bicicleta estática) durante las sesiones de hemodiálisis mejorará el valor Z de los indicadores del estado de nutrición de niños con ERC.

La implementación del ejercicio (bicicleta estática) durante las sesiones de hemodiálisis mejorará los indicadores bioquímicos (BUN, albúmina, triglicéridos, colesterol, glucosa, proteína C reactiva, creatinina, proteínas totales, urea, malondialdehído) de niños con ERC.

La implementación del ejercicio (bicicleta estática) durante las sesiones de hemodiálisis mejorará los indicadores antropométricos de niños con ERC.

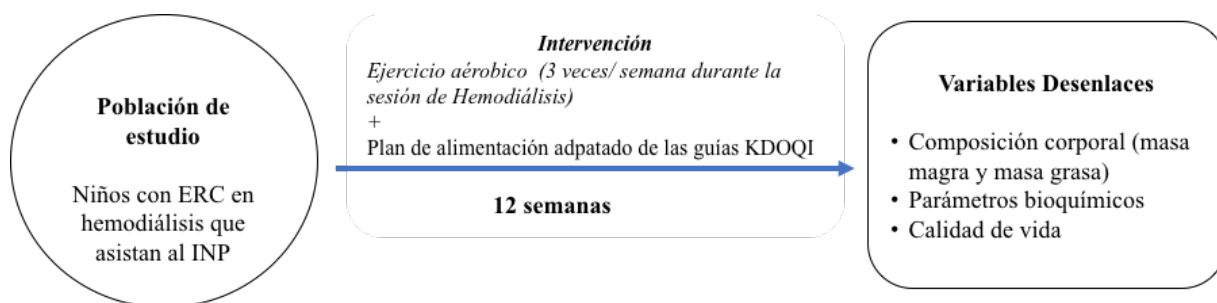
La implementación del ejercicio (bicicleta estática) durante las sesiones de hemodiálisis mejorará la eficiencia de la hemodiálisis (indicador Kt/V) de niños con ERC.

La implementación del ejercicio (bicicleta estática) durante las sesiones de hemodiálisis mejorará la calidad de vida de niños con ERC.

8. Material y métodos

8.1 Diseño del estudio

Ensayo clínico de etiqueta abierta, no cegado, prospectivo y longitudinal.



8.2 Población objetivo

Niños con insuficiencia renal crónica con hemodiálisis ambulatoria.

8.3 Población elegible

Tratados en la Unidad de Hemodiálisis del Departamento de Nefrología del Instituto Nacional de Pediatría durante marzo 2019 a febrero 2022.

8.4 Criterios de selección

Criterios de inclusión

- Pacientes que tengan entre 6 y 17 años.
- Hombres o mujeres
- Pacientes estables metabólicamente y hemodinámicamente.
- Pacientes con al menos 1.2 de Kt/V por sesión de hemodiálisis, 2-3 sesiones por semana.
- Pacientes que lleven al menos 3 meses de terapia sustitutiva renal.
- Pacientes cuyos padres o tutores firmen el consentimiento informado y los niños mayores de 8 años la carta de asentimiento de manera voluntaria.

Criterios de exclusión

- Pacientes que tengan limitaciones, discapacidad física y/o contraindicaciones médicas para la práctica de ejercicio o activación física.
- Pacientes que se encuentren hospitalizados.
- Pacientes con anemia severa (Hb menor de 7g/dL)

Criterios de eliminación

- Pacientes que ya no quieran continuar participando en el estudio.
- Pacientes a los que se les contraindique, una vez iniciado el estudio, el ejercicio o la activación física.
- Pacientes a los que se les cambie la frecuencia a la que deben asistir a sus sesiones de hemodiálisis.
- Pacientes que refieran molestias por la práctica del ejercicio físico durante el estudio.
- Pacientes que reciban trasplante durante su participación en el estudio.

*Para los pacientes eliminados se considerará la causa de la eliminación y se analizarán los datos hasta el momento de la eliminación del estudio.

8.5 Técnica de muestreo

Todos los pacientes que acuden a la Unidad de Hemodiálisis del Servicio de Nefrología del Instituto Nacional de Pediatría que cumplan con los criterios de inclusión y que no cuenten con ningún criterio de exclusión.

8.6 Variables

Nombre de la variable	Definición conceptual	Definición operativa	Tipo de variable	Unidad/ Categoría
Apego a la intervención	Frecuencia y duración de las sesiones de ejercicio durante la hemodiálisis	Se tomará como apego a la intervención cuando se realice el 80% o más de las sesiones.	Cuantitativa continua	%
Masa grasa	La reserva energética disponible del organismo como tejido adiposo ⁴⁰ .	Se tomará por método segmental directo de impedancia bioeléctrica de multi-frecuencia con el InBody S-10	Cuantitativa continua	% / kg

Masa magra	Es la masa del cuerpo compuesta de músculos esqueléticos (aproximadamente 80%) y químicamente se compone de proteínas, agua y hueso.	Se tomará por método segmental directo de impedancia bioeléctrica de multi-frecuencia con el InBody S-10	Cuantitativa continua	% / kg
Ángulo de fase	Indicador que evalúa la integridad de la membrana asociada al pronóstico. ¹⁸	Ángulo de fase = (reactancia/reactividad) * (180/π) ¹⁸	Cuantitativa continua	°
Gasto energético en reposo	Costo mínimo de energía que el cuerpo utiliza para que las funciones vitales de mantenimiento no se detengan.	Se toma por medio calorimetría indirecta, donde el paciente se sienta en un sillón cómodo, le es colocada la boquilla para las mediciones de volumen de O ₂ y CO ₂ y se le hacen las mediciones de los gases por 10 minutos.	Cuantitativa continua	Kcal/ día
Eventos adversos	Aparición o empeoramiento de un signo, síntoma o condición médica indeseable que ocurre en un paciente después de iniciar un estudio de investigación	Aparición de algún síntoma: mareos, calambres, dolor de cabeza, hipotensión o vómito que le impide seguir con la sesión de ejercicio durante la hemodiálisis.	Cualitativa Dicotómico	0: Ausencia 1: Presencia
Albúmina	Proteína transportadora que mantiene la presión oncótica del plasma ⁴⁰	Medición de la albúmina en Suero por medio de método colorimétrico.	Cuantitativa continua	g/kg
Prealbúmina	Proteína producida en el hígado, ayuda a transportar las hormonas tiroideas y vitamina A por el torrente sanguíneo.	Medición de la Prealbúmina en Suero por medio de método colorimétrico.	Cuantitativa continua	mg/dL
Creatinina	Molécula que funciona como amortiguador de fosfatos y que mantiene constante la producción de ATP para la contracción en el músculo; es el resultado de la pérdida del fosfato de la creatina. ⁴⁰	Cantidad de creatinina existente en suero	Cuantitativa continua	mg/dL
Nitrogeno ureico en sangre (BUN)	El nitrógeno ureico es el producto de desecho que se genera a partir del catabolismo proteico. ⁴¹	Medición en sangre	Cuantitativa continua	mg/dL
Colesterol total	Sustancia grasa que se encuentra en las membranas de células en el plasma sanguíneo.	Medición de colesterol sérico por medio de colorimetría enzimática	Cuantitativa continua	mg/dL
Triglicéridos	Lípido que consta de con tres cadenas de ácidos grasos esterificadas a una molécula de glicerol.	Medición de los TG séricos por el método de colorimetría enzimática.	Cuantitativa continua	ng/ml
Glucosa	Azúcar principal en la sangre proveniente de los alimentos, usada como energía.	La concentración de glucosa en la sangre con 12 horas de ayuno colorimetría enzimática.	Cuantitativa continua	mg/dL
Proteína C reactiva	Proteína reaccionante de fase aguda que aumentan en respuesta a la inflamación. Los niveles de reaccionantes de la fase aguda responden a las proteínas inflamatorias denominadas citocinas. Estas son producidas por	Medición de la PCR sérica por el método fotométrico.	Cuantitativa de razón continua	mg/dL

	los glóbulos blancos durante una inflamación.			
Potasio	Metal alcalino se encuentra en los tejidos y fluidos corporales.	Medición de la concentración de potasio en la sangre	Cuantitativa continua	mmol/L
Sodio	Ión positivo que se encuentra principalmente, fuera de las células, en los fluidos extracelulares, la concentración de sodio en la sangre es el resultado entre la entrada del mismo por la dieta y su salida a través del filtrado del riñón y su salida por la orina.	Medición de sodio sérica en sangre.	Cuantitativa continua	mmol/L
Calcio	Metal alcalino presente en los huesos, los dientes y fluidos corporales.	Medición en calcio en sangre por método colorimétrico	Cuantitativa continua	mg/dL
Fósforo	Forma parte de los huesos, los músculos y el tejido nervioso, fundamental en la transferencia de energía y el metabolismo celular.	Medición de concentraciones de fósforo en sangre	Cuantitativa continua	mg/dL
Magnesio	Metal alcalino que existe en la naturaleza solamente en combinación química con otros elementos y es un componente esencial del tejido animal y vegetal.	Medición de concentraciones de magnesio en sangre	Cuantitativa continua	mg/dL
Hemoglobina	Pigmento rojo contenido en los hematíes de la sangre de los vertebrados, cuya función consiste en captar el oxígeno de los alveolos pulmonares y comunicarlo a los tejidos, y en tomar el dióxido de carbono de estos y transportarlo de nuevo a los pulmones para expulsarlo.	Medición de la concentración de hemoglobina en sangre	Cuantitativa continua	g/dL
Hematocrito	Volumen de glóbulos con relación al total de la sangre.	Medición porcentual de hematocrito en sangre	Cuantitativa continua	%
Hierro	Metal del grupo de los elementos de transición, se extrae principalmente de los hematíes.	Medición de las concentraciones de hierro en sangre	Cuantitativa continua	g/dL
Producto calcio-fósforo	El producto calcio-fósforo constituye un indicador que, al alterarse, indica riesgo de hiperparatiroidismo y de enfermedad mineral ósea. ⁴²	$Cap = \text{calcio (mg/dl)} * \text{fósforo (mg/dl)}^{42}$	Cuantitativa continua	mg/dl
Ferritina	Proteína dentro de las células que almacena hierro.	Medición de la concentración de ferritina en sangre	Cuantitativa continua	ng/mL
Fosfatasa alcalina	Enzima hidrolasa responsable de eliminar grupos de fosfatos de varios tipos de moléculas como nucleótidos, proteínas y otros compuestos fosforilados.	Medición de la concentración de fosfatasa alcalina en sangre	Cuantitativa continua	IU/L
Transferrina	Proteína transportadora específica del hierro en el plasma de humanos y mamíferos.	Medición de transferrina en sangre	Cuantitativa continua	mg/dL

Proteínas totales	Cantidad total de dos clases de proteínas encontradas en la porción líquida de la sangre: albúmina y globulina	Medición de proteínas totales en sangre	Cuantitativa continua	g/dL
Urea	Metabolito resultante de la degradación de sustancias nitrogenadas en el organismo.	Medición de la cantidad de urea en sangre a través del método enzimático	Cuantitativa continua	mg/dL
Kt/V	Es un indicador de la depuración de urea. Significa cuánto logra desecharse en una unidad de tiempo por cierto volumen de plasma. ⁴⁴	Fórmula de Lowrie: $Kt/V = \ln(BUN_{Pre}/BUN_{Post})$ Fórmula de Daugirdas: $Kt/V = -\ln((BUN_{Post}/BUN_{Pre}) - (0.008 * \text{horas})) + ((4 - (3.5 * BUN_{Post}/BUN_{Pre})) * Vol \text{ de UF/PesoPost})^{45}$	Cuantitativa continua	N/A
Actividad física	Cantidad de ejercicio que realiza normalmente en su vida diaria, antes y durante la intervención.	Se tomará a través de los cuestionarios PAQ-C y PAQ-A, los cuales arrojan un puntaje de 1 a 5: 1-2: sedentario 2-3: actividad baja 3-4: activo 4-5: muy activo	Cualitativa categórica	Sedentario, actividad baja, activo, muy activo
AMB (área muscular de brazo)	Cantidad de masa muscular en las extremidades superiores. ⁴⁰	$c_{AMB} (cm)^2 \text{ varones} = \frac{[CB - (\pi \times PCT)]^2}{4\pi} - 10$ $c_{AMB} (cm)^2 \text{ mujeres} = \frac{[CB - (\pi \times PCT)]^2}{4\pi} - 6.5$ 40	Cuantitativa continua	cm ²
PB (perímetro braquial)	La medida de la circunferencia del brazo. ⁴⁶	Medir con el sujeto de pie, erecto y con los brazos a los lados del cuerpo, con las palmas hacia el tronco. El área de medición debe estar descubierta. 1) Flexionar el brazo a 90° con la palma hacia arriba, 2) Medir la distancia entre la punta lateral del acromion y la cabeza del radio en su punto lateral y externo. 3) Dejar de flexionar el brazo para medir el perímetro en el punto medio. ⁴⁰	Cuantitativa continua	cm
PCT (pliegue cutáneo tricipital)	La medida del grosor del pliegue de la piel de la cara posterior del brazo a nivel del tríceps. ⁴⁶	Se mide en la línea media del tríceps a 1 cm del punto medio del brazo. El pliegue se forma de manera paralela al eje longitudinal y el plicómetro se coloca perpendicular al pliegue. La medición se efectúa con el brazo relajado. ⁴⁰	Cuantitativa continua	mm
Peso	La medida de la masa corporal ⁴⁶	La medición se realiza sin zapatos ni prendas pesadas. El sujeto se	Cuantitativa continua	Kg

		coloca en el centro de la báscula y se mantiene inmóvil, sin recargarse ni flexionar las piernas. Se registra el peso cuando éste se estabiliza en la báscula. ⁴⁰		
Talla	La altura de un individuo en posición vertical desde el punto más alto de la cabeza hasta los talones ⁴⁶	La medición se toma descalzo y de pie con los talones unidos, piernas rectas y hombros relajados. Los talones, cadera, escápulas y parte trasera de la cabeza se pegan al estadímetro. La cabeza se coloca en el plano horizontal de Frankfort. El individuo debe inhalar profundamente y contener el aire mientras la base móvil del estadímetro se lleva al punto máximo de la cabeza comprimiendo el cabello. ⁴⁰	Cuantitativa continua	cm
Estado nutricional	Condición resultante de la ingestión de alimentos y la utilización biológica de los mismos por el organismo. ⁴⁰	<p>Peso para la talla: >3: obesidad >2: sobrepeso >1: posible riesgo de sobrepeso <-2: emaciación <-3: emaciación severa</p> <p>Talla para la edad: <-2: baja talla <-3: baja talla severa</p> <p>IMC para la edad: >3: obesidad >2: sobrepeso >1: posible riesgo de sobrepeso <-2: emaciación <-3: emaciación severa⁴⁷</p>	Cuantitativa continua/Cualitativa politémica ordinal	Z score/ 0: obesidad, 1: sobrepeso, 2: Emaciación, 3: emaciación severa
Calidad de vida	Conjunto de condiciones que contribuyen al bienestar de los individuos y a la realización de sus potencialidades en la vida social	Se mide mediante el cuestionario TECAVNER (Test de calidad de vida específico para niños con enfermedad renal crónica) ⁴⁸	Cuantitativa continua	N/A
Edad	Tiempo transcurrido desde su nacimiento hasta el momento.	Se preguntará fecha de nacimiento	Cuantitativa continua	Años
Sexo	Condición anatómica que distingue al hombre de la mujer.	Observación clínica	Cualitativa Dicotómico	0: Masculino 1: Femenino

8.7 Descripción general del estudio

Este estudio constó de 2 pre-visitaciones y 4 visitas subsecuentes que se describen a continuación:

Reclutamiento de pacientes

Antes de comenzar el estudio se identificaron los pacientes que cumplan con los criterios de inclusión del proyecto de investigación para hacerles una invitación formal a participar en el estudio.

En la **pre-visita 1** se recabaron las firmas de los consentimientos y asentimientos informados de los pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión, se les realizó calorimetría Indirecta para conocer el gasto energético basal y con ello conocer las kilocalorías que deberán consumir, se llevará a cabo la sesión de orientación alimentaria y se les entregó un plan de alimentación adaptado de acuerdo con las guías KDOQI.

Firmas de consentimiento y asentimiento informado

A los padres o tutores de los pacientes previamente identificados se les explicará el protocolo y se resolvieron dudas para después entregar cartas de consentimiento informado, presentando su anuencia por escrito para que su hijo(a)/tutorado(a) participara en la investigación.

Sesiones de orientación alimentaria y plan de alimentación

Tanto a los padres, como a los niños, se les dio una sesión de orientación alimentaria y otra de reforzamiento de los conocimientos con el propósito de mejorar y adecuar la alimentación que llevan en casa. En éstas se revisó los conceptos básicos de la enfermedad renal crónica, así como la importancia del cuidado de la alimentación, específicamente de la restricción de sodio, potasio y fósforo. Así mismo, se realizó un taller de lectura de etiquetas, uso del sistema de alimentos equivalentes y elección de alternativas adecuadas para la alimentación de los niños con enfermedad renal crónica. Durante el taller de uso del sistema de alimentos equivalentes se trabajó con trípticos especialmente diseñados para la enfermedad renal crónica, que señalan equivalentes de diferentes alimentos que se puedan consumir frecuentemente, con moderación o que se deban evitar. Estos trípticos se los llevaron los padres y los niños para poder utilizarlos en casa, junto con un menú en equivalentes (no de alimentos) de acuerdo con las necesidades específicas del paciente. A los participantes se les otorgó su plan de alimentación individualizado de acuerdo con las pautas para el plan de alimentación de la guía KDOQI (cuadro 1.3)

Cuadro 1.3: Pautas para el plan de alimentación de acuerdo a la guía KDOQI

	<p>La prescripción de energía se ajustará de acuerdo al IMC y, en su caso, a la pérdida o ganancia de peso del paciente; sin embargo, la pauta general para calcular el requerimiento energético de niños con peso adecuado será la siguiente:</p> <p>La energía que se les prescribirá se determinará con el gasto energético en total, el cual es la sumatoria del gasto energético en reposo estimado por calorimetría indirecta, se les sumará 10% del efecto térmico de los alimentos y el factor de actividad física descrito a continuación:</p> <p>Factores de actividad física:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Sedentario (actividades de la vida diaria solamente) → 1 -Actividad baja (actividades de la vida diaria + 30-60 minutos de actividad moderada diaria) → 1.13 (hombres), 1.16 (mujeres) -Activos (actividades de la vida diaria + ≥60 minutos de actividad moderada diaria → 1.26 (hombres), 1.31 (mujeres) -Muy activos (actividades de la vida diaria + ≥60 minutos de actividad moderada diaria + 60 minutos de actividad vigorosa o 120 minutos de actividad moderada) → 1.42 (hombres), 1.56 (mujeres) <p>*Sólo en caso de que el paciente tenga un IMC para la talla <p5 y no pueda alcanzar sus requerimientos de manera oral o con sonda, se prescribirá nutrición parenteral intradialítica.</p>
<p>Hidratos de carbono</p>	<p>55-60% del valor energético total</p> <p>Evitar azúcares simples (sobretudo en caso de hipertrigliceridemia)</p> <p>Azúcares añadidas: ≤25% valor energético total</p>
<p>Lípidos</p>	<p>25-35% del valor energético total</p> <p>Se deberá cuidar la aparición de dislipidemias y obesidad, evitando ingestas altas de colesterol y grasas saturadas y trans y prefiriendo el</p>

	consumo de ácidos grasos mono y poliinsaturados (en especial los omega3: DHA y EPA).
Proteína	≥ 2 g/kg
	14 g/1000 kcal (≥ 20 g/día)
Fibra	Cuidar que haya un aporte adecuado, sobretodo de fibra soluble. En caso de ser necesario, se podrán prescribir polvos de fibra, de acuerdo con el criterio médico.
Líquidos totales	Balance neutro
Micronutrientos (Na, K, P)	Balance neutro

Adaptado de: KDOQI Clinical Practice Guideline for Nutrition in Children with CKD: 2008 Update 39

Durante la previsita 1 se tenía planeado realizar calorimetría indirecta, sin embargo no fue posible conseguir calorímetro durante la intervención por lo que no se pudo incluir en las mediciones basales.

En la **pre-visita 2**, una semana después de la prevista 1, se reforzaron los conocimientos aprendidos en la sesión de orientación alimentaria y se aplicó un cuestionario de actividad física habitual a los niños (PAQ-A y PAQ-C).

Cuestionario de actividad física PAQ-A y PAQ-C

Se les aplicó un cuestionario de la actividad física habitual que los niños realizaron en casa y en la escuela con la finalidad de conocer el nivel de actividad física durante su intervención. Se aplicó el cuestionario PAQ-C (**Anexo 1**) a los menores de 14 años y el PAQ-A (**Anexo 2**) a los mayores de 14 años.

En la **visita 1, 2 y 3** (separadas por 4 semanas) se tomaron los datos antropométricos, bioquímicos, de composición corporal (**Anexo 3**) y de calidad de vida (mediante el cuestionario

TECAVNER) (test de calidad de vida específico para niños con enfermedad renal crónica) (**Anexo 4**), para darle seguimiento a cada una de las variables.

Composición corporal

Para evaluar el % de grasa corporal, se estimó con la ecuación de Slaughter, la cual establece sumatoria de pliegues (tricipital y subescapular) menores a 35mm y mayores a 35mm para hombres y mujeres respectivamente. Se interpretarán los valores obtenidos en base a los criterios de evaluación del porcentaje de grasa corporal según Durenberg y cols.

Criterio de evaluación	Rango de valores (hombres) (%)	Rango de valores (mujeres) (%)
Baja adiposidad	<10	<15
Adecuada adiposidad	10.01 – 20	15.01 – 25
Adiposidad moderadamente alta	20.01 – 25	25.01 – 30
Alta adiposidad	>25.01	>30.01

En cuanto a la masa muscular Área Muscular Braquial (AMB) expresado en cm²; los datos obtenidos se evaluarán a partir de la tabla de percentiles propuesta por Frisancho con talla ajustada, tomando como el percentil 50 de referencia.

Percentil	Interpretación
<5	Baja muscularidad
>5 - < 15	Límite de baja muscularidad
>15 - <85	Masa muscular promedio
>85 - < 95	Masa muscular arriba del promedio
>95	Masa muscular alta – hipertrofia muscular

Con respecto a la composición corporal, se empleará por el método segmental directo de impedancia bioeléctrica de multi-frecuencia con el InBody S-10 obteniendo datos de agua corporal total, masa magra, masa grasa, resistencia, reactancia y ángulo de fase.

Datos Antropométricos

Peso, talla, índice de masa corporal, área muscular de brazo, área grasa del brazo, pliegues cutáneos (tricipital, bicipital, pierna medial, muslo anterior, subescapular, suprailiaco), perímetros (brazo relajado, brazo flexionado y en contracción, pierna, muslo medio, cintura), longitud acromial-radial.

Con respecto a los indicadores Talla para la Edad (T/E) y Peso para la Talla (P/T), se clasificarán de acuerdo a los valores establecidos en la NOM-008-SSA2-1993 Control de la nutrición, crecimiento y desarrollo del niño y del adolescente. Criterios y procedimientos para la prestación del servicio.

Talla en relación con la Edad	
+2 a +3	Alta
+1 a + 1.99	Ligeramente alta
±1	Estatura normal
- 1 a - 1.99	Ligeramente baja
-2 y menos	Baja

Peso en relación con la Talla	
+2 a +3	Obesidad
+1 a + 1.99	Sobrepeso
±1	Peso normal
- 1 a - 1.99	Desnutrición leve
-2 a - 2.99	Desnutrición moderada
-3 y menos	Desnutrición grave

Indicadores Bioquímicos

Nitrógeno ureico en sangre, tasa de reducción de urea, índice de generación de urea, tasa de catabolismo proteico, tasa de catabolismo proteico normalizada, magnesio, Kt/V, hemoglobina, hematocrito, hierro, producto calcio-fósforo, ferritina, calcio, fósforo, potasio, fosfatasa alcalina, parathormona, sodio, transferrina, albúmina, prealbúmina, triglicéridos, colesterol, glucosa, proteína C reactiva, creatinina, proteínas totales, urea, malondialdehído.

En la **visita 4**, se medieron los datos antropométricos, bioquímicos, de composición corporal (**Anexo 3**), y de calidad de vida (**Anexo 4**) y se aplicaron los cuestionarios de actividad física PAQ-C (**Anexo 1**) a los menores de 14 años y el PAQ-A (**Anexo 2**) a los mayores de 14 años.

8.8 Rutina de ejercicio

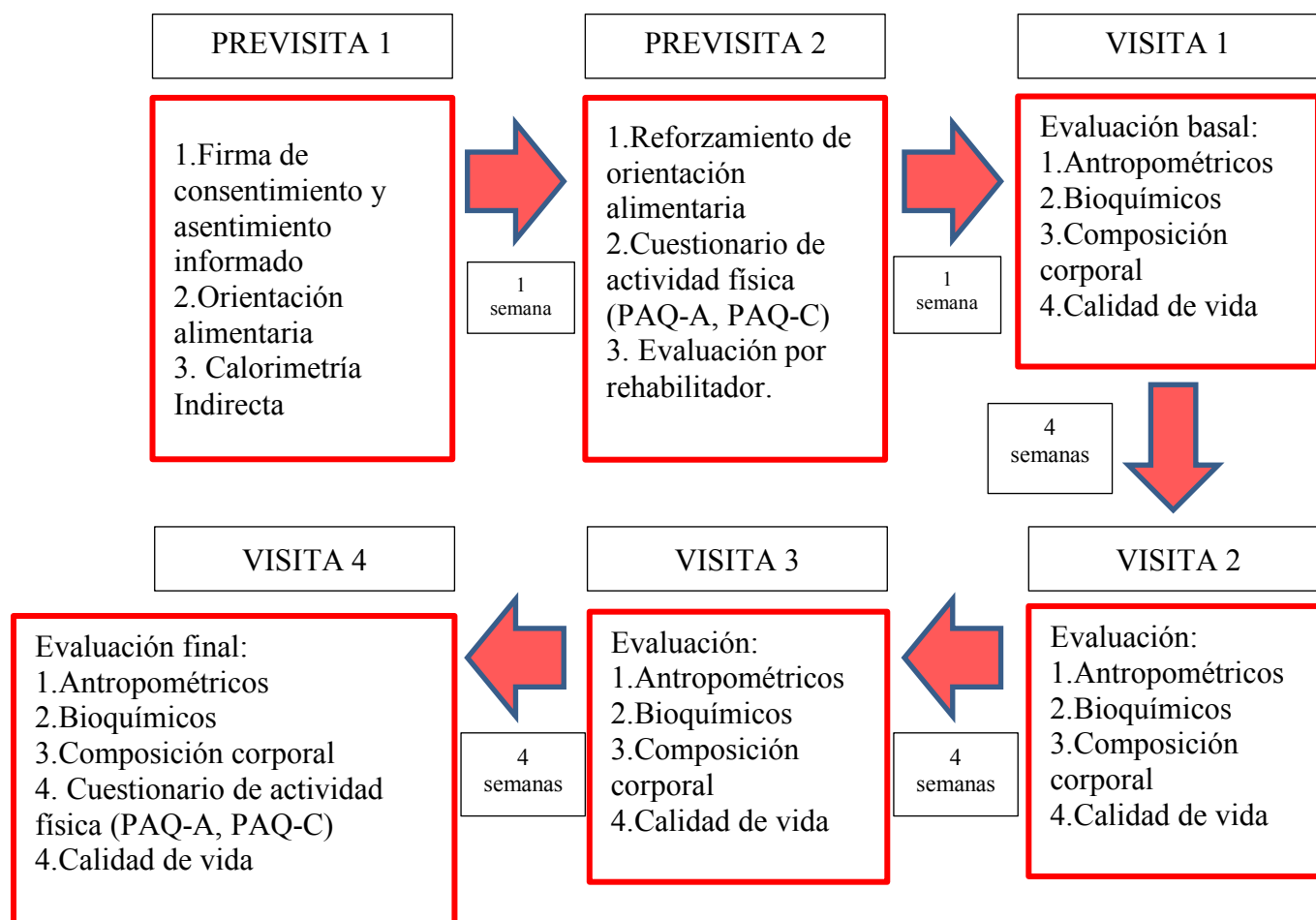
A partir de la visita 1 se realizó el ejercicio intradialítico con el uso de la bicicleta estática adaptada a sillón de hemodiálisis de la marca BR FISIK, (se cuenta con 4 en existencia). Se realizó 3 veces por semana durante 3 meses, con 15 minutos de calentamiento, 30 minutos de ejercicio, y 15 minutos de enfriamiento. La intensidad del pedaleo fue aquella con la que el paciente se sintiera cómodo, sintiera que está realizando cierto esfuerzo físico, pero sin que llegue a sentir fatiga, náuseas, mareo o exista hipotensión.

La secuencia del ejercicio físico será la siguiente:

- 5 minutos de estiramiento de cabeza, cuello, brazos, muñecas, hombros, cadera, rodillas, piernas y tobillos.
- 5 minutos de calentamiento: se usará este lapso para hacer ejercicios de fuerza con las extremidades superiores, con la finalidad de que no sólo se trabajen las extremidades inferiores durante la intervención. Se harán ejercicios con el propio peso, por lo que no se necesitarán pesas, mancuernas, ligas, balones medicinales, ni ningún otro tipo de instrumentos.
- 30 minutos de ejercicio en la bicicleta estática.
- 5 minutos de enfriamiento: se volverán a hacer los mismos ejercicios de fuerza que en el calentamiento.
- 5 minutos de estiramiento de cabeza, cuello, brazos, muñecas, hombros, cadera, rodillas, piernas y tobillos.

En cada sesión de ejercicio se le aplicó un pequeño cuestionario de efectos adversos al paciente (**Anexo 8**) elaborado a partir de los efectos adversos más comúnmente encontrados en la literatura y basados en las preguntas y observaciones que hicieron Paglialonga et al ¹² y Paluchamy et al ²⁶ en sus estudios.

8.9 Diagrama de flujo del diseño experimental



Evaluación antropométrica: peso, IMC, talla, PCT, PCB, Pliegue de pierna medial, pliegue de muslo anterior, PCSe, PCSi, PB, PB flexionado y en contracción, perímetro de pierna, perímetro de muslo medio, perímetro de cintura, longitud acromiale-radiale

Evaluación bioquímica: BUN, TRU, GU, PCR, nPCR, Mg, Kt/V, Hb, Hto, Fe, CaP, %Sat, ferritina, Ca, P, K, FA, PTH, Na, transferrina, albúmina, prealbúmina, colesterol, TAGs, glucosa, proteína C reactiva, creatinina, proteínas totales, urea

Evaluación de composición corporal: Mediante método segmental directo de impedancia bioeléctrica de multi-frecuencia. (In Body S-10)

Evaluación de calidad de vida: mediante el test de calidad de vida específico para niños con enfermedad renal crónica (TECAVNER)

11.2. Bioseguridad

Para el presente estudio se requirió tomar muestras de sangre de 15 ml previo al inicio y cada 4 semanas hasta completar las 12 semanas del estudio. Las muestras de sangre se obtuvieron por personal de enfermería y supervisado por Dra. Ana Cecilia Navarro Ramírez. Se llevó a cabo en el cuarto clínico de la sección de hemodiálisis del servicio de nefrología, el cual cuenta con iluminación adecuada, camilla de exploración, silla para el paciente, lavabo para higiene de manos previo al procedimiento, mesa auxiliar para el material requerido y contenedor de material punzocortante. Durante las flebotomías, se utilizó sistema de protección al personal, guantes y cubrebocas, y se realizó la punción sustituyendo los sistemas convencionales de aguja y jeringuilla por dispositivos de seguridad de uso único que permitieron recoger la sangre directamente en tubos de transporte o de cultivo al vacío. Los objetos punzo cortantes fueron depositados únicamente en un contenedor rígido de polipropileno rojo por el personal de enfermería, con la leyenda "Residuos peligrosos biológico-infecciosos (RPBI)", los cuales posteriormente fueron entregados a la empresa subrogada por el Instituto para su disposición final una vez que alcanzaron el 80% de su capacidad, de acuerdo a lo estipulado por la NOM-087-ECOL-SSA1-2002. Los residuos no anatómicos producto del material utilizado para la flebotomía, se desecharon en la bolsa de polietileno color rojo.

La muestra de sangre se enviaron en tubos de recolección de sangre de manera inmediata al laboratorio central para su procesamiento, con una etiqueta con los datos del paciente, la naturaleza del material obtenido, fecha y hora de la toma de sangre, así como solicitud de laboratorio con los mismos datos. Se mantuvieron a temperatura ambiente y en posición vertical, transportado en base al sistema triple básico de embalaje. El recipiente primario, en este caso el tubo hermético a prueba de filtraciones, se colocó en gradillas o con separadores que funcionan como amortiguadores. Posteriormente se colocó en recipiente secundario, también hermético, a prueba de filtraciones, con el objetivo de proteger el recipiente primario y mantener las muestras a temperatura ambiente. Está construido de unicele, forma cuadrada del tamaño de la gradilla del recipiente primario. Se anexó la requisición de la muestra y los datos completos del paciente, así como la fecha y hora de la toma.

Las muestras se trasladaron por supervisión de la Dra. Ana Cecilia Navarro Ramírez y entregarán al laboratorio central del Instituto Nacional de Pediatría para su análisis, en donde se manejaron y desecharon de acuerdo a procedimientos de seguridad del programa de manejo de sustancias químicas y residuos hospitalarios del INP versión 2018.

9. Resultados

Diagrama de flujo de participantes

Se incluyeron inicialmente 13 pacientes de la unidad de hemodiálisis del Instituto en el periodo agosto a diciembre del 2019. El reclutamiento se llevó a cabo durante el mes de agosto, en las dos pre-visitaciones realizando los estudios iniciales. De los trece pacientes iniciales, se excluyó uno por tener hemoglobina inicial por debajo de 7g/dL, por lo que 12 entraron al estudio. Durante el seguimiento, llevado a cabo de septiembre a diciembre del mismo año, se perdieron cuatro pacientes (señalado en figura 1). En la tabla 1 y 2, se mencionan las características basales de la población analizada.

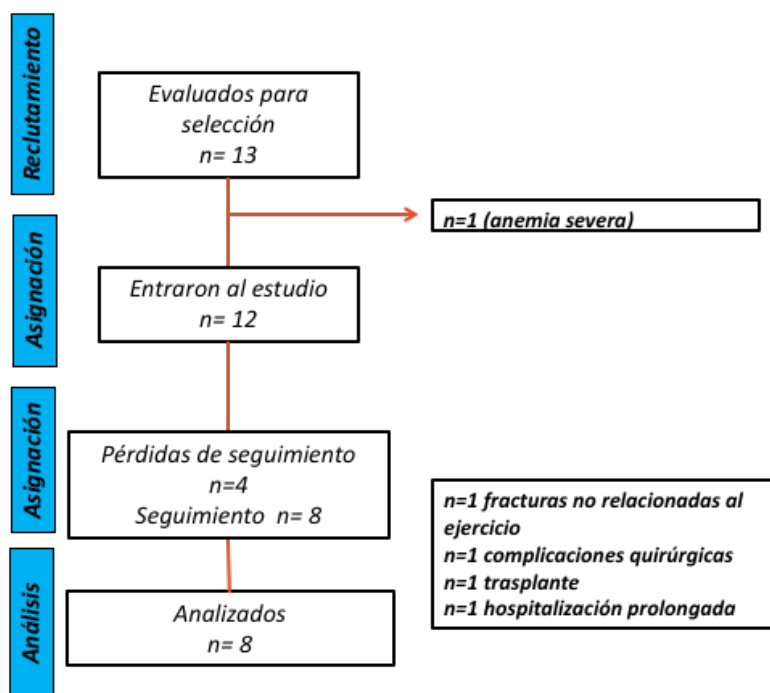


Figura 1. Diagrama de flujo de participantes

Características basales de la población

Se determinaron las características basales de los participantes antes de comenzar la intervención, como se puede observar en la tabla 1. La media de edad fue de 14.9 ± 1.2 años de edad, y porcentaje de niñas: niños del 50%. El estado nutricional general de los pacientes en la unidad de hemodiálisis es desnutrición crónica moderada.

	n=8	Mediana (min-max)
Edad, años	14.8 ± 1.4	15.2 (13.2 – 17.3)
Peso, kg	35.8 ± 8.0	37.8 (24.5 – 51.9)
Talla, cm	142 ± 14.3	144.3 (125.1 – 162.9)
IMC, kg/m²	17.4 ± 2.3	18.15 (14.7 – 23.7)
Perímetro braquial, cm	21.1 ± 2.9	21.1 (15.9 – 28.5)
Pliegue cutáneo tricipital, mm	8.8 ± 2.7	7.7 (4.6 – 17)
Peso para la edad, puntaje z	-2.8 ± 1.9	-2.7 (-5.86 - -3.2)
Talla para la edad, puntaje z	-2.6 ± 1.8	-2.8 (-5.4 - -0.4)
Sesiones de hemodiálisis, n (%)		
2 sesiones		3 (37.5)
3 sesiones		5 (62.5)

Los resultados se analizaron por protocolo, incluyendo los 8 pacientes que completaron el seguimiento. Después de la intervención, no hubo cambios significativos en parámetros de adecuación de hemodiálisis, lo cual representa que la población continuó con adecuada prescripción durante todo el seguimiento (tabla 2).

	n=8				p
	Basal	Mes 1	Mes 2	Mes 3	
KTv total	2.1 ± 0.9	1.6 ± 0.3	1.6 ± 0.5	1.7 ± 0.6	0.107
Tasa de reducción de urea, %	68.5 ± 7.6	68.4 ± 11.5	58.0 ± 10.6	64.8 ± 13.1	0.069
*Generación de urea, g/kg/día	3.0 ± 1.0	3.5 ± 1.6	4.2 ± 1.9	4.0 ± 2.2	0.518
Índice catabolismo proteico	38.5 ± 9.3	42 ± 16.5	49.3 ± 17.9	48.1 ± 20.4	0.620

*Análisis estadístico ANOVA de medidas repetidas, *los datos fueron transformados logarítmicamente antes del análisis.*

Composición corporal después de la intervención

En la tabla 3, se describen los resultados del objetivo general, y desglosado por objetivos primarios, observando que los sujetos que terminaron los tres meses de intervención mostraron un aumento significativo de ángulo de fase total, de ángulo de fase en pierna derecha e izquierda, sin cambios significativos en brazo derecho e izquierdo, así como un aumento en masa magra, masa libre de grasa y en masa músculo-esquelética. Por otro lado, el porcentaje de grasa corporal y del área grasa visceral, mostraron una reducción significativa.

Tabla 3. Ángulo de fase y composición corporal de los participantes a través del tiempo n=8

Variables	Basal	Mes 1	Mes 2	Mes 3	p
Ángulo de fase total, °	5.4 ± 0.6	5.6 ± 0.7	5.9 ± 1.0	5.5 ± 0.7	0.012
Ángulo de fase brazo derecho, °	5.0 ± 0.5	4.9 ± 0.6	5.1 ± 0.9	5.1 ± 0.7	0.526
Ángulo de fase brazo izquierdo, °	4.9 ± 0.6	4.7 ± 0.6	4.9 ± 1.0	4.9 ± 0.7	0.757
Ángulo de fase tronco, °	6.1 ± 0.8	5.9 ± 0.7	6.2 ± 1.0	5.6 ± 1.2	0.038
Ángulo de fase pierna derecha, °	5.9 ± 0.8	6.7 ± 0.8	7.1 ± 1.3	6.1 ± 0.9	< 0.0001
Ángulo de fase pierna izquierda, °	5.8 ± 0.8	6.4 ± 0.8	6.8 ± 1.4	6.1 ± 0.9	< 0.0001
*Área grasa del brazo, mm/m ²	0.92 ± 0.16	0.91 ± 0.23	0.93 ± 0.16	0.85 ± 0.12	0.480
Agua corporal total, L	21.8±4.3	22.7±4.4	22.7±4.5	22.4±4.3	0.028
Masa magra, kg	27.9±5.5	29.2±5.7	29.3±5.8	28.8±5.5	0.017
Masa libre de grasa, kg	29.7 ± 5.9	31 ± 6.2	31.1 ± 6.3	30.6 ± 6	0.020
Minerales, kg	2.1 ± 0.5	2.2 ± 0.52	2.2 ± 0.54	2.1 ± 0.54	0.086
Masa Grasa Corporal, kg	6.1 ± 3	5.3 ± 2.6	5.5 ± 3	6 ± 3.2	0.086
Masa músculo esquelética, kg	15.5 ± 3.5	16.4 ± 3.6	16.6 ± 3.7	16.1 ± 3.5	0.004
Grasa corporal, %	16.5 ± 5.2	14.2 ± 5	14.5 ± 6.1	15.7 ± 5.6	0.056
*Agua extra celular/Agua Total	0.38 ± 0.006	0.37 ± 0.006	0.37 ± 0.125	0.38 ± 0.007	0.024
Agua Intracelular, L	13.4 ± 2.6	14.1 ± 2.7	14.2 ± 2.8	13.9 ± 2.7	0.105
Agua extracelular, L	8.3 ± 1.6	8.5 ± 1.7	8.4 ± 1.7	8.5 ± 1.6	0.323

*Área grasa visceral, <i>mm/m²</i>	24 ± 11	18.4 ± 9.1	17 ± 11	22 ± 12	0.003
Contenido Mineral Óseo	1.7 ± 0.42	1.84 ± 0.45	1.82 ± 0.47	1.81 ± 0.44	0.183
Masa celular corporal, kg	19.3 ± 3.8	20.2 ± 4	20.4 ± 4.1	19.9 ± 3.8	0.004

*Análisis estadístico ANOVA de medidas repetidas, *los datos fueron transformados logarítmicamente antes del análisis. Se señalan los datos estadísticamente significativos en rosa.*

Objetivos secundarios

Los *indicadores bioquímicos*, basales y a lo largo del estudio, se describen en la tabla 4. No se observó diferencia significativa en general después de la intervención. El fósforo, presenta tendencia al aumento y posteriormente en el mes 3 reducción a valores basales, con significancia estadística. Así como la hormona paratiroidea, con aumento de 496 ± 301 a 599 ± 377pg/mL, con significancia estadística. De manera interesante, parámetros como albúmina, presentan tendencia a la mejoría sin embargo esto no fue significativo, aumentando de 3.5 ± 0.64 a 3.7 ± 0.71/dL. Los triglicéridos, igualmente con tendencia a la disminución de 175 ± 58 a 138.5 ± 51, no significativo. El resto de los parámetros bioquímicos sin cambios.

	Basal	Mes 1	Mes 2	Mes 3	p
*Hemoglobina, g/dL	11 ± 0.44	11.4 ± 1.4	10.6 ± 1.6	10.35 ± 0.81	0.131
*Reticulocitos, %	1.5 ± 0.49	1.3 ± 0.27	5.4 ± 8.2	2.1 ± 0.83	0.277
Hierro, g/dL	78 ± 24	71 ± 26	66 ± 22	75 ± 32	0.68
*Saturación, %	35 ± 10.4	26.7 ± 13	27 ± 12.3	30 ± 15.7	0.300
Ferritina, ng/mL	658 ± 690	518 ± 439	529 ± 350	591 ± 519	0.575
Calcio, mg/dL	8.1 ± 1.1	8.2 ± 1.1	7.9 ± 1.3	8.4 ± 1.1	0.528
Fósforo, mg/dL	5 ± 1	5.4 ± 1.7	6.4 ± 1.5	5 ± 0.7	0.030
Fosfatasa alcalina, UI/L	490 ± 334	474 ± 298	395 ± 326	395 ± 236	0.160
Hormona Paratiroidea, pg/mL	496 ± 301	547 ± 359	712 ± 401	599 ± 377	0.001
Sodio, mmol/L	135 ± 4.3	136.8 ± 2.1	135.1 ± 1.8	136.2 ± 2.1	0.346
Potasio, mmol/L	5.4 ± 0.38	5.5 ± 0.85	5.4 ± 0.57	5.3 ± 0.69	0.849

Magnesio, mg/dL	2.4 ± 0.39	2.5 ± 0.43	2.4 ± 0.27	2.5 ± 0.45	0.783
Calcio/Fósforo	41 ± 7.6	44 ± 14	51.5 ± 16	42.6 ± 8.5	0.075
Albúmina, g/dL	3.5 ± 0.64	3.5 ± 0.57	3.4 ± 0.69	3.7 ± 0.71	0.081
Pre albúmina, mg/dL	33.6 ± 7.7	34.7 ± 11.1	34.9 ± 10	35.5 ± 8.8	0.889
Triglicéridos, mg/dL	175 ± 58	120.6 ± 63	131.5 ± 65	138.5 ± 51	0.221
Colesterol Total, mg/dL	142.7 ± 58	146 ± 68	144 ± 61	165 ± 51	0.451
Creatinina, mg/dL	10.6 ± 2.8	10.6 ± 1.9	10.8 ± 2.8	10.8 ± 2.2	0.368
Proteínas totales, mg/dL	6.1 ± 0.91	6.5 ± 0.91	6.6 ± 0.91	6.6 ± 0.89	0.125

*Análisis estadístico ANOVA de medidas repetidas, *los datos fueron transformados logarítmicamente antes del análisis. Se señalan los datos estadísticamente significativos en rosa.*

En cuanto a *indicadores antropométricos*, los valores basales y durante el seguimiento se describen en la tabla 5, en donde nuevamente no se presentan cambios significativos tras la intervención, únicamente en la dinamometría del brazo derecho e izquierdo, con disminución estadísticamente significativa. Llama la atención el valor del perímetro braquial, el cual disminuye de manera significativa, sin embargo al estandarizarlo por el porcentaje, no presenta cambios.

Tabla 5. Parámetros antropométricos de los participantes a través del tiempo

Variables	Basal	Mes 1	Mes 2	Mes 3	p
Peso, kg	35.8 ± 8.0	36.5 ± 8.1	36.7 ± 8.3	36.6 ± 8.3	0.177
*Índice de masa corporal, kg/m²	17.5 ± 2.3	17.7 ± 2.2	17.7 ± 2.2	17.7 ± 2.4	0.395
*Perímetro braquial, cm	21.2 ± 2.9	21.4 ± 2.3	21.9 ± 3.3	20.8 ± 2.1	0.033
Peso/Edad, puntaje Z	-2.9 ± 1.9	-2.8 ± 1.9	-2.8 ± 2.0	-2.9 ± 2.0	0.420
Talla/Edad, puntaje Z	-2.7 ± 1.9	-2.7 ± 1.8	-2.7 ± 1.8	-2.7 ± 1.8	0.910
Índice de masa corporal, puntaje Z	-1.2 ± 1.1	-1.0 ± 1.0	-1.1 ± 0.9	-1.1 ± 1.1	0.523
Perímetro braquial, puntaje Z	-1.9 ± 1.2	-1.9 ± 0.9	-1.4 ± 1.5	-2.0 ± 1.2	0.311
Pliegue cutáneo tricipital, puntaje Z	-0.8 ± 0.7	-0.9 ± 1.1	-1.0 ± 0.9	-1.1 ± 1.0	0.703
*Reserva muscular magra	274.5 ± 69.6	275.4 ± 51.5	299.7 ± 104.2	272.5 ± 68.0	0.795
Reserva muscular magra, %	85.6 ± 28.9	85.7 ± 23.7	92.3 ± 38.4	81.8 ± 28.3	0.485

Dinamometría brazo derecho, kg	17.14 ± 5.8	19.4 ± 8.3	16 ± 5.9	13.5 ± 5.8	0.015
Dinamometría brazo izquierdo, kg	14.4 ± 5.1	17.2 ± 8.3	14.4 ± 4.7	11.7 ± 6.44	0.15

*Análisis estadístico ANOVA de medidas repetidas, *los datos fueron transformados logarítmicamente antes del análisis. Se señalan los datos estadísticamente significativos en rosa.*

En cuanto a indicadores de calidad de vida, de acuerdo a TECAVNER que es el Test de calidad de vida específico para niños con enfermedad renal crónica, con respecto al basal, no hubo cambios significativos a lo largo del tiempo después de la intervención, mostrados en la tabla 6. En este test, nos guiamos por el puntaje total y el cambio tras la intervención, no hay un punto de cohorte para determinar calidad de vida.

	Basal	Mes 1	Mes 2	Mes 3	p
TECAVNER	3894.5 ± 535	3754.3 ± 355	3846 ± 485	3882.7 ± 453	0.830
TECAVNER, %	68.3 ± 9.3	65.8 ± 6.2	67.4 ± 8.5	68.1 ± 7.9	0.800

Análisis estadístico ANOVA de medidas repetidas.

Apego a la intervención

	n=8
Apego total, %	93.4 ± 5.8
Apego mes 1, %	97.2 ± 4.8
Apego mes 2, %	92.9 ± 9.3
Apego mes 3, %	91 ± 11

Daños y efectos adversos

El estudio piloto se probó seguro dentro de la población, los eventos adversos presentados no fueron relacionados a la intervención. Entre ellos una participante fue eliminada durante el seguimiento por presentar caída accidental durante el trayecto en transporte público, derivando de múltiples fracturas (cadera, codo derecho, y primer dedo del pie izquierdo), incapacitando la actividad física tras el segundo mes.

Los porcentajes de las complicaciones más frecuentes de la hemodiálisis (mareos, calambres e hipotensiones) se señalan en la tabla 8 y gráfica 1, así como palpitations y disnea asociados a ejercicio. Dentro de la parte subjetiva (tabla 9) se evaluó la rutina de ejercicio por sesión con tres preguntas: (1) ¿Le gustó el ejercicio? (2) ¿Sintió que el tiempo pasó más rápido? (3) ¿Le gustaría continuar haciéndolo?, observando disminución a través del tiempo.

Tabla 8. Efectos adversos				
	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Total
Mareos, %	0	1.2 (1)	0	0.4 (1)
Calambres, %	0	3.7 (3)	0	1.2 (3)
Cefalea, %	1.2 (1)	3.7 (3)	0	1.6 (4)
Palpitaciones, %	6.0 (5)	1.2 (1)	1 (1)	2.9 (7)
Disnea, %	9.7 (8)	2.5 (2)	3.5 (5)	6.2 (15)

TA: presión arterial, FC: frecuencia cardiaca, lpm: latidos por minuto
Análisis. Los datos están expresados en porcentaje por número de sesiones (número de eventos)

Tabla 9. Satisfacción y actitud				
	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Total
¿Le gustó el ejercicio?, %	98%	97.4%	78%	91.2%
¿Sintió que el tiempo pasó más rápido?, %	95%	95%	76%	88.7%
¿Le gustaría continuar haciéndolo? %	98.7%	98.7%	82.2%	93.3%

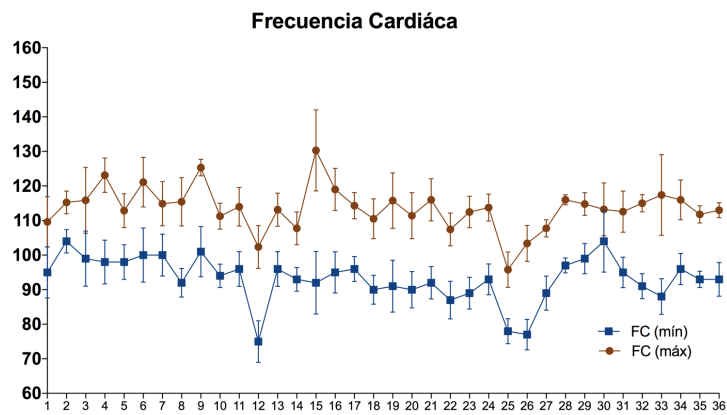
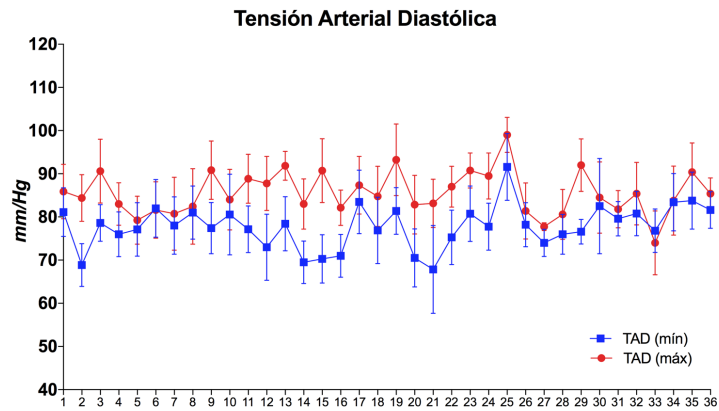
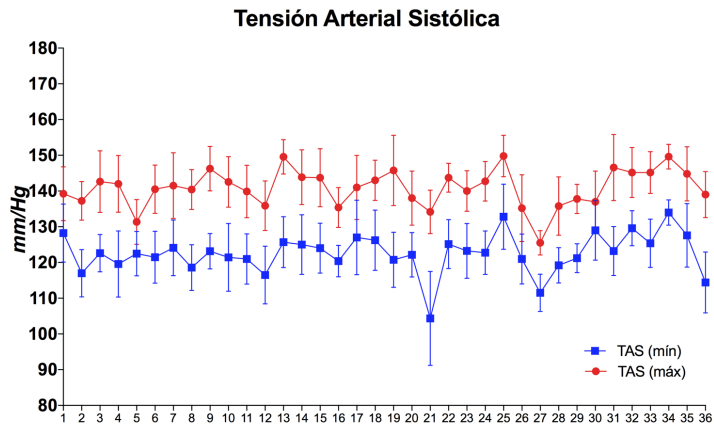


Gráfico 1. Curvas de presión arterial sistólica, diastólica y frecuencia cardiaca promedio

10. Discusión

Este es un estudio piloto con el objetivo de conocer los cambios en composición corporal, indicadores bioquímicos y parámetros antropométricos durante la implementación intradialítica de un programa de bicicleta estática. Existe en la literatura varios reportes (bibliografía y autores) acerca de los cambios en Kt/V , presión sistólica, calcio, fósforo, calidad de vida y actividad física en la población adulta (Paluchamy y colaboradores 2018, Cappy y colaboradores) y en los niños se ha reportado en el 2009, Goldstein y Montgomery, en el Hospital Pediátrico de Texas; Van Bergen y colaboradores en el Hospital Pediátrico de Wilhelmina en Holanda, y Paglialonga y colaboradores en Milán Italia, llevaron a cabo programas de 12 semanas sin efectos adversos relacionados al ejercicio. En este estudio piloto, los objetivos fueron medir el efecto de la implementación de ejercicio (bicicleta estática) durante las sesiones de hemodiálisis en la composición corporal, masa magra corporal, masa grasa corporal y ángulo de fase; así como secundariamente sobre indicadores bioquímicos, Kt/V , antropométricos y calidad de vida.

El estado nutricional basal de nuestros pacientes fue de desnutrición crónica moderada a severa, con índices de masa corporal en 18.15 (14.7 – 23.7), peso para la edad 69 (51.2 – 94.3). Los 8 pacientes incluidos en el estudio no realizaban actividad física, por lo que consideramos con un estilo de vida sedentario. Dentro de las causas por las cuales los pacientes con enfermedad renal crónica en sustitución renal con hemodiálisis tienen un estilo de vida sedentario se encuentran el estado pro-inflamatorio, hipercatabólico, anemia y baja masa muscular. En la población estudiada se observó anemia (hemoglobina 11 ± 0.44 g/dL), ferritina (658 ± 690 ng/mL), albúmina (3.5 ± 0.64 g/dl y prealbúmina (33.6 ± 7.7 mg/dL) en condiciones basales.

Composición corporal

La implementación del programa de ejercicio durante las sesiones de hemodiálisis, demostró una mejoría en el ángulo de fase total después de las 12 semanas ($p 0.012$), mejorando el estado nutricional y distribución de agua en los compartimentos extra e intracelulares. Al implementar

el ejercicio sólo en extremidades inferiores se encontró mejoría en ambos ángulos de fase del segmento inferior, pierna derecha e izquierda ($p < 0.0001$). Así mismo en los cambios de los parámetros antropométricos como circunferencia medial braquial y pliegue cutáneo tricipital, por lo que se recomendaría implementar actividad en ambos segmentos (inferior y superior).

Se encontró un aumento en el agua corporal total, masa magra, masa libre de grasa, y disminución en la grasa corporal después de 12 semanas de implementado un programa de ejercicio rutinario, sin observar cambios en el peso corporal ($p 0.17$). Con lo que se puede concluir que el peso corporal no es un parámetro fiable para evaluar los cambios en la composición corporal de los pacientes con enfermedad renal crónica terminal con tratamiento sustitutivo de la función renal con hemodiálisis.

Adecuación de diálisis

En cuanto a parámetros de adecuación de diálisis, se observó que el Kt/V a través del tiempo disminuye. Hay múltiples factores que pueden afectar los valores de Kt/V , entre ellos flujo sanguíneo (Q_b), hemofiltro, catéteres disfuncionales y el tiempo de la sesión. Aunque en ocasiones los recursos materiales son limitados y no fue posible contar con el mismo hemofiltro (superficie y eficiencia del filtro) durante todas las sesiones, se adecuó la dosis de diálisis logrando no tener una diferencia significativa dentro de los tratamientos.

Durante el ejercicio se produce catabolismo proteico, por lo que se espera que los valores de generación de urea y del índice de catabolismo proteico aumenten durante el tiempo de intervención, como se observó en el estudio. Aunque no existió intervención nutricional, estos valores enfatizan la necesidad de suplementar aporte proteico para lograr mejores resultados y evitar la degradación proteica que se ocurrió en el segmento muscular superior. Se plantea en el futuro evaluar variables simultáneamente (suplementación nutricional con ejercicio) como una misma intervención que permita mejorar aún más los parámetros nutricionales y bioquímicos.

Composición bioquímica

Pattaragarn y Warady en 2004, evaluaron la correlación de los niveles de hemoglobina con la capacidad de ejercicio, sin embargo los niveles de hemoglobina no variaron en nuestros participantes a lo largo del tiempo (p 0.131). Wong y colaboradores en 2017, describen los beneficios del ejercicio intradialítico al disminuir niveles de endotoxinas y mediadores de inflamación (interleucina-6, factor de necrosis tumoral alfa y proteína C reactiva). En nuestro medio, el parámetro de inflamación utilizado en pacientes con enfermedad renal crónica es la ferritina, la cual no disminuyó durante los meses de intervención.

Paglialonga y colaboradores, en el Hospital Policlínico de Milán, Italia, observaron mejoría estadísticamente significativa en la albúmina y proteínas totales tras las 12 semanas de ejercicio intradialítico. En nuestro programa se observó mejoría que tiende a la significancia estadística y que seguramente al aumentar la n se puede lograr.

Se conoce la función de la PTH como hormona anabólica para la formación de hueso trabecular en estudios de ejercicio en la población adulta sana; sin embargo, no se ha reportado en la literatura modificaciones en programas de ejercicio intradialítico pediátrico. Si bien la regulación de esta hormona está influenciada por el contenido mineral óseo, edad, sexo, y otros factores metabólicos (ácido láctico, catecolaminas y concentraciones de calcio), existen varias investigaciones que reportan que la actividad física, duración e intensidad de ésta, modifica su concentración. Gardinier y colaboradores, en un ensayo clínico con ratones en el la Universidad de Michigan en 2016, observaron un aumento de secreción de PTH durante el ejercicio, como mecanismo de señalización para adaptación ósea trabecular y cortical. Boussida y colaboradores, en 2003, describieron los cambios de concentración en PTH, calcio ionizado y sérico total en un grupo de 12 pacientes sanos, de sexo masculino de 20 a 27 años ciclistas. Observaron el aumento de PTH durante el ejercicio de alta intensidad con y sin intervalo de recuperación, correlacionando con disminución en calcio ionizado, y explicando los cambios anabólicos óseos durante el ejercicio. Por otro lado, es conocido el hiperparatiroidismo secundario en la enfermedad renal crónica y con esto, el aumento del riesgo músculo esquelético de realizar actividad física. En este estudio, se observó aumento significativo de niveles de PTH

a través del tiempo. Las variables que modifican el metabolismo óseo en la enfermedad renal crónica no fueron controladas, por lo que por la naturaleza del estudio, únicamente determinamos el aumento en esta hormona.

Existen varios estudios que comprueban en la población adulta que el ejercicio aeróbico durante el tratamiento de hemodiálisis mejora la remoción de solutos dependiendo del peso molecular. Rafael Orcy en 2014 en Brasil y Kirkman y colaboradores en 2013 en Alemania, documentaron una mejoría en remoción del fósforo tras ejercicio intradialítico. En este estudio se observó disminución de este parámetro (p 0.030).

Efectos adversos y apego al tratamiento

Hafeez en 2005 describe los efectos adversos en niños de 6 a 14 años en hemodiálisis durante 2 años (519 sesiones), con frecuencia de hipotensión en el 3.4%, cefalea 13.87%, vómitos 1.73% y calambres 8.6%. Los efectos adversos presentados en este grupo de pacientes durante la intervención con 3 meses de ejercicio, fue menor que lo reportado en la literatura, con cefalea en el 1.6%, calambres en el 1.2% e hipotensión <1%. La baja frecuencia de eventos adversos fue considerado por el paciente como motivación para continuar realizando el ejercicio.

Se observó la mayor parte de cambios tras dos meses de intervención, sin embargo para el tercer mes se pierde la tendencia a la mejoría, regresando a parámetros basales en algunas variables. Como explicación de este cambio en tendencia a la mejoría, se propone el apego al programa, el cual va disminuyendo progresivamente a lo largo del estudio, iniciando con 97% de apego al primer mes, para concluir en 91% para el tercero. Si bien los participantes completaron más del 80% de apego durante las sesiones, coincidimos con los reportes en la literatura, en donde la motivación para continuar en un programa de ejercicio es el principal problema de llevarlo a cabo.

Goldstein y Montgomery describen el gran reto de motivar a los niños a volverse más activos dentro de un ambiente en donde la pasividad y el sedentarismo es la regla. Así mismo, Van Bergen reporta que el 75% de los pacientes incluidos no completaron el estudio (15 pacientes

de 20 iniciales), 50% asociados a la enfermedad y el resto por combinación de motivación y falta de tiempo. Palialonga en 2014, documentó un apego del 72% con salida del programa de dos pacientes por trasplante renal (18%). En este estudio se obtuvo más del 80% de adherencia a las sesiones con apego del 66% y salida de 8 de 12 pacientes (34%) durante la duración del estudio. También se encontró limitantes comunes en cuanto a necesidad de continua motivación para iniciar, dificultad para concluir las sesiones y referencia de aburrimiento de rutinas.

Pagliona en 2014, recomendó utilizar preguntas que valoran subjetivamente la satisfacción de la rutina del ejercicio, las cuales empleamos en este estudio (¿Le gustó el ejercicio? ¿Sintió que el tiempo pasó más rápido? ¿Le gustaría continuar haciéndolo?). Los primeros dos meses se obtuvieron resultados similares con 98% de sensación de gusto por el ejercicio, en el mes 3 disminuyó a 78%, así como sensación de que el tiempo pasa más rápido durante la sesión. Llama la atención que a pesar de disminución sensación de tiempo y gusto, los pacientes continuaban haciendo el ejercicio, algunos refiriendo disminución de efectos adversos. Estos resultados pueden explicar la disminución de mejoría en el tercer mes y la necesidad de enfatizar cuidado en ese mes.

Dentro de estas limitantes para realizar el ejercicio, planteamos, al igual que otros programas piloto, estrategias para mejorar el apego y el rendimiento de nuestros pacientes. La primera es modificar rutinas de calentamiento para ampliar repertorio y evitar caer en la monotonía. Nuestros pacientes son en la mayoría adolescentes, difíciles de convencer ante rutinas similares, por lo que proponemos cambiar ejercicios y segmentos corporales para lograr mejor apego. Segunda, promover el ejercicio en el ambiente familiar, fuera de las rutinas de hemodiálisis que mejoren resultados a nivel global, incluido el ejercicio en el ámbito escolar. El objetivo del programa y de la unidad de hemodiálisis es mejorar la calidad de vida y se verá lograda al cambiar el ambiente de sedentarismo en la vida diaria, no sólo durante la hemodiálisis. Tercero, agregar como parte de las actividades de la unidad, en donde aquellos pacientes que no tengan contraindicación sean parte del programa de ejercicio. Así mismo, crear un ambiente apto para los adolescentes y niños, en donde realizar la actividad física con sus pares, al mismo tiempo para mejorar motivación, con música y rutinas variadas.

Limitantes

Este estudio muestra limitantes importantes para la interpretación de datos por el tamaño de la muestra, que concuerda con lo reportado en la literatura. La mayor parte de las unidades de hemodiálisis pediátricas tienen pocos pacientes enlistados, ingresando 10-15 pacientes y con una gran pérdida a través del seguimiento desde el 50 al 75% por complicaciones relacionadas a la enfermedad, por convertirse en receptores de trasplante renal o salidas debido a poco apego al ejercicio.

11. Conclusiones

Se observó tras 12 semanas de ejercicio intradialítico mejoría en la parámetros de composición corporal a través del ángulo de fase en tronco y segmento superior, así como en masa magra, masa libre de grasa, masa músculo esquelética, y agua corporal total. Los efectos adversos presentados en este grupo de pacientes fue menor que lo reportado en la literatura, comprobando la seguridad del ejercicio durante la sesión de hemodiálisis. Esto para continuar implementándolo con el objetivo de mejorar parámetros nutricionales, y en un futuro la capacidad de tolerancia al ejercicio en estos pacientes, que finalmente impactará en una mejorar calidad de vida durante el tratamiento y una mejor preparación para el trasplante renal.

12. Aspectos éticos

El protocolo de investigación se llevó a cabo anteponiendo siempre el bienestar del sujeto de estudio por encima del interés personal o profesional del investigador. Prevalció siempre el criterio de respeto a la dignidad del paciente y a la protección de sus derechos, así como los principios de beneficencia, no-maleficencia, justicia y autonomía.

Así mismo, tal como se especifica en el Código de Nüremberg y la Declaración de Helsinki respecto a la protección de los individuos que participaron en proyectos de investigación médica, el reclutamiento de pacientes para esta investigación se hizo de forma estrictamente voluntaria, con la capacidad de libre elección y sin ningún tipo de coacción. Antes de iniciar el

estudio, algún padre o tutor del niño involucrado en el estudio firmó una carta de consentimiento para demostrar su anuencia voluntaria de participación en la investigación. Así mismo, se le hizo saber todos los procedimientos y riesgos implicados en el estudio y se resolvieron todas las dudas al respecto para tomar su decisión. Durante todo el periodo que duró la investigación, los sujetos tuvieron la posibilidad de abandonar el estudio si así lo hubieran deseado, sin tener que dar alguna explicación o justificación al respecto. Los datos necesarios fueron obtenidos a través de procedimientos típicos de exámenes físicos o tratamientos médicos rutinarios (medición de estatura, circunferencias, peso y pliegues cutáneos).

13. Referencias

1. Tamayo-y Orozco J., Lastiri-Quiros S. La enfermedad renal crónica en México. Hacia una política nacional para enfrentarla. 1ra ed. México, D.F.: Intersistemas, S.A. de C.V.; 2016. 1-81 p.
2. Kaspar CDW., Bholah R., Bunchman TE. A Review of Pediatric Chronic Kidney Disease. *Blood Purif.* 2016;41:211–7. <https://doi.org/10.1159/000441737>.
3. Medeiros M., Muñoz Arizpe R., Arizpe RM. Enfermedad renal en niños. Un problema de salud pública. *Bol Med Hosp Infant Mex.* 2011;68(4):259–61. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1007/s13524-016-0538-y>.
4. Lilien MR., Groothoff JW. Cardiovascular disease in children with CKD or ESRD. *Nat Rev Nephrol.* 2009;5(4):229–35. <https://doi.org/10.1038/nrneph.2009.10>.
5. Kavey R-EW., Allada V., Daniels SR., Hayman LL., McCrindle BW., Newburger JW., et al. Cardiovascular Risk Reduction in High-Risk Pediatric Patients. A Scientific Statement From the American Heart Association Expert Panel on Population and Prevention Science; the Councils on Cardiovascular Disease in the Young, Epidemiology and Prevention, . *Circulation.* 2006;114(24):2710–38. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.106.179568>.
6. Becherucci F., Roberto RM., Materassi M., Romagnani P. Chronic kidney disease in children. *Clin Kidney J.* 2016;9(4):583–91. <https://doi.org/10.1093/ckj/sfw047>.
7. Pereira Rodríguez J., Boada Morales L., Peñaranda Florez DG., Torrado Navarro Y. Dialisis y hemodialisis. Una revisión actual según la evidencia. *Rev Nefrol Argentina.* 2017;15(1):1–8. <https://doi.org/10.1111/1468-2362.00072>.
8. Cheema BS., Chan D., Fahey P., Atlantis E. Effect of progressive resistance training on measures of skeletal muscle hypertrophy, muscular strength and health-related quality of life in patients with chronic kidney disease: A systematic review and meta-analysis. *Sport Med.* 2014;44(8):1125–38. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0176-8>.
9. Osuna Padilla IA. Proceso de Cuidado Nutricional en la Enfermedad Renal Crónica. Manual para el profesional de la nutrición. 1ra ed. México, D.F.: Editorial El Manual Moderno; 2016.
10. Fernández, Camblor C., Melgosa, Hijosa M. Enfermedad Renal Crónica En La Infancia. Diagnóstico Y Tratamiento. *Protoc Nefrol La AEP.* 2014;1:385–401.
11. El Nahas M., Levin A. Chronic Kidney Disease. A practical guide to understanding and management. 1ra ed. Nueva York: Oxford University Press Inc.; 2009. 255-262 p.
12. Paglialonga F., Lopopolo A., Scarfía RV., Consolo S., Galli MA., Salera S., et al. Intradialytic cycling in children and young adults on chronic hemodialysis. *Pediatr Nephrol.* 2014;29:431–8. <https://doi.org/10.1007/s00467-013-2675-5>.
13. Goldstein SL., Montgomery LR. A pilot study of twice-weekly exercise during hemodialysis in children. *Pediatr Nephrol.* 2009;24(4):833–9. <https://doi.org/10.1007/s00467-008-1079-4>.
14. Clapp EL., Bevington A., Smith AC. Exercise for children with chronic kidney disease and end-stage renal disease. *Pediatr Nephrol.* 2012;27(2):165–72. <https://doi.org/10.1007/s00467-010-1753-1>.
15. Watanabe F., Koch V., Juliani R., Cunha M. Six-minute walk test in children and adolescents with renal diseases: tolerance, reproducibility and comparison with healthy subjects. *Clinics.* 2016;71(1):22–7. [https://doi.org/10.6061/clinics/2016\(01\)05](https://doi.org/10.6061/clinics/2016(01)05).
16. Apostolou A., Printza N., Karagiozoglou-Lampoudi T., Dotis J., Papachristou F. Nutrition assessment of children with advanced stages of chronic kidney disease-A single center study. *Hippokratia.* 2014;18(3):212–6.
17. Genton L., Herrmann FR., Spörri A., Graf CE. Association of mortality and phase angle measured by different bioelectrical impedance analysis (BIA) devices. *Clin Nutr.* 2018;37(3):1066–9. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2017.03.023>.
18. Pileggi VN., Monteiro JP., Margutti AVB., Camelo Jr. JS. Prevalence of child malnutrition at a university hospital using the World Health Organization criteria and bioelectrical impedance data. *Brazilian J Med Biol Res.* 2016;49(3):1–8. <https://doi.org/10.1590/1414-431X20155012>.
19. Verdalles U., Garcia de Vinuesa S., Goicoechea M., Quiroga B., Reque J., Panizo N., et al. Utility of bioimpedance spectroscopy (BIS) in the management of refractory hypertension in patients with chronic kidney disease (CKD). *Nephrol Dial Transplant.* 2012;27(suppl 4):iv31-iv35. <https://doi.org/10.1093/ndt/gfs420>.
20. Hsu J., Johansen KL., Hsu CY., Kaysen GA., Chertow GM. Higher serum creatinine concentrations in

- black patients with chronic kidney disease: Beyond nutritional status and body composition. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2008;3(4):992–7. <https://doi.org/10.2215/CJN.00090108>.
21. Zamberlan P., Feferbaum R., Doria Filho U., Brunow de Carvalho W., Figueiredo Delgado A. Bioelectrical Impedance Phase Angle and Morbidity and Mortality in Critically Ill Children. *Nutr Clin Pract*. 2019;34(1):163–71. <https://doi.org/10.1002/ncp.10201>.
 22. de Oliveira MC., Nogueira Berbel Bufarah M., Ponce D., Balbi AL. Poor agreement between indirect calorimetry and predictive formula of rest energy expenditure in pre-dialytic and dialytic chronic kidney disease. *Clin Nutr ESPEN*. 2018;28:136–40. <https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2018.08.014>.
 23. Kamimura MA., Draibe SA., Avesani CM., Canziani MEF., Colugnati FAB., Cuppari L. Resting energy expenditure and its determinants in hemodialysis patients. *Eur J Clin Nutr*. 2007;61(3):362–7. <https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1602516>.
 24. Master Sankar Raj V., Patel DR., Ramachandran L. Chronic kidney disease and sports participation by children and adolescents. *Transl Pediatr*. 2017;6(3):207–14. <https://doi.org/10.21037/tp.2017.06.03>.
 25. Weaver, Jr. DJ., Kimball TR., Knilans T., Mays W., Knecht SK., Gerdes YM., et al. Decreased Maximal Aerobic Capacity in Pediatric Chronic Kidney Disease. *J Am Soc Nephrol*. 2008;19(3):624–30. <https://doi.org/10.1681/ASN.2007070773>.
 26. Paluchamy T., Vaidyanathan R. Effectiveness of Intradialytic Exercise on Dialysis Adequacy, Physiological Parameters, Biochemical Markers and Quality of Life – A Pilot Study. *Saudi J Kidney Dis Transpl*. 2018;29(4):902–10.
 27. Johansen KL., Painter P., Kent-Braun JA., Ng A V., Carey S., Da Silva M., et al. Validation of questionnaires to estimate physical activity and functioning in end-stage renal disease. *Kidney Int*. 2001;59(3):1121–7. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1755.2001.0590031121.x>.
 28. Sakkas GK., Sargeant AJ., Mercer TH., Ball D., Koufaki P., Karatzaferi C., et al. Changes in muscle morphology in dialysis patients after 6 months of aerobic exercise training. *Nephrol Dial Transplant*. 2003;18(9):1854–61. <https://doi.org/10.1093/ndt/gfg237>.
 29. Stride M. Exercise and the patient with chronic kidney disease. *Br J Hosp Med*. 2011;72(4):200–4. <https://doi.org/10.12968/hmed.2011.72.4.200>.
 30. Deschamps T. Let's programme exercise during haemodialysis (intradialytic exercise) into the care plan for patients, regardless of age. *Br J Sports Med*. 2016;50(22):1357–8. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096356>.
 31. Cheema BSB. Review article: Tackling the survival issue in end-stage renal disease: Time to get physical on haemodialysis. *Nephrology*. 2008;13(7):560–9. <https://doi.org/10.1111/j.1440-1797.2008.01036.x>.
 32. Cappy CS., Jablonka J., Schroeder ET. The effects of exercise during hemodialysis on physical performance and nutrition assessment. *J Ren Nutr*. 1999;9(2):63–70. [https://doi.org/10.1016/S1051-2276\(99\)90002-X](https://doi.org/10.1016/S1051-2276(99)90002-X).
 33. van Bergen M., Takken T., Engelbert R., Groothoff J., Nauta J., van Hoeck K., et al. Exercise training in pediatric patients with end-stage renal disease. *Pediatr Nephrol*. 2009;24(3):619–22. <https://doi.org/10.1007/s00467-008-1015-7>.
 34. Painter PL., Nelson-Worel JN., Hill MM., Thornbert DR., Shelp WR., Harrington AR., et al. Effects of Exercise Training during Hemodialysis. *Nephron*. 1986;43:87–92.
 35. Mcguire S., Horton EJ., Renshaw D., Jimenez A., Krishnan N., McGregor G. Hemodynamic Instability during Dialysis: The Potential Role of Intradialytic Exercise. *Biomed Res Int*. 2018;2018. <https://doi.org/10.1155/2018/8276912>.
 36. Méndez-Durán A., Méndez-Bueno JF., Tapia-Yáñez T., Muñoz-Montes A., Aguilar-Sánchez L. Epidemiología de la insuficiencia renal crónica en México. *Diálisis y Traspl*. 2010;31(1):7–11.
 37. Srivaths PR., Wong C., Goldstein SL. Nutrition aspects in children receiving maintenance hemodialysis: Impact on outcome. *Pediatr Nephrol*. 2009;24(5):951–7. <https://doi.org/10.1007/s00467-007-0728-3>.
 38. López CA., Fernández Escribano A., Izquierdo García E., Luque de Pablos A., Garrido Cantanero E. Medida mediante un test específico de la calidad de vida relacionada con la salud en niños con enfermedad renal crónica. Influencia del tratamiento. *Nefrología*. 2010;30(2):177–84. <https://doi.org/10.3265/Nefrología.pre2010.Mar.10328>.
 39. National Kidney Foundation I. NKF KDOQI GUIDELINES. KDOQI Clinical Practice Guideline for Nutrition in Children with CKD: 2008 Update. [cited 2019 Feb 7]. Available from: http://kidneyfoundation.cachefly.net/professionals/KDOQI/guidelines_ped_ckd/cpr4.htm.
 40. Suverza A., Haua K., Gómez Simon MI., Guerra Montemayor A., Inda Icaza P., Villegas Sepúlveda CJ.

- El ABCD de la evaluación del estado de nutrición. 1ra ed. Distrito Federal: McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V.; 2010. 332 p.
41. Medline Plus. Examen de nitrógeno ureico en sangre (NUS).
 42. López-Mendoza M., Robles-Álvarez J., Rosas-Barrientos J. Frecuencia de alteraciones del producto calcio-fósforo en pacientes prediálisis. *Rev Esp Méd Quir.* 2016;21(4):127–35.
 43. Gutiérrez-Salinas J., García-Ortiz L., Chima-Galán M del C., Suástegui-Domínguez S., Rivera-Badillo ME., Cruz-Tovar L. Determinación de la concentración de malondialdehído y la actividad de enzimas antioxidantes en eritrocitos. *Rev Med Patol Clin.* 2009;56(4):223–34.
 44. Options P de rehabilitación de L. Información esencial: Tener una hemodiálisis adecuada. *Claves Para Una Larga Vida.* 2005:1–2.
 45. Merck. Kt/V Dialysis Dose Formulae MultiCalc.
 46. Velázquez Monroy O., Lara Esqueda A., Tapia Olarte F., Romo López L., Carrillo Toscano J., Colín Cario M., et al. Manual de procedimientos. Toma de Medidas Clínicas y Antropométricas En el Adulto y Adulto Mayor. Distrito Federal; 2002.
 47. Organización Mundial de la Salud. Interpretando los Indicadores de Crecimiento. Curso de Capacitación sobre la evaluación del crecimiento del niño. 1ra ed. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2008. p. 56.
 48. Aparicio López C., Fernández Escribano A., Garrido Cantanero G., Luque de Pablos A., Izquierdo García E. Desarrollo de un cuestionario en español de medida de calidad de la vida en pacientes pediátricos con enfermedad renal crónica. *Nefrología.* 2010;30(2):168–76.

Anexo 1. CUESTIONARIO DE ACTIVIDAD FÍSICA PARA NIÑOS (PAQ-C)

Nombre: _____

Sexo: M/F. Edad: _____

Queremos conocer cuál ha sido tu nivel de actividad física en los últimos 7 días (última semana). Esto incluye todas aquellas actividades como deportes, gimnasia o danza que te hacen sudar o sentirte cansado, o juegos que hagan que se acelere tu respiración como jugar a “las traes,” saltar la cuerda, correr, trepar y otras.

Recuerda:

1. No hay respuestas buenas o malas. No es un examen.
2. Contesta las preguntas de la forma más honesta y sincera posible. Esto es muy importante.

1. Actividad física en tu tiempo libre:

¿Has hecho alguna de estas actividades en los últimos 7 días (última semana)?

Si tu respuesta es sí, ¿cuántas veces las has hecho? Marca un solo recuadro por actividad.

	NO	1-2 veces	3-4 veces	5-6 veces	7 veces
Saltar la cuerda					
Patinar					
Jugar juegos como “las traes”					
Andar en bicicleta					
Caminar (como ejercicio)					
Correr/trotar					
Aeróbics/spinning					
Natación					
Bailar/danza					
Bádminton					
Rugby					
Andar en patineta					
Fútbol					
Voleibol					
Hockey					
Basquetbol					
Esquiar					
Otros deportes de raqueta					
Hándbol/Balonmano					
Atletismo					
Pesas					
Artes marciales (judo, karate, etc.)					
Otros, especificar					

2. En los últimos 7 días, durante las clases de educación física, ¿cuántas veces estuviste muy activo durante las clases jugando intensamente, corriendo, saltando, haciendo lanzamientos? (Indica sólo una opción)

No hice/hago educación física _____ Casi nunca _____
Algunas veces _____
A menudo _____
Siempre _____

3. En los últimos 7 días, ¿qué hiciste en el tiempo de descanso? (Indica sólo una opción)

Estar sentado (hablar, leer, trabajo de clase) _____ Estar o pasear por los alrededores _____
Correr o jugar un poco _____
Correr y jugar bastante _____
Correr y jugar intensamente todo el tiempo _____

4. En los últimos 7 días, ¿qué hiciste normalmente a la hora de la comida (antes y después de comer), además de comer? (Indica sólo una opción)

Estar sentado (hablar, leer, trabajo de clase) _____ Estar o pasear por los alrededores _____
Correr o jugar un poco _____
Correr y jugar bastante _____
Correr y jugar intensamente todo el tiempo _____

5. En los últimos 7 días, ¿cuántos días inmediatamente después de la escuela hiciste deportes, baile o jugaste a juegos en los que estuvieras muy activo? (Indica sólo una opción)

Ninguno _____
1 vez en la última semana _____
2-3 veces en la última semana _____ 4 veces en la última semana _____
5 veces o más en la última semana _____

6. En los últimos 7 días, ¿cuántas tardes (6-10 pm) hiciste deporte, baile o jugar a juegos en los que estuviste muy activo? (Indica sólo una opción)

Ninguno _____
1 vez en la última semana _____

2-3 veces en la última semana _____
 4-5 veces en la última semana _____
 6-7 veces o más en la última semana _____

7. El último fin de semana, ¿cuántas veces hiciste deportes, baile o jugar a juegos en los que estuviste muy activo? (Indica sólo una opción)

Ninguno _____. 1 vez _____. 2-3 veces _____. 4-5 veces _____.
 6 o más veces _____

8. ¿Cuál de las siguientes frases describe mejor tu última semana? Lee las cinco antes de decidir cuál te describe mejor e indica sólo una opción.

- Todo o la mayoría de mi tiempo libre lo dediqué a actividades que suponen poco esfuerzo físico. _____
- Algunas veces (1-2 veces en la última semana) hice actividades físicas en mi tiempo libre (hacer deportes, correr, nadar, andar en bicicleta, hacer aeróbics). _____
- A menudo (3-4 veces en la última semana) hice actividad física en mi tiempo libre. _____
- Bastante a menudo (5-6 veces en la última semana) hice actividad física en mi tiempo libre. _____
- Muy a menudo (7 o más veces en la última semana) hice actividad física en mi tiempo libre. _____

9. Señala con que frecuencia hiciste actividad física para cada día de la última semana (hacer deporte, jugar, bailar o cualquier otra actividad física).

	Ninguna	Poca	Normal	Bastante	Mucha
Lunes					
Martes					
Miércoles					
Jueves					
Viernes					
Sábado					
Domingo					

10. ¿Estuviste enfermo esta última semana o algo impidió que hicieras normalmente actividades físicas? (Indica sólo una opción)

Sí _____ No _____

Si la respuesta fue sí, ¿qué lo impidió? _____

Anexo 2. CUESTIONARIO DE ACTIVIDAD FÍSICA PARA ADOLESCENTES (PAQ-A)

Nombre: _____

Sexo: M/F

Edad: _____

Queremos conocer cuál ha sido tu nivel de actividad física en los últimos 7 días (última semana). Esto incluye todas aquellas actividades como deportes, gimnasia o danza que te hacen sudar o sentirte cansado, o juegos que hagan que se acelere tu respiración como jugar a “las traes,” saltar la cuerda, correr, trepar y otras.

Recuerda:

1. No hay respuestas buenas o malas. No es un examen.
2. Contesta las preguntas de la forma más honesta y sincera posible. Esto es muy importante.

1. Actividad física en tu tiempo libre:

¿Has hecho alguna de estas actividades en los últimos 7 días (última semana)?

Si tu respuesta es sí, ¿cuántas veces las has hecho? Marca un solo recuadro por actividad.

	NO	1-2 veces	3-4 veces	5-6 veces	7 veces
Saltar la cuerda					
Patinar					
Jugar juegos como “las traes”					
Andar en bicicleta					
Caminar (como ejercicio)					
Correr/trotar					
Aeróbics/spinning					
Natación					
Bailar/danza					
Tenis					
Andar en patineta					
Fútbol					
Voleibol					
Hockey					
Basquetbol					
Hándbol/Balonmano					
Atletismo					
Pesas					
Artes marciales (judo, karate, etc.)					
Otros, especificar					

2. En los últimos 7 días, durante las clases de educación física, ¿cuántas veces estuviste muy activo durante las clases jugando intensamente, corriendo, saltando, haciendo lanzamientos? (Indica sólo una opción)

No hice/hago educación física _____ Casi nunca _____

Algunas veces _____

A menudo _____

Siempre _____

3. En los últimos 7 días, ¿qué hiciste normalmente a la hora de la comida (antes y después de comer)? (Indica sólo una opción)

Estar sentado (hablar, leer, trabajo de clase) _____ Estar o pasear por los alrededores _____

Correr o jugar un poco _____

Correr y jugar bastante _____

Correr y jugar intensamente todo el tiempo _____

4. En los últimos 7 días, inmediatamente después de la escuela, ¿cuántos días jugaste a algún juego, hiciste deporte o bailes en los que estuvieras muy activo? (Indica sólo una opción)

Ninguno _____

1 vez en la última semana _____

2-3 veces en la última semana _____

4 veces en la última semana _____

5 veces o más en la última semana _____

5. En los últimos 7 días, ¿cuántos días a partir de las 6 pm y 10 pm hiciste deportes, baile o jugaste juegos en los que estuvieras muy activo? (Indica sólo una opción)

Ninguno _____

1 vez en la última semana _____

2-3 veces en la última semana _____

4 veces en la última semana _____

5 veces o más en la última semana _____

6. El último fin de semana, ¿cuántas veces hiciste deportes, baile o jugaste juegos en los que estuviste muy activo? (Indica sólo una opción)

- Ninguno _____
 1 vez en la última semana _____
 2-3 veces en la última semana _____
 4 veces en la última semana _____
 5 veces o más en la última semana _____

7. ¿Cuál de las siguientes frases describe mejor tu última semana? Lee las cinco alternativas antes de decidir cuál te describe mejor e indica sólo una opción.
- Todo o la mayoría de mi tiempo libre lo dediqué a actividades que suponen poco esfuerzo físico. _____
 - Algunas veces (1-2 veces) hice actividades físicas en mi tiempo libre (hacer deportes, correr, nadar, andar en bicicleta, hacer aeróbics). _____
 - A menudo (3-4 veces a la semana) hice actividad física en mi tiempo libre. _____
 - Bastante a menudo (5-6 veces en la última semana) hice actividad física en mi tiempo libre. _____
 - Muy a menudo (7 o más veces en la última semana) hice actividad física en mi tiempo libre. _____
8. Señala con que frecuencia hiciste actividad física para cada día de la semana (hacer deporte, jugar, bailar o cualquier otra actividad física).

	Ninguna	Poca	Normal	Bastante	Mucha
Lunes					
Martes					
Miércoles					
Jueves					
Viernes					
Sábado					
Domingo					

9. ¿Estuviste enfermo esta última semana o algo impidió que hicieras normalmente actividades físicas? (Indica sólo una opción)

Sí _____ No _____



Anexo 3
Historia Clínica por visita

Cambios en la composición corporal, perfil bioquímico, parámetros hemodinámicos con la implementación de ejercicio (bicicleta estática) durante la sesión de hemodiálisis en niños con enfermedad renal crónica.

Paciente:				Número de expediente:										
Fecha:		Visita:												
Sexo:			Edad:			Diagnóstico nutricional:								
ANTROPOMETRÍA														
Peso pre	Peso post	Talla	IMC	Longitud acromiale-radiale	PB	PB flexionado y en contracción	Per pierna	Per muslo medio	Per cintura					
PCT	PCB	PCSi	PCSe	PC pierna medial	PC muslo anterior	% grasa Slaughter	% grasa Westrate y Deurenberg	Área muscular de brazo	Área grasa del brazo					
InBody														
Peso		% grasa		% masa magra		Masa grasa		Masa magra		Ángulo de fase (Reactancia/Resistencia)				
BIOQUÍMICOS														
BU N pre	BU N post	TR U	G U	Urea	PC R	nCP R	Kt/V	Hb	Hto	% Sat	Ferritina	FA	PT H	Transferrina
Mg	Fe	K	Na	Ca	P	CaP	Alb	TAG	Col	Glu	Prot C reactiva	Creatinina	PT	

Anexo 4. Test de calidad de vida específico para niños con enfermedad renal crónica (TECAVNER)

Nombre: _____

Sexo: M/F

Edad: _____

1. Percepción general del estado de salud

1. En general diría usted que su salud es:

Excelente _____ Muy buena _____ Buena _____ Regular _____ Mala _____

2. ¿Cómo diría usted que es su salud actual comparada con la de hace un año?

Mucho mejor ahora _____ Algo mejor ahora _____ Más o menos igual _____

Algo peor ahora _____ Mucho peor ahora _____

2. Actividad física

Aptitud física

3. ¿Es capaz de andar, correr, trepar o saltar igual que otros niños de su edad?

Sí _____ No _____

Limitación de actividades diarias

4. ¿Tu enfermedad de riñón te dificulta realizar las actividades cotidianas que realizan otros niños?

1. 4.1. Acudir a la escuela (tienes que reducir tiempo dedicado a la escuela)

Sí _____

No _____

2. 4.2. Jugar

Sí _____

No _____

3. 4.3. Bañarte

Sí _____

No _____

4. 4.4. Hizo menos de lo que hubiera querido hacer

Sí _____ No _____

4.5. Tuvo que dejar algunas de sus tareas por su salud

Sí _____ No _____

C. Asistencia escolar

5. Muy mala Absentismo total
- Mala. Falta la tercera parte o más del trimestre
- Regular Falta una semana o más del trimestre
- Buena Menos de 7 días al trimestre
- Muy buena No falta

D. Aprendizaje

6. Muy malo Nulo, incluso pérdida de lo aprendido
- Malo Escaso, sin regresión
- Regular Discreto, mantenido lento
- Bueno Similar a la media
- Muy bueno Excelente, superior a la media

E. Autonomía

7. Debe relacionarse con las funciones propias de la edad del niño (un lactante de un año debe tener autonomía para comer con una mano; en el escolar, autonomía en el aseo, alimentación, vestido):

- Muy mala Nula
- Mala Dependencia parcial
- Regular Dependencia escasa, ficticia, sobreprotección familiar
- Buena Sin comentarios
- Muy buena Excelente

F. Relación social

8. Muy mala Aislamiento total
- Mala Tendencia al aislamiento, relación ocasional en el ambiente familiar
- Regular Aislamiento ocasional dentro y fuera del entorno familiar
- Buena Sin comentarios
- Muy buena Excelente relación social, intensa extroversión

G. Dolor

9. ¿Has sentido dolor en alguna parte del cuerpo en las últimas 4 semanas?
- Si, muy intenso _____. Si, intenso _____
- Si, moderado _____ Si, leve _____
- Si, muy leve _____ No, ninguno _____

H. Estado emocional. Función psíquica

10. ¿Cómo te has sentido y qué hechos han estado contigo en el último mes?

10.1. Muy nervioso

Nunca _____ Poco tiempo _____ A veces _____ Bastantes veces _____
Muchas veces _____ Siempre _____

10.2. Melancólico, nada me animaba

Nunca _____ Poco tiempo _____
A veces _____ Bastantes veces _____ Muchas veces _____ Siempre _____

10.3. Lleno de vitalidad

Nunca _____ Poco tiempo _____
A veces _____ Bastantes veces _____ Muchas veces _____ Siempre _____

10.4. Tranquilo, en paz

Nunca _____ Poco tiempo _____
A veces _____ Bastantes veces _____ Muchas veces _____ Siempre _____

10.5. Abatido, gris

Nunca _____ Poco tiempo _____
A veces _____ Bastantes veces _____ Muchas veces _____ Siempre _____

10.6. Rendido

Nunca _____ Poco tiempo _____
A veces _____ Bastantes veces _____ Muchas veces _____ Siempre _____

10.7. Feliz

Nunca _____ Poco tiempo _____
A veces _____ Bastantes veces _____ Muchas veces _____ Siempre _____

10.8. Cansado

Nunca _____ Poco tiempo _____
A veces _____ Bastantes veces _____ Muchas veces _____ Siempre _____

10.9. Con energía para hacer lo que quiero hacer

Nunca _____ Poco tiempo _____
A veces _____ Bastantes veces _____ Muchas veces _____ Siempre _____

10.10. Dificultad para recordar cosas

Nunca _____ Poco tiempo _____
A veces _____ Bastantes veces _____ Muchas veces _____ Siempre _____

10.11. Dificultad en hacer cosas que requieren concentración o pensar

Nunca _____ Poco tiempo _____
A veces _____ Bastantes veces _____ Muchas veces _____ Siempre _____

10.12. Reaccionar lentamente a cosa hechas/dichas

Nunca _____ Poco tiempo _____
A veces _____ Bastantes veces _____ Muchas veces _____ Siempre _____

I. Enfermedad del riñón

11. Afectación emocional por enfermedad renal:

En qué medida considera cierta o falsa cada una de las siguientes frases:

11.1. Mi enfermedad de riñón afecta demasiado a mi vida.

Totalmente cierta _____ Bastante cierta _____ No sé _____
Bastante falsa _____ Totalmente falsa _____

11.2. Me ocupa demasiado tiempo. Totalmente cierta _____

Bastante cierta _____ No sé _____
Bastante falsa _____ Totalmente falsa _____

11.3. Me siento frustrado al tener que ocuparme de mi enfermedad.

Totalmente cierta _____
Bastante cierta _____ No sé _____
Bastante falsa _____ Totalmente falsa _____

11.4. Me siento una carga para mi familia. Totalmente cierta _____

Bastante cierta _____ No sé _____
Bastante falsa _____ Totalmente falsa _____

12. Síntomas de la enfermedad renal

Durante las últimas 4 semanas cuánto le molestó cada una de las siguientes cosas:

12.1. Dolores musculares

Nada _____ Un poco _____ Regular _____ Mucho _____ Muchísimo _____

12.2. Calambres

Nada _____ Un poco _____ Regular _____ Mucho _____ Muchísimo _____

12.3. Picores en piel Nada _____

Un poco _____ Regular _____ Mucho _____ Muchísimo _____

12.4. Sequedad de piel Nada _____

Un poco _____ Regular _____ Mucho _____ Muchísimo _____

12.5. Desmayos o mareos Nada _____

Un poco _____ Regular _____ Mucho _____ Muchísimo _____

12.6. Falta de apetito Nada _____

Un poco _____ Regular _____ Mucho _____ Muchísimo _____

12.7. Cansado, sin fuerzas Nada _____

Un poco _____ Regular _____ Mucho _____ Muchísimo _____

12.8. Hormigueo de manos o pies Nada _____

Un poco _____ Regular _____ Mucho _____ Muchísimo _____

12.9. Náuseas o molestias de estómago Nada _____

Un poco _____ Regular _____ Mucho _____ Muchísimo _____

13. Efectos de la enfermedad del riñón en tu vida:

¿Cuánto le molesta su enfermedad en las siguientes áreas?

13.1. Limitación de líquidos

Nada _____ Un poco _____ Regular _____ Mucho _____ Muchísimo _____

13.2. Limitación de dieta Nada _____

Un poco _____ Regular _____ Mucho _____ Muchísimo _____

13.3. Modificar horarios de la comida familiar por la medicación Nada _____

Un poco _____ Regular _____ Mucho _____ Muchísimo _____

Toma de medicación

13.4. Fuera de comidas

Nada _____ Un poco _____ Regular _____ Mucho _____ Muchísimo _____

13.5. Con comidas Nada _____

Un poco _____ Regular _____ Mucho _____ Muchísimo _____

13.6. Sabor de la medicación Nada _____

Un poco _____ Regular _____ Mucho _____ Muchísimo _____

13.7. Cuánto le molesta tomarse la medicación

Nada _____ Un poco _____ Regular _____ Mucho _____ Muchísimo _____

13.8. Acudir a controles a consulta del hospital Nada _____

Un poco _____ Regular _____ Mucho _____ Muchísimo _____

13.9. Realización de analítica de sangre (dolor o molestia por extracción) Nada _____

Un poco _____ Regular _____ Mucho _____ Muchísimo _____

13.10. Ingresos en hospital Nada _____

Un poco _____ Regular _____ Mucho _____ Muchísimo _____

13.11. Depender de médicos Nada _____

Un poco _____ Regular _____ Mucho _____ Muchísimo _____

13.12. Depender de padres Nada _____

Un poco _____ Regular _____ Mucho _____ Muchísimo _____

13.13. Su aspecto físico: talla baja, fístula de catéter, alteraciones por medicación, deformidades óseas

Nada _____ Un poco _____ Regular _____ Mucho _____ Muchísimo _____

13.14. Su capacidad para acudir al colegio (se afectan resultados escolares por enfermedad)

Nada _____ Un poco _____ Regular _____ Mucho _____ Muchísimo _____

J. Tiempo empleado en enfermedad renal

Durante las 4 últimas semanas puedes haber tenido asistencia médica. ¿Puedes recordar cuántas veces has necesitado al médico o has ingresado?

14. ¿Cuántas noches has pasado en el hospital?

0 días _____ 1-2 días _____ 3-5 días _____ 6-10 días _____ 11-15 días _____ 16-20 días _____ >20 días _____

15. ¿Cuántas veces has ido al hospital, a consulta o a urgencias?

0 días _____ 1-2 días _____ 3-5 días _____ 6-10 días _____ 11-15 días _____ 16-20 días _____ >20 días _____

16. ¿Cuántas veces has necesitado la visita de una enfermera u otro personal sanitario en tu domicilio?

0 días _____ 1-2 días _____
3-5 días _____ 6-10 días _____ 11-15 días _____ 16-20 días _____ >20 días _____

17. ¿Cuántas veces has requerido asistencia general con tus familiares (p. ej., baño, vestirse, etc.)?

0 días _____ 1-2 días _____ 3-5 días _____ 6-10 días _____
11-15 días _____ 16-20 días _____ >20 días _____

18. ¿Cuántas veces has llamado al hospital o a tu médico o enfermera para una consulta médica por teléfono?

0 días _____ 1-2 días _____
3-5 días _____ 6-10 días _____ 11-15 días _____ 16-20 días _____ >20 días _____

