



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO
CURSO DE ESPECIALIZACIÓN EN MEDICINA DE REHABILITACIÓN
HOSPITAL GENERAL DE MÉXICO
DR. EDUARDO LICEAGA O.D**

TÍTULO.

**EFFECTO DE UN PROGRAMA DE EJERCICIO EN LA CONDICIÓN FÍSICA DE
PACIENTES CON ENFERMEDAD RENAL CRÓNICA EN ESTADIO 4 DE LA
CLASIFICACIÓN DE K/DIGO.**

**TESIS QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
ESPECIALISTA EN MEDICINA DE REHABILITACIÓN.**

PRESENTA

VERONICA LILIANA RUIZ MEDINA.

TUTORES DE TESIS:

**DRA. MARÍA DE LA LUZ MONTES CASTILLO.
DCM. CARLOS OMAR LÓPEZ LÓPEZ.**

CIUDAD DE MEXICO

AGOSTO 2019



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.

TUTOR DE TESIS

Nombre: DCM. Carlos Omar López López.
Médico adscrito al servicio de Medicina Física y Rehabilitación.
Hospital General de México. O.D
Cargo a desempeñar: Investigador principal.
Teléfono: 27892000 Ext. 1324 y 1325
Correo electrónico: c.lopez.8108@gmail.com



COTUTOR DE TESIS

Nombre: Dra. María De La Luz Montes Castillo.
Jefe de servicio del servicio de Medicina Física y Rehabilitación.
Hospital General de México. O.D
Cargo a desempeñar: Profesor Titular del curso de Medicina de rehabilitación.
Facultad de Medicina UNAM.
Teléfono: 27892000 Ext 1324
Correo electrónico: luzmontesc@hotmail.com



PRESENTA

Nombre: Dra. Veronica Liliانا Ruiz Medina.
Médico residente del servicio de Medicina Física y Rehabilitación.
Hospital General de México. O.D
Cargo a desempeñar: Investigador y autor de la tesis.
Teléfono: 5519187518
Correo electrónico: lilivm1334@gmail.com



AGRADECIMIENTOS.

*A mi familia, maestros,
compañeros, pacientes y a todos aquellos
que en el camino han dejado su huella para
que cada día logre avanzar
un poco más.*

ÍNDICE.

CONTENIDO.	PÁGINA.
1. Resumen estructurado.	1
2. Marco Teórico.	2
3. Planteamiento del problema.	3
3.1 Pregunta de investigación.	3
4. Justificación.	4
5. Hipótesis.	4
6. Objetivos.	4
7. Metodología.	
7.1 Diseño.	5
7.2 Muestra.	5
7.3 Criterios de inclusión.	6
7.4 Criterios de exclusión.	6
7.5 Criterios de eliminación.	6
7.6 Definición de variables.	6
7.7 Procedimiento.	10
7.8 Análisis estadístico.	12
7.9 Aspectos éticos.	12
7.10 Relevancias y expectativas.	13
7.11 Recursos disponibles.	13
7.12 Recursos necesarios.	13
8. Resultados.	
8.1 Características demográficas.	13
8.2 Valoración funcional.	14
8.3 Antropometría.	14
8.4 Características bioquímicas.	14
8.5 Apego a la intervención.	15
9. Discusión.	15
10. Conclusión.	18
11. Referencias.	20
12. Tablas y figuras.	23
13. Anexos.	
13.1 Hoja de recolección de datos para pruebas de valoración funcional.	36
13.2 Programa de ejercicio.	39
13.3 Lista de asistencia y seguimiento para cada sesión.	44
13.4 Consentimiento informado.	45

1. RESUMEN ESTRUCTURADO:

Título:

Efecto de un programa de ejercicio en la condición física de pacientes con enfermedad renal crónica en estadio 4 de la clasificación de K/DIGO.

Introducción:

Dentro de las repercusiones de la Enfermedad renal crónica (ERC) en la salud se encuentra la disfunción muscular, aunque su etiología es multifactorial se sabe que el sedentarismo desempeña un rol importante en su desarrollo; a su vez la inactividad física es un factor de riesgo independiente para el deterioro de la función renal y la condición física en todas las etapas de la ERC. Se ha reportado que hasta un 52% de los pacientes con ERC no realiza si quiera ejercicio leve durante su rutina diaria.

Objetivo:

El objetivo de este estudio es evaluar el efecto de un programa de ejercicio en la condición física de los pacientes con ERC estadio 4 de la clasificación de K/DIGO. Así como crear un antecedente para el tratamiento del paciente con ERC por el servicio de rehabilitación.

Material y métodos:

Fueron incluidos 33 pacientes con ERC aislada y asociada a otras enfermedades crónico-degenerativas. El tamaño de la muestra se determinó utilizando el método de cálculo por diferencias de medias, para detectar un cambio en la reserva muscular. Los participantes asistieron al servicio de Medicina de Rehabilitación durante 12 semanas para realizar una rutina de ejercicio de 50 minutos de duración, la frecuencia de las sesiones fue de tres días a la semana. Un residente de Medicina de Rehabilitación supervisó la adecuada ejecución de los ejercicios.

Resultados:

Fueron valorados 33 pacientes, siendo 19 mujeres (57.60%) y 14 hombres (42.40%), con una edad promedio de 45.1 ± 9.93 años. Respecto a la valoración funcional, en todas las variables se observó una mejoría estadísticamente significativa ($p < 0.05$). De todos los participantes, 23 (69.70%) completaron el programa de ejercicio; asistiendo en promedio a 26.88 ± 12.47 sesiones.

Conclusión.

En este protocolo se obtuvieron en 12 semanas, resultados similares a los reportados en programas con mayor duración. Se implementó un programa de ejercicio con bajo costo, seguro y que puede realizarse en casa pues no requiere una infraestructura especial. Las limitantes son el número de participantes y el reducido apego al programa. Es necesario estudiar los efectos a largo plazo del ejercicio en desenlaces como la mortalidad y el inicio de terapia renal sustitutiva, así como definir la factibilidad y efectos de un programa domiciliario.

Palabras clave: Enfermedad renal crónica, estadio 4 de K/DIGO, rehabilitación, ejercicio.

2. MARCO TEÓRICO:

La enfermedad renal crónica (ERC) es un grupo de alteraciones heterogéneo caracterizado por cambios en la estructura y función renal con repercusiones variables en la salud. Las guías internacionales emitidas por KDOQI, la definen como la presencia de daño renal o la disminución de la función renal (medición de una TFG menor a 60mL/min por 1.73 m²) durante tres o más meses sin importar la causa (1).

El grupo "Kidney Disease: Improving Global Outcomes" (K/DIGO) estableció una clasificación de acuerdo a la tasa de filtrado glomerular con seis categorías y conforme con el grado de albuminuria en 3 categorías (2). La falla renal se considera el "estadio final" de la ERC, refiriéndose a la necesidad de tratamiento con base a diálisis/trasplante renal o una TFG menor a 15 mL/min por 1.73m² (2).

En el mundo se estima una prevalencia de ERC en alrededor del 8 al 10 % (3), reportándose dentro de las principales causa de muerte y como una de las primeras tres causas de muerte prematura. Hasta el momento se carece de un registro nacional de habitantes con diagnóstico de ERC, pero se estima cada año se suman al menos 40,000 casos nuevos (4). El INEGI en su registro del 2012, reporta la ERC como la 5ta causa de mortalidad a nivel nacional mientras que, en el IMSS, ocupa la octava causa de defunción en el varón de edad productiva y la sexta en la mujer de 20 a 59 años (5).

En un escenario catastrófico, para el año 2050 existirían alrededor de 212,0000 pacientes diagnosticados, los costos de inversión para su tratamiento alcanzarían los 50,000 mil millones de pesos (5), cifra difícil de costear para el sistema de salud.

La disfunción muscular es una de las consecuencias de la ERC, manifestándose como atrofia muscular, fatiga muscular, polineuropatía urémica, osteodistrofia renal, osteonecrosis, dolor de origen músculo-esquelético, fracturas, etc. (6) Diversos mecanismos conducen a la disfunción muscular, entre los cuales se encuentran: el agotamiento de aminoácidos; inflamación crónica; la inactividad física; síndrome de malnutrición; cambios en la perfusión capilar; desequilibrio hidroelectrolítico, acidosis metabólica, entre otros.

La ERC es uno de los factores de riesgo conocidos más potentes para la enfermedad cardiovascular, siendo ésta la principal causa de morbilidad y mortalidad en esta población. Por otro lado la inactividad física es un factor de riesgo significativo e independiente para el deterioro acelerado de la función renal, la condición física, la función cardiovascular y la calidad de vida de las personas en todas las etapas de la ERC (7). Recientemente se ha observado que la discapacidad funcional se presenta incluso en personas jóvenes con ERC en estadios tempranos K/DIGO 3a, 4 o 5. También se ha reportado que su capacidad funcional es inferior a la de sujetos sedentarios considerados como "sanos" (8).

Con frecuencia los términos ejercicio y actividad física se emplean de forma intercambiable, siendo esto incorrecto. Los conceptos que se utilizaran en este trabajo son:

- Actividad física: Movimiento corporal producido por la contracción del músculo esquelético que aumenta el gasto de energía por arriba del nivel basal (9).
- Ejercicio: Es una forma de actividad física planeada, estructurada, repetitiva y útil con el objetivo de mantener o mejorar uno o más componentes de la condición física (10).
- Condición física: es la capacidad de llevar a cabo actividades de la vida diaria sin llegar a la fatiga con la cantidad de energía suficiente para disfrutar del tiempo libre y afrontar emergencias no previstas (10). Dentro de sus componentes se incluye la resistencia cardiorrespiratoria, la resistencia muscular, la fuerza muscular esquelética, la velocidad, la flexibilidad, el equilibrio, la reacciones al tiempo y la composición corporal (9).

Actualmente no hay un “Gold estándar” para calificar la condición física, lo más apropiado es emplear herramientas que abarquen la mayor parte de sus componentes o aquel componente que nos brinde la información más relevante (11). Algunas de las pruebas empleadas para valorar la función de esta población son: Caminata de los 6 minutos, sedestación-bipedestación, levántate y anda, dinamometría de mano, protocolos de RM (repetición máxima), ejercicios isocinéticos, pruebas de esfuerzo en banda sin fin o con cicloergómetro (12).

Un metaanálisis realizado por Cochrane, acerca de los efectos del ejercicio en la ERC concluyó que, el ejercicio es un método efectivo a nivel clínico y económico, para el tratamiento de los síntomas en la enfermedad renal crónica (13). Aunque diversos estudios hasta ahora efectuados se han centrado en la población con terapia renal sustitutiva y aquellos enfocados a estadios tempranos son deficientes en su calidad.

En un estudio realizado en el 2014, fueron evaluados 24 trabajos que reportaron un incremento en la capacidad para la marcha, aumento de la masa muscular, reducción de la sensación de fatiga y mayor puntaje en el componente “calidad de vida y salud” en el cuestionario SF-36 (14, 15).

A pesar de que se conocen los beneficios del ejercicio, estos no han sido aplicados de forma rutinaria en el servicio de Rehabilitación (16).

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

La Enfermedad Renal Crónica muestra una elevada prevalencia en la población mexicana, incluso en pacientes adultos jóvenes en edad productiva, así mismo el tratamiento de sus síntomas y complicaciones amerita un costo de inversión elevado para el sistema de salud nacional.

Conforme progresa la severidad de la ERC, gran parte de los paciente suelen adoptar un estilo de vida sedentario. Siendo la inactividad física, un factor de riesgo significativo e independiente para el deterioro de la función renal, la función cardiovascular y la calidad de vida en todas las etapas de la ERC.

Los efectos positivos del ejercicio como parte del manejo integral en esta población ya han sido reportados previamente para la etapa final de la enfermedad, sin embargo la información disponible de estadios pre-diálisis es escasa.

A pesar de que las guías de práctica clínica recomiendan la prescripción de una rutina de ejercicio como parte esencial del tratamiento no farmacológico de la ERC (17), algunos estudios han reportado que hasta 52% de los pacientes no realiza siquiera ejercicio leve (<3 METs) en su rutina diaria (18).

3.1 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.

¿Cuál es el efecto de un programa de ejercicio con duración de 12 semanas en la condición física de pacientes con ERC estadio 4 de la clasificación K/DIGO, cuantificado por medio de las pruebas funcionales de caminata de los 6 minutos, levántate y anda, dinamometría de mano y el examen manual muscular de cuádriceps?

4. JUSTIFICACIÓN.

El ejercicio tiene un papel fundamental para prevenir y tratar las consecuencias de un estilo de vida sedentario en el paciente renal, puesto que la inactividad física está fuertemente relacionada con la discapacidad funcional. Con el fin de guiar la prescripción un programa de ejercicio seguro y efectivo, es necesario ampliar el conocimiento existente sobre los efectos del mismo en etapas tempranas de la ERC, especialmente en población mexicana. Hasta la fecha de realización de este protocolo, la información publicada proviene de otros grupos poblacionales.

El manejo por el servicio de rehabilitación de pacientes con ERC para la prescripción de una rutina de ejercicio no es frecuente en nuestra sede hospitalaria a pesar de ser parte del tratamiento no farmacológico y las recomendaciones de la NKF-KDOQI.

5. HIPÓTESIS.

Posterior a un programa de ejercicio de 12 semanas de duración, los pacientes con ERC estadio 4 de la clasificación de KDIGO mejoraran su condición física. Al término de la intervención se registrará un mayor desempeño en las pruebas funcionales de: caminata de los 6 minutos, levántate y anda, dinamometría de mano y el examen manual muscular de cuádriceps.

6. OBJETIVOS.

1. Objetivo general:

El objetivo de este estudio es evaluar el efecto de un programa de ejercicio en la condición física de los pacientes con ERC estadio 4 de la clasificación de K/DIGO.

2. Objetivos específicos.

2.1 Determinar la correlación entre realizar un programa de ejercicio y los resultados obtenidos en las pruebas funcionales: dinamometría de mano, examen manual muscular de cuádriceps, prueba de caminata de los 6 minutos y prueba de levántate y anda.

2.2 Determinar la correlación entre realizar un programa de ejercicio y los siguientes parámetros de laboratorio: hemoglobina, TFG (fórmula MDR), glucosa, urea, creatinina, ácido úrico, urea y creatinina.

2.3 Describir la frecuencia de eventos adversos en pacientes con ERC estadio 4 de la clasificación de K/DIGO, durante la realización de un programa de ejercicio.

2.4 Sentar un precedente para el tratamiento de la ERC por el servicio de rehabilitación. El cual fomente el manejo interdisciplinario de los pacientes para mejorar la calidad de vida y el pronóstico funcional.

7. METODOLOGÍA.

- 7.1 Tipo y diseño del estudio:

Cuasiexperimental, longitudinal, prospectivo y comparativo.

- 7.2 Población y tamaño de la muestra.

Pacientes con ERC estadio 4 de la clasificación de K/DIGO que acudan a los servicios de Nefrología y Nutrición Clínica del Hospital General de México Dr. Eduardo Liceaga. Los cuales deben cumplir los criterios de inclusión, así como contar con la disponibilidad y disposición para asistir tres de los siete días de la semana a realizar el programa de ejercicio en nuestro servicio.

Se requieren a 32 participantes en total; esto incluye a pacientes con ERC aislada y asociada a otras enfermedades crónico-degenerativas. El cálculo del tamaño de la muestra se realizó por medio de la diferencia de medias, para detectar cambios en la reserva muscular.

Fue utilizada la siguiente fórmula:

$$n = 2 \left[\frac{(Z_{\alpha} - Z_{\beta})DE}{\mu_1 - \mu_2} \right]^2 \quad \alpha = 1.96 \text{ y } \beta = 0.20 \text{ (poder del 80\%)}$$

$$n = 2 \left[\frac{(1.96 - (-0.84))6.85}{105.4 - 98} \right]^2 = 13.4 + 20\% \approx 16$$

El resultado es producto de los datos arriba descritos, con una z de alfa de 1.96 y beta de 0.20, tendremos un poder de 80% para encontrar diferencias en caso de que las hubiera, con relación a las variables seleccionadas.

- 7.3 Criterios de inclusión.

- Pacientes entre 18 y 50 años.
- Pacientes con enfermedad renal crónica estadio 4 de la clasificación K/DIGO (tasa de filtrado glomerular de 15 a 29 ml/min/1.73m2).
- Pacientes que acepten participar en el estudio y firmen el consentimiento informado.
- Pacientes que vivan en el área metropolitana (Estado de México y Distrito Federal).
- Pacientes valorados previamente por el servicio de Nefrología del HGM Dr. Eduardo Liceaga, que asistan regularmente a sus citas de control.
- Pacientes con una evolución clínica estable de la ERC.

- 7.4 Criterios de exclusión.

- Pacientes embarazadas.
- Pacientes que tengan implantes metálicos que interfieran con las mediciones de la composición corporal.
- Pacientes analfabetas.
- Pacientes con limitaciones físicas que impidan realizar el programa de ejercicio.

- 7.5 Criterios de eliminación.

- Pacientes que durante el seguimiento progresen a ERC estadio V de la clasificación K/DIGO.
- Pacientes que acudan a menos del 80 % de las sesiones de ejercicio de resistencia. Los pacientes que acudan a la sesión, pero durante la sesión de 50 minutos de ejercicio realicen menos de 80 % de la sesión en minutos se registrarán como falta.
- Pacientes que después de haber ingresado al protocolo decida salir del mismo.

- 7.6 Definición de las variables principales y forma de medirlas.

Variable.	Tipo de variable.	Definición de la variable.
Genero	Nominal	Masculino/Femenino.
Edad	Discontinua	Años
Peso	Continua	Kilogramos
Talla	Continua	Centímetros

Índice de masa corporal	Continua	Peso/(talla) ²
Sobrepeso	Nominal	Si/No, en base a resultado de IMC
Obesidad	Nominal	Si/No, en base a resultado de IMC
Frecuencia cardiaca máxima	Discontinua	220-Edad en años
Hipertensión arterial sistémica	Nominal	Sí/No, por historia o actual y bajo tratamiento médico.
Diabetes mellitus 2	Nominal	Sí/No, por historia o actual y bajo tratamiento médico.
Dislipidemia	Nominal	Sí/No, por historia o actual y bajo tratamiento médico.
Hiperuricemia	Nominal	Sí/No, por historia o actual y bajo tratamiento médico.
Síndrome anémico	Nominal	Sí/No, por historia o actual y bajo tratamiento médico.
Insuficiencia venosa	Nominal	Sí/No, por historia o actual y bajo tratamiento médico.
Neuropatía periférica	Nominal	Sí/No, por historia o actual y bajo tratamiento médico.
Cardiopatía isquémica	Nominal	Sí/No, por historia o actual y bajo tratamiento médico.
Catarata	Nominal	Sí/No, por historia o actual y bajo tratamiento médico.
Otras enfermedades	Nominal	Sí/No, por historia o actual y bajo tratamiento médico.
Fármacos	Discontinua	Número de fármacos empleados actualmente por el paciente
<i>Tipo de fármaco</i>		Clase de fármaco que emplea el paciente para el tratamiento de la ERC y patologías asociadas
IECA	Nominal	Si/No. Por interrogatorio.
Beta bloqueador	Nominal	Si/No. Por interrogatorio.
ARA 2	Nominal	Si/No. Por interrogatorio.
Diurético	Nominal	Si/No. Por interrogatorio.
Bloqueador de calcio	Nominal	Si/No. Por interrogatorio.
Insulina	Nominal	Si/No. Por interrogatorio.
Hipoglucemiante oral	Nominal	Si/No. Por interrogatorio.
Neuromodulador	Nominal	Si/No. Por interrogatorio.
Esteroides	Nominal	Si/No. Por interrogatorio.
Inmunosupresor	Nominal	Si/No. Por interrogatorio.
Anticoagulante	Nominal	Si/No. Por interrogatorio.
Alopurinol	Nominal	Si/No. Por interrogatorio.
Estatina	Nominal	Si/No. Por interrogatorio.
Fibratos	Nominal	Si/No. Por interrogatorio.
ASA	Nominal	Si/No. Por interrogatorio.

Bicarbonato	Nominal	Si/No. Por interrogatorio.
Pentoxifilina	Nominal	Si/No, Por interrogatorio.
Suplemento proteico	Nominal	Si/No. Por interrogatorio.
Ácido fólico	Nominal	Si/No. Por interrogatorio.
Sulfato ferroso	Nominal	Si/No. Por interrogatorio.
Hidroxiclороquina	Nominal	Si/No. Por interrogatorio.
Colchicina	Nominal	Si/No. Por interrogatorio.
Sesión 1	Nominal	Si/No. Asistencia a primera sesión de ejercicio.
Sesión 12	Nominal	Si/No. Acudió a 80% o más de las sesiones de ejercicio programadas
Evaluación 1	Nominal	Si/No. Acudió a la valoración previa a la intervención.
Evaluación 2	Nominal	Si/No. Acudió a la valoración al finalizar la intervención
<i>Falta a sesión 12.</i>		Motivo por el que el paciente no concluyó el programa de ejercicio
Factores laborales	Nominal	Si/No. Por interrogatorio.
Ingreso a diálisis	Nominal	Si/No. Por interrogatorio.
Agudización de la ERC	Nominal	Si/No. Por interrogatorio.
Cambio de domicilio/número telefónico	Nominal	Si/No. Por interrogatorio.
Valoración funcional		Pruebas realizadas para cuantificar la condición física de los pacientes.
<i>Caminata de los 6 minutos</i>		Distancia que puede caminar una persona en 6 minutos, habiéndole solicitado que recorra la mayor distancia posible en este tiempo. Se evaluará la presencia de disnea, frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria y saturación de oxígeno al inicio e inmediatamente al final de la prueba (19)
FC basal	Continua	Número de latidos por minuto al iniciar la prueba
FC final	Continua	Número de latidos por minuto al finalizar la prueba
FR basal	Continua	Número de respiraciones por minuto al iniciar la prueba
FR final	Continua	Número de respiraciones por minuto al finalizar la prueba
O2 basal	Continua	Saturación medida con oxímetro de pulso al iniciar la prueba
O2 final	Continua	Saturación medida con oxímetro de pulso al finalizar la prueba

Fatiga inicial	Continua	Magnitud de la fatiga al iniciar la prueba en escala de Borg modificada (20)
Fatiga final	Continua	Magnitud de la fatiga al finalizar la prueba en escala de Borg modificada (20)
Disnea inicial	Continua	Magnitud de la disnea al iniciar la prueba en escala de Borg modificada (20)
Disnea final	Continua	Magnitud de la disnea al finalizar la prueba en escala de Borg modificada (20)
T/A sistólica inicial	Continua	mmHg. Tensión arterial sistólica medida con baumanómetro aneroide al iniciar la prueba
T/A sistólica final	Continua	mmHg. Tensión arterial sistólica medida con baumanómetro aneroide al finalizar la prueba
T/A diastólica inicial	Continua	mmHg. Tensión arterial diastólica medida con baumanómetro aneroide al iniciar la prueba
T/A diastólica final	Continua	mmHg. Tensión arterial diastólica medida con baumanómetro aneroide al finalizar la prueba
Suspensión	Nominal	Cancelación precoz de la prueba debido a dolor torácico, disnea intolerable, diaforesis, cianosis, calambres intensos, etc. (20).
Síntomas	Nominal	Cualquier molestia que manifieste el paciente durante la realización de la prueba.
Distancia	Discontinua	Metros. Cantidad de metros recorridos por el paciente durante la prueba.
PVE	Discontinua	%. Porcentaje obtenido por el paciente en base al valor esperado, calculado por la ecuación de Enrigh (21).
<i>Up and Go (Levántate y anda)</i>	Discontinua	Minutos. Tiempo que tarda el paciente en levantarse de una silla, caminar 3 metros, girar, regresar a la silla y sentarse nuevamente.
<i>RM (Repetición máxima)</i>	Discontinua	Kg. Cantidad de peso que un sujeto puede desplazar una, y sólo una vez en un ejercicio determinado (22).
<i>Prensión.</i>	Discontinua	Kg. Medición de la fuerza de ambas manos por medio de un dinamómetro.
<i>EMM (Examen manual muscular)</i>	Ordinal	0-5. Medición de la fuerza de cuádriceps bilateral en base a la escala de MRC.
Valoración bioquímica		Pruebas realizadas para cuantificar la

		hemoglobina, TFG, glucosa, urea, creatinina, ácido úrico, urea y creatinina.
Tasa de filtrado glomerular (TFG)	Discontinua	Método con la fórmula MDR para evaluar la capacidad del riñón para filtrar la sangre, evaluada en mililitros por minuto.
Valoración antropométrica		Pruebas realizadas para registrar la composición corporal del paciente.
Índice de masa corporal	Discontinua	Medida de asociación entre el peso y la talla, para hacer una comparación con peso esperado.
Área muscular de brazo	Continua	Estimación del área muscular con la ayuda de la ecuación ya estandarizada, las mediciones necesarias para realizar el cálculo son: circunferencia media de brazo y el pliegue cutáneo tricipital.
Circunferencia de cintura	Discontinua	Perímetro más prominente de un individuo, ubicado entre el tórax y la cadera, evaluado en centímetros.

- 7.7 Procedimiento.

1. Todos los participantes serán pacientes de la consulta externa del servicio de Nefrología, por lo tanto, serán evaluados de manera rutinaria por su médico nefrólogo, para conocer y registrar los datos clínicos y los datos bioquímicos más relevantes, así como realizar el ajuste individualizado de los fármacos.
2. Al acudir a valoración por el servicio de Nutrición Clínica, se invitará a los pacientes a participar en el estudio, con la lectura y explicación del consentimiento informado.
3. En caso de firmar el consentimiento informado. Se programará una cita en el servicio de rehabilitación para determinar si existe una limitación física y realizar la valoración funcional.
4. Para la valoración funcional de los participantes se les solicitará acudir con ropa cómoda (tenis y ropa deportiva), consumir sus fármacos y alimentos en su horario habitual y no realizar ejercicios dos horas previas a las pruebas.
5. Las pruebas que se aplicaran son: dinamometría de mano, examen manual muscular de cuádriceps (escala MRC), prueba de caminata de los 6 minutos y prueba de levántate y anda. Se realizará la recolección de los datos iniciales en los formatos correspondientes.

6. Se programará una cita subsecuente en el servicio de Rehabilitación para iniciar el programa de ejercicio, el cual consiste en 3 sesiones por semana durante 12 semanas con una duración de 50 minutos.
 7. El programa de ejercicio está conformado por tres fases. En el anexo 13.2 se describe la rutina a detalle, así como la progresión de la intensidad.
 - Fase 1 o calentamiento con una duración de 19 minutos. Incluyó ejercicios cardiovasculares, movilización articular y estiramientos activos.
 - Fase 2 o fortalecimiento con una duración de 30 minutos. Se incluyeron 6 ejercicios con bandas de resistencia progresiva (retracción escapular, protección escapular, depresión escapular junto a abducción de hombro, flexión de codo, abducción de hombro y sentadillas). Los pacientes realizaron 3 series por 8 repeticiones de cada ejercicio.
 - Fase 3 o recuperación con una duración de 1 minuto, conformado por 6 respiraciones profundas.
 8. Se efectuará el seguimiento de los pacientes por medio de una llamada telefónica para confirmar su asistencia en cada sesión y registrar eventos adversos en casa.
 9. Al finalizar la intervención se recolectarán nuevamente los datos de la valoración funcional final en los formatos establecidos.
 10. Los pacientes que presenten alguno de los criterios de eliminación y/o ameriten evaluaciones adicionales, serán referidos al servicio médico correspondiente.
- Cronograma de actividades.

Diciembre 2016	Enero 2017	Febrero 2017	Marzo 2017	Abril 2017	Mayo 2017	Junio 2017	Julio 2017	Agosto 2017	Septiembre 2017	Octubre 2017	Noviembre 2017
Documentación del protocolo											
	Evaluación del protocolo por Asesor de tesis										
			Reclutamiento y valoración de pacientes. Captura de datos.								

Diciembre 2017	Enero 2018	Febrero 2018	Marzo 2018	Abril 2018	Mayo 2018	Junio 2018	Julio 2018	Agosto 2018	Septiembre 2018	Octubre 2018	Noviembre 2018
		Elaboración de la base de datos									
				Análisis de resultados							
								Redacción y corrección de tesis			

- 7.8 Análisis estadístico.

Todos los pacientes reclutados serán incluidos en el análisis estadístico, independientemente del seguimiento. Se realizó estadística descriptiva para todas las variables. En el caso de las variables continuas se calculó la media y la desviaciones estándar; para las variables categóricas se calcularon porcentajes y frecuencias.

Con el fin de detectar un cambio estadísticamente significativo ($p < 0.05$), la comparación de los resultados iniciales contra los resultados post-intervención, se efectuó por medio de la prueba de T de Student para comparación de medias y la prueba de X².

- 7.9 Aspectos éticos y de bioseguridad.

Se incluirán pacientes que acepten participar y que firmen una carta de consentimiento informado, cumpliendo así con la reglamentación de investigación en salud vigente en nuestro país. Al realizarse una intervención dentro de la población estudiada, existe un riesgo mayor de efectos adversos, comparado con otros diseños. Sin embargo, previamente se ha reportado la seguridad y efectividad del ejercicio como una opción más del tratamiento del paciente renal, siempre y cuando hayan sido valorados previamente por el médico nefrólogo, consuman su tratamiento farmacológico como está indicado y acudan con regularidad a sus consultas de seguimiento .

Los participantes llevarán un control médico continuo en los servicios de Nefrología y Nutrición clínica de nuestro Hospital. La adecuada rutina de ejercicio será realizada bajo la vigilancia de un médico residente de Medicina de Rehabilitación, sin embargo a pesar de la vigilancia las posibles complicaciones pueden ser: caídas, dolor, lesiones musculares, arritmias cardíacas, sangrado, dificultad respiratoria, etc. por lo que este estudio se considera con un riesgo moderado.

- 7.10 Relevancias y expectativas.

El presente proyecto se ha realizado con el fin principal de ampliar y complementar la información existente acerca de los efectos del ejercicio en etapas pre-diálisis de la ERC. Con la información obtenida es posible ofrecer medidas más eficientes para mejorar la calidad de vida, prevenir y tratar la discapacidad secundaria a disfunción muscular y con ello mejorar el pronóstico funcional de los pacientes.

Además del beneficio en la atención médica, este trabajo es el inicio de una línea de investigación para su publicación en revistas indexadas, presentación en congresos nacionales e internacionales y tesis de residentes. Igualmente, fomenta la colaboración entre múltiples servicios (Nefrología, Nutrición clínica y Medicina de Rehabilitación) y el manejo interdisciplinario de los usuarios de los servicios sanitarios del Hospital General de México Dr. Eduardo Liceaga.

- 7.11 Recursos disponibles.

1. Un médico residente de Medicina de Rehabilitación.
2. Instalaciones del servicio de Medicina Física y Rehabilitación del Hospital General de México (área del gimnasio y mecanoterapia).
3. Recursos materiales del servicio de Medicina Física y Rehabilitación: dinamómetro de mano, cinta métrica, pesas, conos y equipo de cómputo.
4. Los pacientes con diagnóstico de ERC estadio 4 de la clasificación de K/DIGO previa valoración por Nefrología serán referidos del servicio de Nutrición Clínica del Hospital General de México.
5. Recursos propios de los participantes: Bandas elásticas graduadas marca Theraband.

- 7.12 Recursos necesarios.

Ninguno adicional.

8. RESULTADOS.

8.1 Características demográficas.

Fueron valorados 33 pacientes de diciembre 2017 a enero 2018, siendo 19 mujeres (57.60%) y 14 hombres (42.40%), con una edad promedio de 45.1 ± 9.93 años, el grado de escolaridad más frecuente fue secundaria (33.30%), un 60.60% eran residentes del estado de México y 39.40% residentes de la ciudad de México.

Las principales etiologías de la ERC fueron nefropatía diabética (48.50%), nefropatía hipertensiva (30.35) e hiperuricemia (9.10%); se calculó una tasa de filtrado glomerular estimada (fórmula MDRD) de 20.35 ± 6.27 mL/min/1.73 m². Dentro de las comorbilidades el 31.10% de los pacientes eran diabéticos, 17.80% hipertensos, 12.20% tenían el diagnóstico de dislipidemia y 15.6% de

hiperuricemia. En promedio cada paciente utilizaba 3.88 ± 1.91 fármacos; siendo los más frecuentes alopurinol, IECA's, diuréticos, insulina y estatinas.

Las características demográficas se desglosan en la Tabla 1.- "Datos demográficos".

8.2 Valoración funcional.

Previo su ingreso al programa de ejercicio se evaluó la condición física de los pacientes a través de las siguientes mediciones: dinamometría de mano, examen manual muscular de cuádriceps (escala MRC), prueba de caminata de los 6 minutos y prueba de levántate y anda. Luego de doce semanas se efectuó una segunda evaluación.

Respecto a la valoración funcional, en todas las variables se observó una mejoría estadísticamente significativa ($p < 0.05$). La distancia recorrida en la caminata de los 6 minutos pasó de $354.61 \text{ m} \pm 49.06$ a $400.08 \text{ m} \pm 53.12$, la repetición máxima se incrementó de $2.52 \text{ Kg} \pm 0.85$ a $3.87 \text{ Kg} \pm 1.18$, el tiempo de ejecución de la prueba Levántate y anda disminuyó de $9.54 \text{ s} \pm 1.26$ a $8.64 \text{ s} \pm 1.06$, la fuerza muscular medida por dinamometría de mano aumentó para el lado derecho de $23.80 \text{ Kg} \pm 8.18$ a $25.73 \text{ Kg} \pm 8.38$ y para el lado izquierdo de $23.39 \text{ Kg} \pm 8.28$ a $25.10 \text{ Kg} \pm 8.67$, así mismo el porcentaje de pacientes con un examen manual muscular de cuádriceps (derecho/izquierdo) mayor o igual 4-/5 aumento de 60.6% y 57.6% a 73.9% y 73.8% respectivamente.

En la tabla 2.- "Valoración funcional", se muestran los resultados pre y post-intervención.

Antropometría.

Con el objetivo de detectar un cambio en la reserva muscular de los pacientes, fueron llevadas a cabo diversas mediciones antropométricas por el servicio de nutrición clínica de este hospital. El registro se realizó de manera mensual posterior al programa de ejercicio, obteniéndose tres resultados por cada variable: inicial (primer mes), intermedio (2do mes) y final (3 mes).

Se registró una disminución estadísticamente significativa ($p < 0.05$) para el índice de masa corporal ($26.69 \text{ Kg/m}^2 \pm 4.59$ vs $26.04 \text{ Kg/m}^2 \pm 4.84$) y un aumento en el porcentaje de participantes con un IMC dentro de valores de referencia (36.4% vs 41.4%). A pesar de una tendencia a un menor porcentaje de grasa ($31.41\% \pm 10.18$ vs 30.46 ± 10.89), un incremento del área muscular del brazo ($50.13 \text{ cm}^2 \pm 19.01$ vs $51.35 \text{ cm}^2 \pm 18.65$) y un mayor porcentaje de masa magra ($68.58\% \pm 10.18$ vs $69.53\% \pm 10.89$), estos cambios no fueron estadísticamente significativos.

Los resultados obtenidos se enlistan en la Tabla 3.- "Medidas antropométricas".

8.3 Características bioquímicas.

Fue registrada la concentración sérica pre y post intervención de: glucosa, urea, creatinina, colesterol, triglicéridos, ácido úrico, hemoglobina, calcio, 25 hidroxivitamina D y TFG. Veinticuatro pacientes (72.70%) recibieron una dosis diaria de colecalciferol ($2521.74 \pm 2557.51 \text{ UI}$) durante 12 semanas más el programa de ejercicio.

La concentración sérica basal se encontraba por arriba del límite superior normal para los triglicéridos, el ácido úrico, la urea y la creatinina. Por el contrario los valores iniciales de hemoglobina e hidroxivitamina D se encontraban debajo del límite inferior normal para pacientes con ERC.

Posterior a la intervención los cambios observados fueron dispares, con una tendencia a la baja respecto a los valores séricos de urea ($100.71 \text{ mg/dL} \pm 39.08$ vs $93.05 \text{ mg/dL} \pm 33.52$), colesterol ($200.83 \text{ mg/dL} \pm 76.45$ vs $194.64 \text{ mg/dL} \pm 65.89$) y triglicéridos ($194.19 \text{ mg/dL} \pm 82.31$ vs 175.49 ± 82.80). Pero con un incremento en la concentración de glucosa sérica ($100.24 \text{ mg/dL} \pm 25.87$ vs $107.06 \text{ mg/dL} \pm 41.13$) y un decremento de la tasa de filtrado glomerular (20.07 ± 5.94 vs 19.62 ± 11.10).

Los únicos cambios estadísticamente significativos ($p < 0.05$) fueron una mayor concentración sérica de creatinina ($3.40 \text{ mg/dL} \pm 1.00$ vs $4.00 \text{ mg/dL} \pm 1.99$) y 25 hidroxivitamina D ($15.29 \text{ ng/mL} \pm 6.20$ vs $22.99 \text{ ng/mL} \pm 9.49$).

En la Tabla 4.- “Características bioquímicas generales” se resumen los resultados antes mencionados.

8.4 Apego a la intervención.

De todos los participantes, 23 (69.70%) completaron el programa de ejercicio conformado por 36 sesiones; asistiendo en promedio a 26.88 ± 12.47 sesiones. La causa más frecuente de inasistencia fue la pérdida de contacto vía telefónica con los pacientes.

La Tabla 5.- “Frecuencia de inasistencia” muestra en específico los motivos por los que los pacientes faltaron a las sesiones de ejercicio programadas.

9. DISCUSIÓN.

La enfermedad renal crónica en el paciente adulto suele ser resultado de otras patologías crónico-degenerativas. Por sí misma es un factor de riesgo independiente para mortalidad y morbilidad cardiovascular (23), ya que una de sus consecuencias es la disfunción muscular cuya expresión clínica es la atrofia y la fatiga muscular, las cuales favorecen la inactividad física. (6)

A su vez la inactividad física es un factor de riesgo significativo e independiente para el deterioro acelerado de la función renal, la condición física y la calidad de vida de las personas en todas las etapas de la ERC (7). Por lo que existe una tendencia a incluir al ejercicio como parte del tratamiento no farmacológico de la ERC. Una revisión de Cochrane sobre los efectos del ejercicio con ejercicio en la ERC demostró que es un método eficaz, tanto en sus efectos clínicos como en términos de costo (24). Sin embargo, gran parte de la investigación realizada se ha llevado a cabo en la población con terapia renal sustitutiva.

En el presente estudio fueron incluidos 33 pacientes con el diagnóstico de ERC en estadio 4 de la clasificación K/DIGO (tasa de filtrado glomerular estimada de $20.35 \text{ mL/min/1.73 m}^2$), siendo 19

de ellos mujeres (57.60%) y 14 hombres (42.40%), con una edad promedio de 45.1 años; las causas principales de la ERC en nuestra población fueron la nefropatía diabética (48.50%), la nefropatía hipertensiva (30.35%) y la hiperuricemia (9.10%). Lo anterior no concuerda con los datos del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) que en el 2010 reportó una edad promedio de 60 años (rango: 10-84 años) con mayor afección del sexo masculino (52.20%) comparado con el femenino (47.7%) y como principales etiologías menciona a la diabetes mellitus 48,5%, la hipertensión arterial 19% y las glomerulopatías crónicas 12,7% (4). Consideramos esta discrepancia en los datos se debe a el tamaño de la muestra y que los pacientes incluidos en el estudio epidemiológico del IMSS tienen ERC en tratamiento con terapia renal sustitutiva, al realizar la búsqueda de información no se encontraron estudios demográficos cuya principal población sean pacientes con ERC sin terapia renal sustitutiva.

Todos los pacientes ingresaron a un programa de ejercicio, el cual consistió en acudir al servicio de Medicina de Rehabilitación a 3 sesiones semanales con una duración de 50 minutos durante 12 semanas. Para determinar los efectos del programa se realizó una valoración funcional, antropométrica y bioquímica.

Respecto a la valoración funcional se evaluó la condición física de los pacientes por medio de las siguientes mediciones: dinamometría de mano, examen manual muscular de cuádriceps (escala MRC), prueba de caminata de los 6 minutos y prueba de levántate y anda. Luego de doce semanas de seguimiento, en todas las variables se observó una mejoría estadísticamente significativa ($p < 0.05$). Para la prueba de la caminata de los 6 minutos y la dinamometría de mano en el estudio de Matthias Hellberg 2018 (25) se obtuvieron los mismos resultados con un incremento en la distancia recorrida (inicial 379 ± 138 m y final 400 ± 149 m) y la fuerza de prensión (inicial 31 ± 10 Kg y final 31.5 ± 9 Kg) después de realizar por 4 meses un programa de ejercicio en casa. Cabe resaltar que a pesar de que nuestra población es más joven (edad media de 45 años vs edad media de 66 años) y la TFG es similar (20.35 mL/min/ 1.73 m² vs 20.00 mL/min/ 1.73 m²) los resultados basales en las pruebas funcionales fueron menores, comparados con los de Matthias Hellberg, lo cual parece indicar que el deterioro en la condición física de los pacientes renales mexicanos es mayor al de otras poblaciones.

Mientras en el estudio de Heiwe S (2001) también disminuyó el tiempo de realización de la prueba de levántate y anda (TUAG) tras 12 semanas de fortalecimiento muscular (26), lo que a su vez se traduce en una menor mortalidad según Baback Roshanravan, quién refiere por cada incremento de 1 segundo en la prueba TUAG, aumenta en un 8% el riesgo de muerte y concluye que la velocidad de marcha y la prueba TUAG predicen con más fuerza estadística que los biomarcadores séricos o la TFG la mortalidad a 3 años (27). En la literatura no se menciona al examen manual muscular de cuádriceps como una prueba usual pero asumimos la mejoría en la fuerza muscular es equivalente a la reportada por Koji Hiraki (2017) utilizando el dinamómetro como instrumento de medición para registrar los efectos de un programa de casa con duración de un año (28).

Es importante mencionar que a pesar un aumento estadísticamente significativo en el porcentaje del valor esperado es decir el número mínimo de metros que debe caminar el paciente con base a

su edad, peso y talla, ninguno de los pacientes alcanzó el 100% (PVE inicial de 62.08% vs final de 69.83%). En nuestra opinión el factor determinante para lograr recorrer distancias óptimas es si hay o no un incremento en la masa muscular. En el caso de las personas con diálisis se sabe que su desempeño deficiente en la prueba de caminata de los 6 minutos (recorren 101.5m menos que los sujetos control) tiene una relación directamente proporcional con el área muscular del muslo e inversamente proporcional con el área grasa intra-abdominal (29).

En cuanto a la antropometría se registró una disminución estadísticamente significativa ($p < 0.05$) para el índice de masa corporal (26.69 Kg/m² vs 26.04 Kg/m²), lo que respalda los datos encontrados por Karsten Vanden 2018 (30) en su revisión sistemática acerca de los efectos del ejercicio aeróbico en pacientes con ERC estadio 3 y 4 donde se analizaron ocho estudios integrando un total de 144 pacientes, posterior a 32 semanas de ejercicio con ejercicios aeróbicos se observó una disminución de 0.73 kg/m² en el IMC en comparación con 150 sujetos control. Acerca del índice de masa corporal y sus efectos en la ERC los resultados han sido controversiales ya que revisiones como la de Kalantar-Zadeh (2017) reportan la obesidad confiere ventajas para la supervivencia a corto plazo en la ERC avanzada como resultado del efecto protector de las lipoproteínas contra las endotoxinas circulantes y el secuestro de toxinas por la masa grasa (31). Por otro lado Alex R Chang (2019) en su metanálisis concluye un índice masa corporal de 35Kg/m² o 40 Kg/m² se asocia con un 28% y 46% respectivamente de mayor riesgo para la disminución de la TFG, en comparación con el índice de masa corporal de 25Kg/m² aunque este declive es menos pronunciado para los pacientes con ERC en relación a la población general (32). Al finalizar la intervención el 17.2% de nuestros pacientes (4 personas) tenían un IMC mayor o igual a 30 Kg/M².

Aunque observamos de una tendencia a la baja para el porcentaje de grasa (31.41% vs 30.46%), a la alta para el área muscular del brazo (50.13 cm² vs 51.35 cm²) y un mayor porcentaje de masa magra (68.58% vs 69.53%), estos cambios no fueron estadísticamente significativos. Otros autores como Castaneda C (2001) luego de 8 semanas de realizar ejercicios de resistencia registraron un incremento en el área transversal de las fibras musculares tipo I y II del muslo del 24% y 22% respectivamente así como una menor pérdida de peso corporal comparada con el grupo control (33). En publicaciones más recientes Masajtis-Zagajewska A (2019) también menciona una reducción en la masa grasa y el índice de tejido graso, tras 12 semanas de seguimiento pero con cambios significativos únicamente en pacientes con ERC postoperados de trasplante renal (34). Consideramos que el tiempo de seguimiento fue insuficiente para registrar cambios con significancia estadística en la composición corporal.

Múltiples autores han tratado de demostrar una correlación entre el ejercicio, la TFG, la concentración de hemoglobina, la PCR y otros parámetros bioquímicos pero hasta ahora los resultados no han sido concluyentes. Así Toyama (2010), Petcher (2003) y Castaneda (2001) refieren que los pacientes que realizan ejercicio regularmente tiene una TFG mayor que el grupo control (35), con un aumento reportado por Karsten Vanden (2018) de 2.16 mL/min/1.73m² luego de una rutina de ejercicio con duración de 35 semanas sin embargo dentro de las limitaciones de su estudio no consideró el estado de hidratación del paciente y la masa muscular para calcular la TFG (30). En nuestro caso, los pacientes presentaron una TFG menor después de la intervención

(TFG inicial de 20.07 vs TFG final de 19.62) y dos de los pacientes progresaron a estadio 5, es probable que a pesar de los beneficios del ejercicio su impacto clínico no fue suficiente para contrarrestar los efectos negativos de las comorbilidades y sus complicaciones.

Los parámetros bioquímicos con cambios estadísticamente significativos ($p < 0.05$) fueron una mayor concentración sérica de creatinina ($3.40 \text{ mg/dL} \pm 1.00$ vs $4.00 \text{ mg/dL} \pm 1.99$) y 25 hidroxivitamina D ($15.29 \text{ ng/mL} \pm 6.20$ vs $22.99 \text{ ng/mL} \pm 9.49$), lo cual está relacionado con una disminución en la TFG y que el 72.72% de nuestros pacientes recibió suplementación con vitamina D por parte del servicio de nutrición clínica. Durante la realización del programa de ejercicio los participantes acudieron a consultas de nutrición clínica y nefrología, donde se realizaron las intervenciones pertinentes sin embargo el nivel promedio de hemoglobina registrado continuó por debajo los 13.5 g/dL recomendados por la NKF-KDOQUI (36); esta situación pudo disminuir el impacto positivo del programa de ejercicio sobre las características bioquímicas y la antropometría.

10. CONCLUSIÓN.

En este protocolo se obtuvieron en 12 semanas, resultados similares a los reportados en programas con mayor duración. Se implementó un programa de ejercicio con bajo costo, seguro y que puede realizarse en casa pues no requiere una infraestructura especial ni se registraron eventos adversos durante el seguimiento.

Las limitantes que observamos son el tamaño de la muestra y el reducido apego, 23 (69.70%) de los 33 pacientes completaron el programa de ejercicio; asistiendo en promedio a 26.88 sesiones de 36. Dentro de las fortalezas se encuentra la variabilidad de la muestra, incluyendo pacientes con una edad promedio menor a la reportada a la literatura, comorbilidades asociadas (promedio de 2.69 enfermedades por pacientes) y un desempeño funcional inicial más bajo en comparación a grupos con una TFG similar; lo anterior sugiere que la población mexicana presenta características particulares y un deterioro acelerado aún en estadios previos a la terapia renal sustitutiva.

No se obtuvo la mejoría esperada en las variables correspondientes a la valoración antropométrica, es necesario determinar si características como la duración y frecuencia del ejercicio, el tiempo de evolución de la enfermedad o ciertas patologías asociadas influyen en el incremento de la masa magra y la disminución de la masa grasa con el ejercicio, pues ambos factores se relacionan con el desempeño en la caminata de los 6 minutos y por lo tanto con la tolerancia al ejercicio. Pese a una mejoría estadísticamente significativa en los metros recorridos, los participantes no lograron alcanzar la distancia esperada para su edad, peso y talla.

Los resultados y la revisión de la literatura respaldan la recomendación de integrar pruebas funcionales para valorar la condición física del paciente en la evaluación clínica cotidiana por su impacto en la mortalidad y la calidad de vida. Aunque no fue uno de los objetivos de este estudio, durante el periodo de reclutamiento se observó un gran interés en la población con ERC que se

acompañó de un cambio en la autoimagen de los pacientes, pues varios de ellos referían que “por estar enfermos no sabían si podían o no hacer ejercicio”.

No se conocen con exactitud los efectos a largo plazo del ejercicio en la evolución de la ERC por lo que un seguimiento de mayor duración es prioritario.

El médico de rehabilitación tiene un papel esencial en la promoción del ejercicio y el tratamiento de las enfermedades crónico-degenerativas, pues manifestaciones clínicas como la fatiga muscular, el dolor muscular, la atrofia muscular, las anomalías esqueléticas o las alteraciones sensoriales y motoras secundarias a neuropatía, afectan de forma significativa la funcionalidad del paciente y su independencia.

11. REFERENCIAS.

1. National Kidney Foundation. K/DOQUI clinical guidelines for chronic kidney disease: Evaluation, classification, and stratification. *Am J Kidney Dis* 2002; 39: S1.
2. Kidney Disease Improving Global Outcomes (KDIGO) CKD Work Grou. KDIGO 2012 clinical practice guideline for the evaluation and management of chronic kidney disease. *Kidney Int Suppl* 2013; 3:1-150.
3. Jha V, García-García G, Iseki K. Global Kidney Disease 3. Chronic Kidney disease: global dimensión and perspectives. *Lancet* 2013; 382:260-272.
4. Antonio Méndez-Durán, Méndez, Tapia, Muñoz, Aguilar. Epidemiología de la insuficiencia renal crónica en México. *Dial Traspl* 2010; 31(1):7-11.
5. Fernández-Cantón S. El IMSS en cifras: la mortalidad en la población derechohabiente. *Rev Med IMSS*. 2004; 42:353-64.
6. A.P Ruskin. Current therapy in psychiatry: Physical medicine and rehabilitation. Saunders Company, Philadelphia 1984, 1st edition; 359-365.
7. Enrique Moreno Collazos, Cruz Bermúdez. Ejercicio físico y enfermedad renal crónica en hemodiálisis. *Nefr, dial traspl* 2015; 35(3): 212-219.
8. Domentico Ontiso. The Rehabilitation Role in Chronic Kidney and End Stage Renal Disease. *Kidney Blood Press Res* 2014; 39:180-188.
9. US Department of Health and Human Services. 2008 physical activity guidelines for Americans. Hyattsville, MD: US Department of Health and Human Services 2008.
10. Moore GE. The role of exercise prescription in chronic disease. *Br J Sports Med* 2004; 38(1):6-7.
11. Pelagia, Koufaki, Sharlene Greenwood, Painter, Mercer. The BASES Expert Statement on Exercise Therapy for People with Chronic Kidney Diseas. *The SES* 2014; 40: 20-21.
12. Pelagia Koufaki, Evangelia Kouidi. Current Best Evidence Recommendations on Measurement and interpretation of Physical Function in Patients with Chronic Kidney Disease. *Sports Med* 2010; 40(12): 1055-1074.
13. Heiwe S, & Jacobson S. H. "Exercise training for adults with Chronic Kidney Disease". *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2011; 10: 1–386.
14. Heiwe S, & Jacobson S. H. "Exercise training for adults with CKD: a systematic review and metaanalysis". *Am J Kidney Dis* 2014; 64(3): 383–93.
15. Ana P. Rossi, Burris, Lucas, Crocker, Wasserman. Effects of a Renal Rehabilitation Exercise Program in Patients with CKD: A Randomized, Controlled Trial. *Clin J Am Soc Nephrol* 2014; 9: 2052-2058.
16. Filippo Aucella, Battaglia, Bellizzi, Bolignano. Physical excercise programs in CKD: lights, shades and perspectives: a position paper of the "Physical Exercise in CKD Study Group" of the Italian Society of Nephrology. *J Nephrol* 2015; 28:143–150.
17. Holt S, & Goldsmith D (2010) "Cardiovascular Disease in CKD". <http://www.renal.org/Clinical/GuidelinesSection/CardiovascularDiseaseInCKD.aspx#Summary1> [accessed 12/01/18]
18. Goodman E. D, & Ballou M. B. "Perceived barriers and motivators to exercise in hemodialysis patients". *Nephrology Nursing Journal*. 2004; 31(1).

19. Gutiérrez-Clavería, Beroíza W. Prueba de caminata de seis minutos. *Rev Chil Enf Respir* 2009; 25: 15-24.
20. Borg G A. Psycho-physical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc* 1982; 14: 377-81.
21. Enrigh P L, Sherill D L. Reference equations for the six-minute walk in healthy adults. *Am J Respir Crit Care Med* 1998; 158: 1384-7
22. Balsalobre-Fernández, Jiménez. Entrenamiento de fuerza: Nuevas perspectivas metodológicas. 2014; 1: 9-12.
23. Sarnak MJ et al. Circulation. Kidney disease as a risk factor for development of cardiovascular disease: a statement from the American Heart Association Councils on Kidney in Cardiovascular Disease, High Blood Pressure Research, Clinical Cardiology, and Epidemiology and Prevention. 2003; 108(17):2154.
24. Heiwe S, & Jacobson S. H. Exercise training for adults with Chronic Kidney Disease. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2011; 10: 1–386.
25. Hellberg M, Höglund P, Svensson P, Clyne N (2018). Comparing effects of 4 months of two self-administered exercise training programs on physical performance in patients with chronic kidney disease: RENEXC – A randomized controlled trial. *PLoS ONE* 13(12): e0207349.
26. Heiwe S, Tollback A, Clyne N. Twelve weeks of exercise training increases muscle function and walking capacity in elderly predialysis patients and healthy subjects. *Nephron*. 2001; 88:48–56.
27. Roshanravan B, Robinson-Cohen C, Patel KV, Ayers E, Littman AJ, de Boer IH, Izkizler TA, Himmelfarb J, Katznel LI, Kestenbaum B, Seliger S. Association between physical performance and all-cause mortality in CKD. *J Am Soc Nephrol*. 2013 Apr; 24(5):822-30.
28. Hiraki K, Shibagaki Y, Izawa KP, Hotta C, Wakamiya A, Sakurada T, Yasuda T, Kimura K. Effects of home-based exercise on pre-dialysis chronic kidney disease patients: a randomized pilot and feasibility trial. *BMC Nephrol*. 2017 Jun 17; 18(1):198.
29. Bučar Pajek M, Čuk I, Leskošek B, Mlinšek G, Buturović Ponikvar J, Pajek J (2016) Six-Minute Walk Test in Renal Failure Patients: Representative Results, Performance Analysis and Perceived Dyspnea Predictors. *PLoS ONE* 11(3): e0150414.
30. Vanden Wyngaert K, Van Craenenbroeck AH, Van Biesen W, Dhondt A, Tanghe A, Van Ginckel A, et al. (2018). The effects of aerobic exercise on eGFR, blood pressure and VO₂peak in patients with chronic kidney disease stages 3-4: A systematic review and meta-analysis. *PLoS ONE* 13(9).
31. Kalantar-Zadeh K, Rhee CM, Chou J, et al. The obesity paradox in kidney disease: how to reconcile it with obesity management. *Kidney Int Rep* 2017; 2:271-81
32. Chang AR, Grams ME, Ballew SH, Bilo H, Correa A, Evans M, Gutierrez OM, Hosseinpanah F, Iseki K, Kenealy T, Klein B, Kronenberg F, Lee BJ, Li Y, Miura K, Navaneethan SD, Roderick PJ, Valdivielso JM, Visseren FLJ, Zhang L, Gansevoort RT, Hallan SI, Levey AS, Matsushita K, Shalev V, Woodward M; CKD Prognosis Consortium (CKD-PC). Adiposity and risk of decline in glomerular filtration rate: meta-analysis of individual participant data in a global consortium. *BMJ*. 2019 Jan 10; 364:k5301.
33. Chang AR, Grams ME, Ballew SH, Bilo H, Correa A, Evans M, Gutierrez OM, Hosseinpanah F, Iseki K, Kenealy T, Klein B, Kronenberg F, Lee BJ, Li Y, Miura K, Navaneethan SD, Roderick

- PJ, Valdivielso JM, Visseren FLJ, Zhang L, Gansevoort RT, Hallan SI, Levey AS, Matsushita K, Shalev V, Woodward M; CKD Prognosis Consortium (CKD-PC). Adiposity and risk of decline in glomerular filtration rate: meta-analysis of individual participant data in a global consortium. *BMJ*. 2019 Jan 10; 364:k5301.
34. Masajtis-Zagajewska A, Muras K, Nowicki M. Effects of a Structured Physical Activity Program on Habitual Physical Activity and Body Composition in Patients With Chronic Kidney Disease and in Kidney Transplant Recipients. *Exp Clin Transplant*. 2019 Apr; 17(2):155-164.
35. Kirsten L. Johansen, Patricia Painter. Exercise in Individuals with CKD. *Am J Kidney Dis*. 2012 January; 59(1): 126–134.
36. Secretaria de Salud. Guía de Práctica Clínica: Evaluación, diagnóstico y tratamiento de Anemia secundaria a Enfermedad Renal crónica, México 2010.

12. TABLAS Y FIGURAS.

Tabla 1.- “Datos demográficos”.

Tabla 1- “Datos demográficos”.

	Unidades	N	Media	Desv. Desviación
Edad	Años	33	45.15	9.93
IMC	Kg/m2	33	26.34	4.45
TFG_MDRD	mL/min/1.73m2	31	20.52	6.09

Comorbilidades-Frecuencias

		Respuestas	
		N	Porcentaje
Comorbilidades	HTAS	28	31.1%
	DM2	16	17.8%
	Dislipidemia	11	12.2%
	Hiperuricemia	14	15.6%
	Síndrome anémico	5	5.6%
	Insuficiencia venosa	4	4.4%
	Neuropatía	2	2.2%
	Cardiopatía	2	2.2%
	Catarata	2	2.2%
	LES	1	1.1%
	Cáncer renal	1	1.1%
	Glaucoma	1	1.1%
	Hipertiroidismo	1	1.1%
	Retinopatía diabética	1	1.1%
	Trastorno de ansiedad y depresión	1	1.1%
Total		90	100.0%

Fármacos-Frecuencias.

		Respuestas	
		N	Porcentaje
Tipo de Fármacos	Alopurinol	17	13.9%
	IECA	12	9.8%
	Estatina	10	8.2%
	Diurético	11	9.0%
	Insulina	11	9.0%
	ARA 2	8	6.6%
	Bloqueador de Ca	8	6.6%
	Beta bloqueador	6	4.9%

ASA	5	4.1%	
Hipoglucemiante	4	3.3%	
Sulfato ferroso	4	3.3%	
Bicarbonato	4	3.3%	
Pentoxifilina	4	3.3%	
Eritropoyetina	3	2.5%	
Inmunológico	3	2.5%	
Fibratos	2	1.6%	
Suplemento proteico	2	1.6%	
Neuromodulador	2	1.6%	
Esteroides	2	1.6%	
Anticoagulante	1	0.8%	
Ácido fólico	1	0.8%	
Hidroxicloroquina	1	0.8%	
Colchicina	1	0.8%	
Total	122	100.0%	

Etiología-Frecuencias.

		Respuestas N	Porcentaje		
Válido	Hipertensión arterial	10	30.3		
	Diabetes mellitus 2	16	48.5		
	En estudio	2	6.1		
	Lupus	1	3.0		
	Hiperuricemia	3	9.1		
	Glomerulopatía	1	3.0		
	Total	33	100.0		

Tabla 2.- "Valoración funcional".

Tabla 2.- "Valoración funcional".

Variable	Unidad	Inicial (Media + DE)	Final (Media + DE)	Significancia (p)
Distancia (SMW)	m	354.61 ± (49.06)	400.08 ± (53.12)	.007
Porcentaje del valor esperado.	%	62.08 ± (10.23)	69.83 ± (11.23)	.009
Levántate y anda	s	9.54 ± (1.26)	8.64 ± (1.06)	.002
Repetición máxima	Kg	2.52 ± (.85)	3.87 ± (1.18)	.001
Dinamómetro derecho	Kg	23.80 ± (8.18)	25.73 ± (8.38)	.003
Dinamómetro izquierdo	Kg	23.39 ± (8.28)	25.10 ± (8.67)	.023

Examen manual muscular	Escala	Inicial		Final	
		N	Porcentaje	N	Porcentaje
Cuádriceps derecho	3+/5	13	39.4	6	26.1
	4-/5	13	39.4	10	43.5
	4+/5	4	12.1	6	26.1
	5/5	3	9.1	1	4.3
Total		33	100	23	100
Examen manual muscular	Escala	Inicial		Final	
		N	Porcentaje	N	Porcentaje
Cuádriceps izquierdo	3+/5	14	42.4	6	26.1
	4-/5	13	39.4	11	47.8
	4+/5	4	12.1	5	21.7
	5/5	2	6.1	1	4.3
Total		33	100	23	100

Tabla 3.- “Medidas antropométricas”.

Tabla 3.- “Medidas antropométricas”.				
Variable	Unidad	Inicial (Media + DE)	Final (Media + DE)	Significancia (p)
IMC	Kg/m ²	26.69 ± (4.59)	26.04 ± (4.84)	.038
Circunferencia de cintura	cm	94.93 ± (8.76)	95.03 ± (9.16)	.883
Área muscular del brazo	cm ²	50.13 ± (19.01)	51.35 ± (18.65)	.321
Pliegue cutáneo tricipital	mm	14.92 ± (5.02)	14.00 ± (4.94)	.108
Pliegue cutáneo bicipital	mm	6.46 ± (3.26)	6.21 ± (3.07)	.586
Pliegue cutáneo subescapular	mm	17.81 ± (5.05)	17.90 ± (5.56)	.854
Pliegue cutáneo supra ilíaco	mm	19.11 ± (7.53)	18.34 ± (7.20)	.215
Porcentaje de grasa	%	31.41 ± (10.18)	30.46 ± (10.89)	.181
Porcentaje de masa magra	%	68.58 ± (10.18)	69.53 ± (10.89)	.181

IMC interpretado.		Inicial		Final	
		N	Porcentaje	N	Porcentaje
IMC	Sin alteración	12	36.4	9	41.4
	Sobrepeso	15	45.5	10	44.4
	Obesidad	6	18.2	4	17.2
Total		33	100	23	100

Tabla 4.- “Características bioquímicas generales”.

Tabla 4.- “Características bioquímicas generales”.				
Variable	Unidad	Inicial (Media + DE)	Final (Media + DE)	Significancia (p)
TFG (MDRD)	mL/min/1.73m ²	20.07 ± (5.94)	19.62 ± (11.10)	.832
Urea	mg/dL	100.71 ± (39.08)	93.05 ± (33.52)	.119
Creatinina	mg/dL	3.40 ± (1.00)	4.0013 ± (1.99)	.023
Glucosa	mg/dL	100.24 ± (25.87)	107.06 ± (41.13)	.329
Colesterol	mg/dL	200.83 ± (76.45)	194.64 ± (65.89)	.710
Triglicéridos	mg/dL	194.19 ± (82.31)	175.49 ± (82.80)	.320
Hemoglobina	mg/dL	11.59 ± (2.15)	11.12 ± (2.48)	.282
Ácido úrico	mg/dL	6.91 ± (1.36)	6.9318 ± (1.61)	.954
Calcio	mg/dL	9.12 ± (.62)	9.04 ± (.55)	.178
25 Hidroxivitamina D	ng/mL	15.29 ± (6.20)	22.99 ± (9.49)	.001

Tabla 5.- “Frecuencia de inasistencias”.

Tabla 5.- “Frecuencia de inasistencias”.			
Causa de inasistencia		Respuestas	
		N	Porcentaje
	No contacto telefónico	11	61.1%
	Laboral	3	16.7%
	Agudización	2	11.1%
	Ingreso a diálisis	2	11.1%
Total		18	100.0%

Figura 1. Distribución de la etiología (n=33).

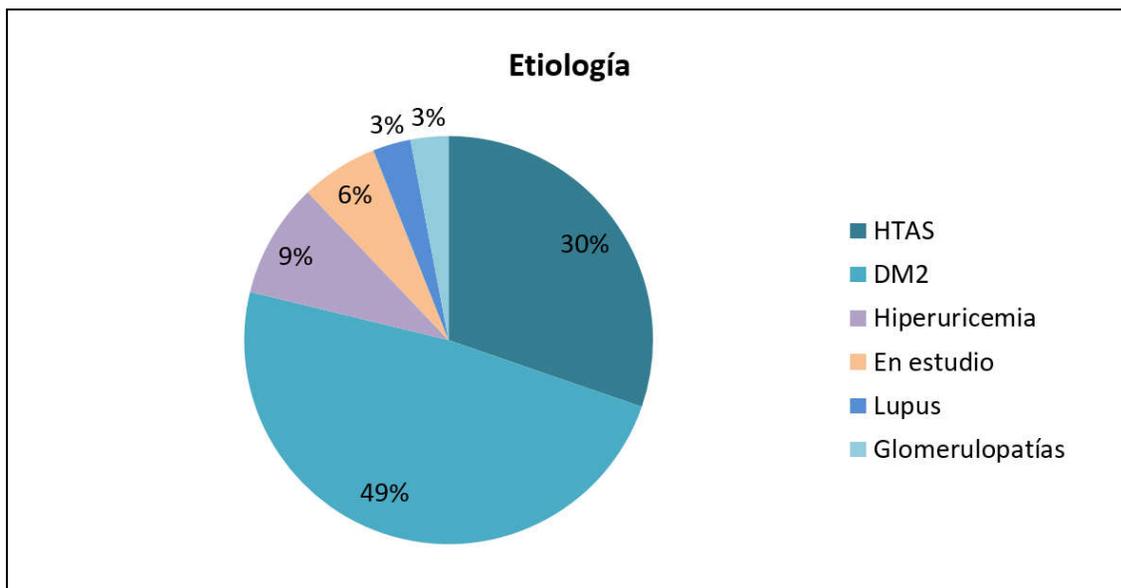


Figura 2. Distribución de las comorbilidades.

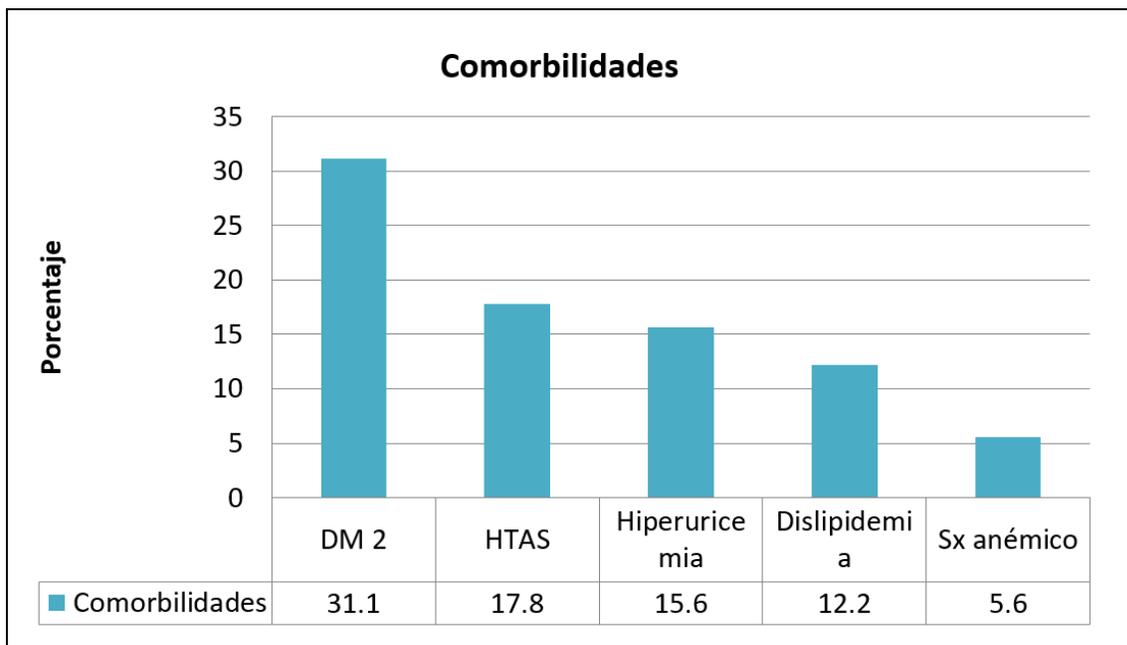


Figura 3. Comparación de medias de la frecuencia cardíaca. Caminata de los 6 minutos.

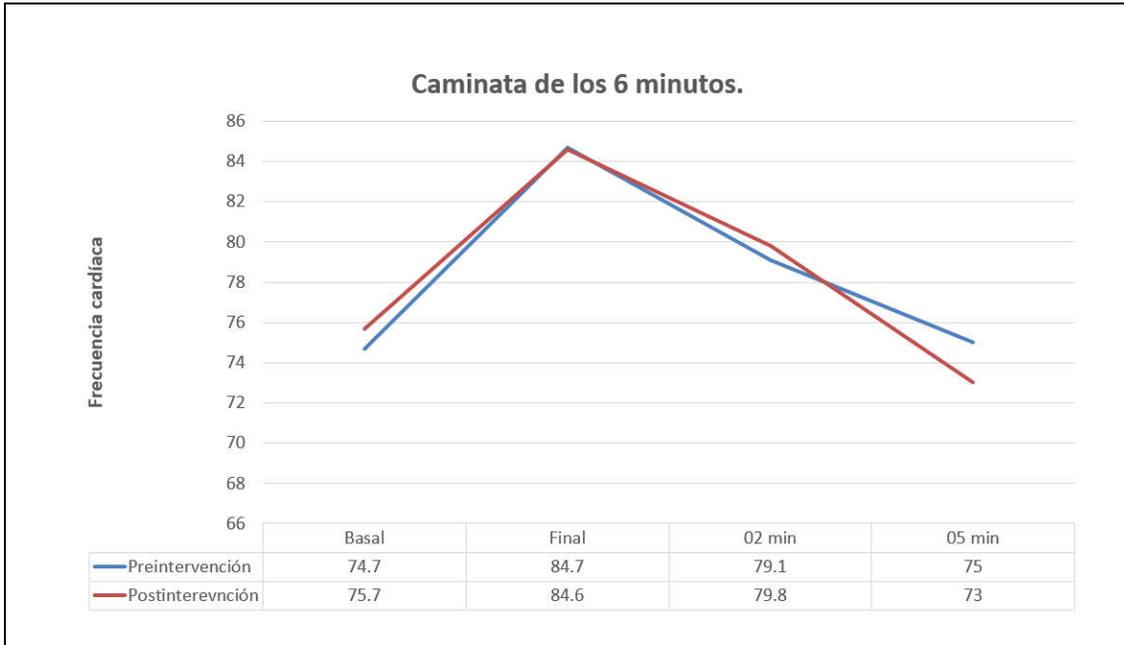


Figura 4. Comparación de medias de la frecuencia respiratoria. Caminata de los 6 minutos.

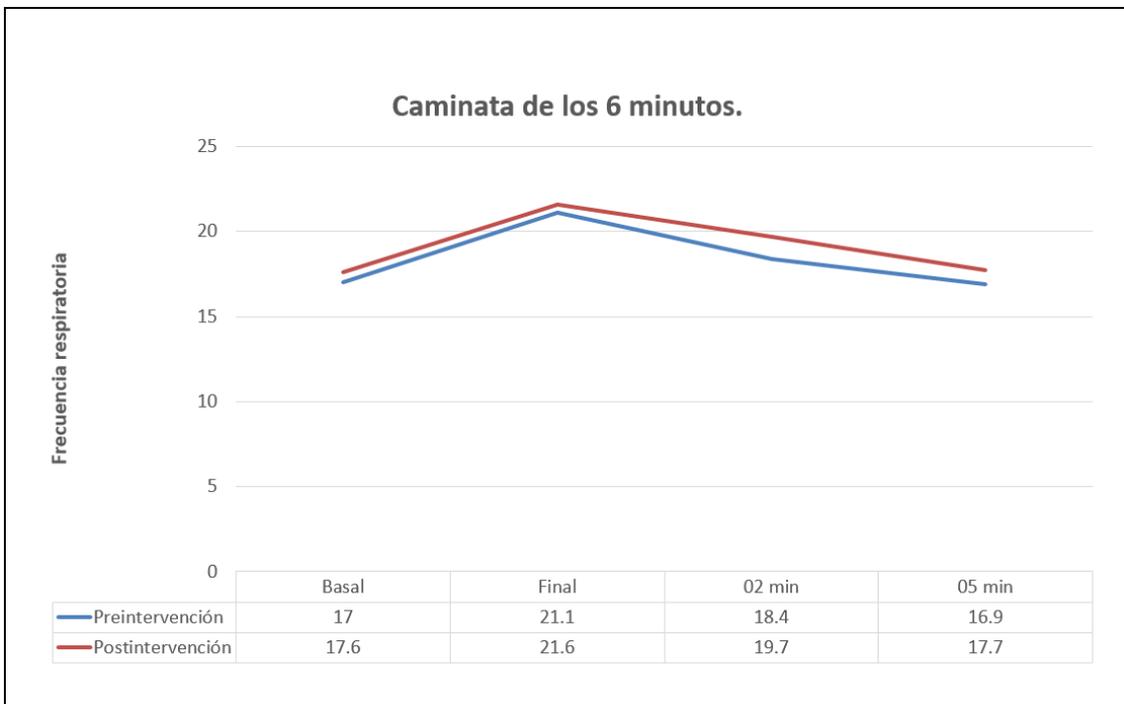


Figura 5. Comparación de medias de la tensión arterial sistólica. Caminata de los 6 minutos.

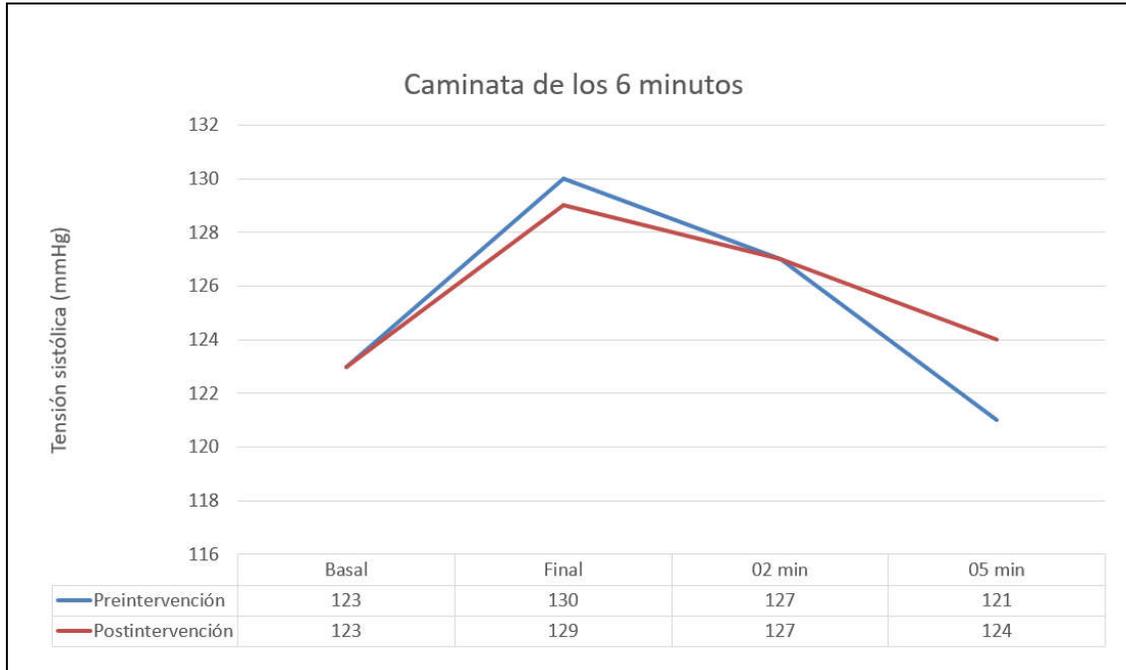


Figura 6. Comparación de medias de la tensión arterial diastólica. Caminata de los 6 minutos.

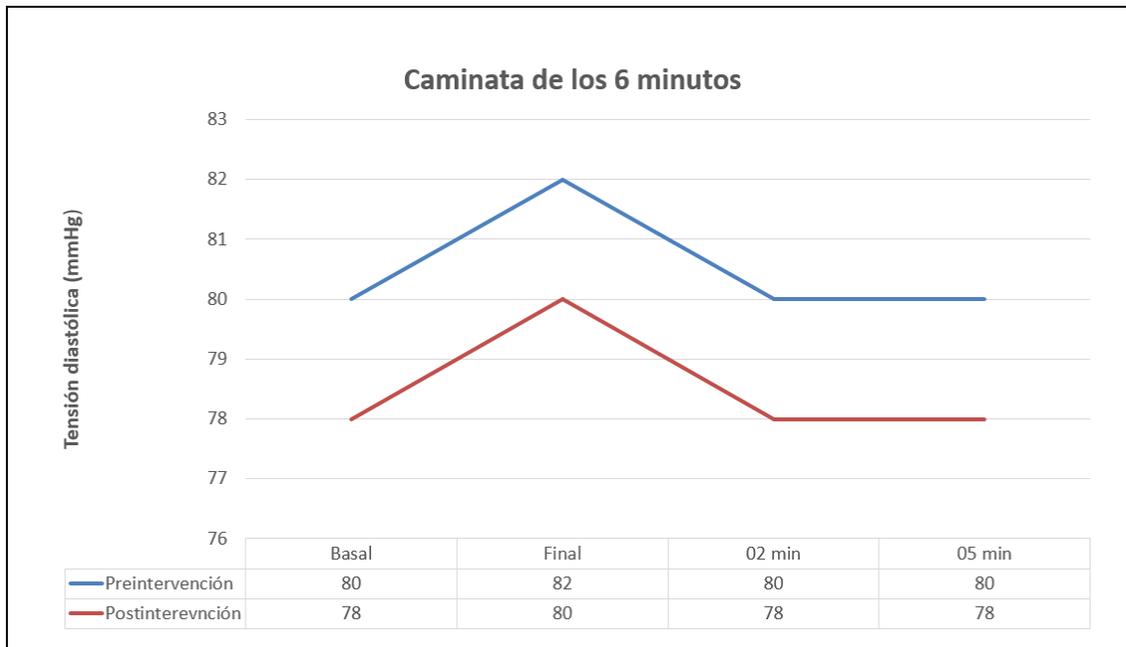


Figura 7. Comparación de medias de la oximetría de pulso. Caminata de los 6 minutos.

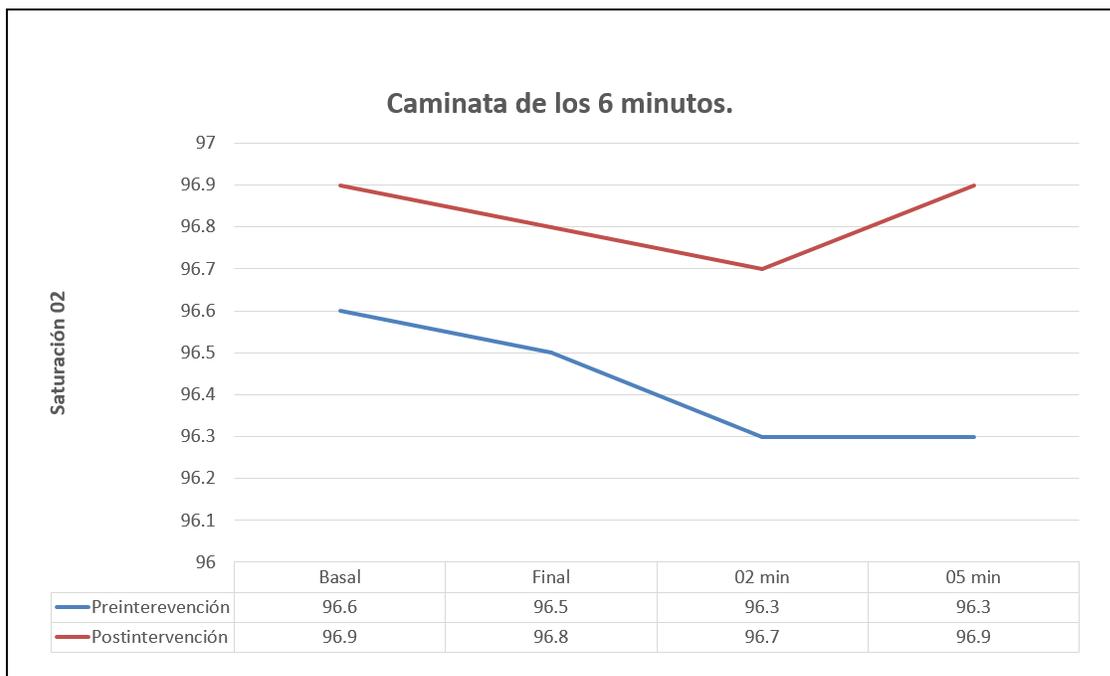


Figura 8. Comparación de medias de la magnitud de la fatiga registrada con la escala de Borg modificada (0-10). Caminata de los 6 minutos.

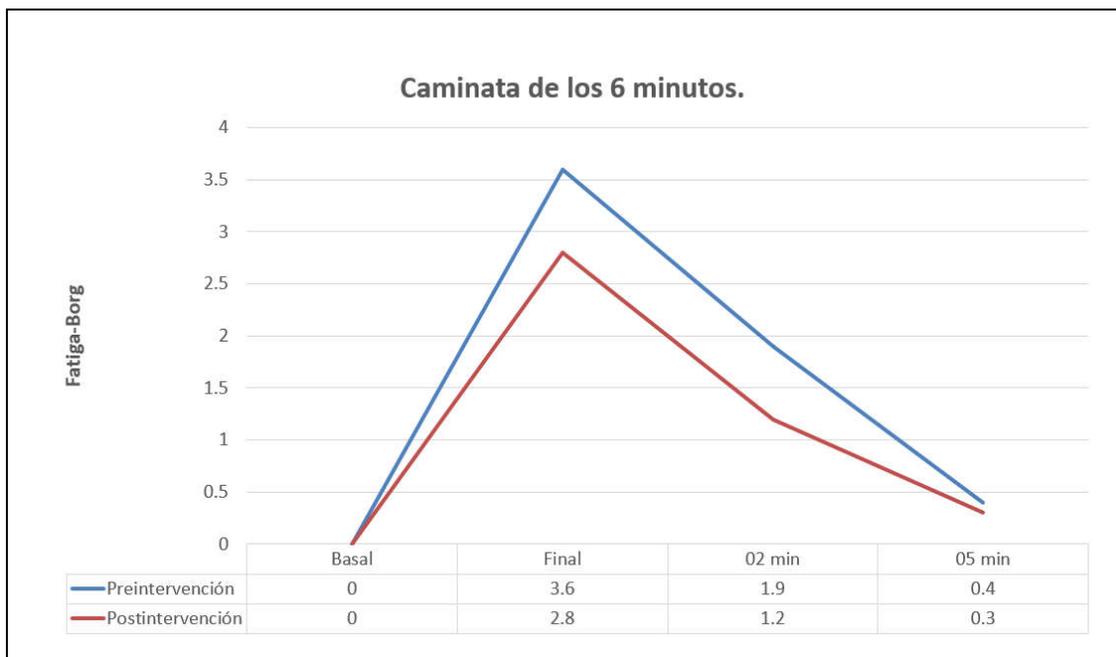


Figura 9. Comparación de medias de la magnitud de la disnea registrada con la escala de Borg modificada (0-10). Caminata de los 6 minutos.

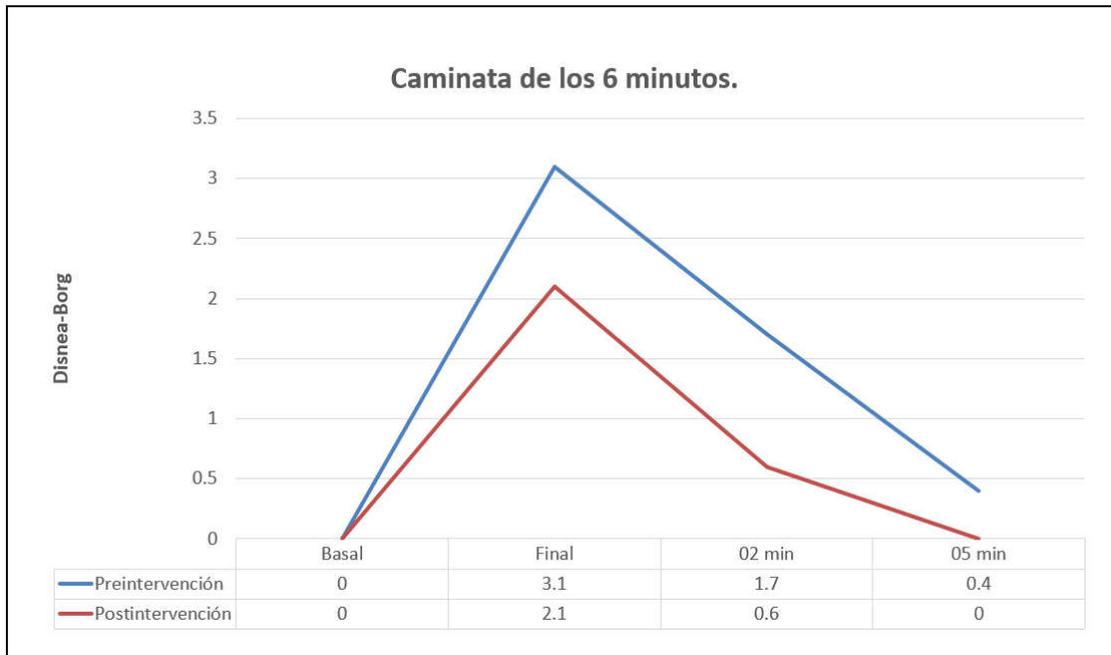


Figura 10. Comparación de frecuencias para el índice de masa corporal.

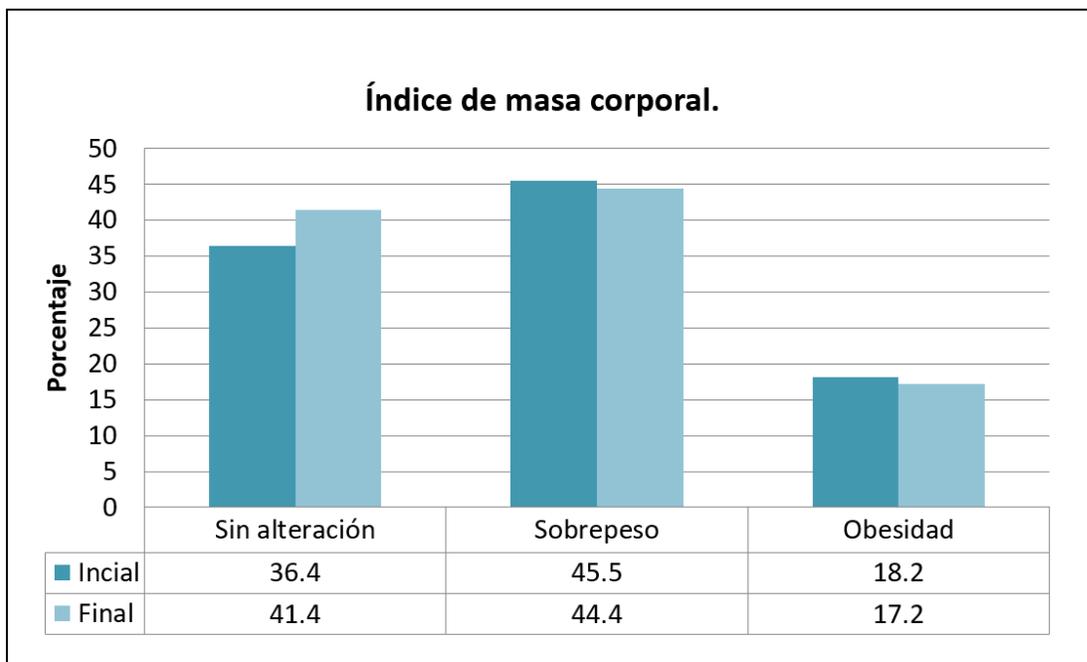


Figura 11. Comparación de frecuencias para el examen manual muscular (EMM) del cuádriceps derecho. Escala Medical Research Council (MRC).

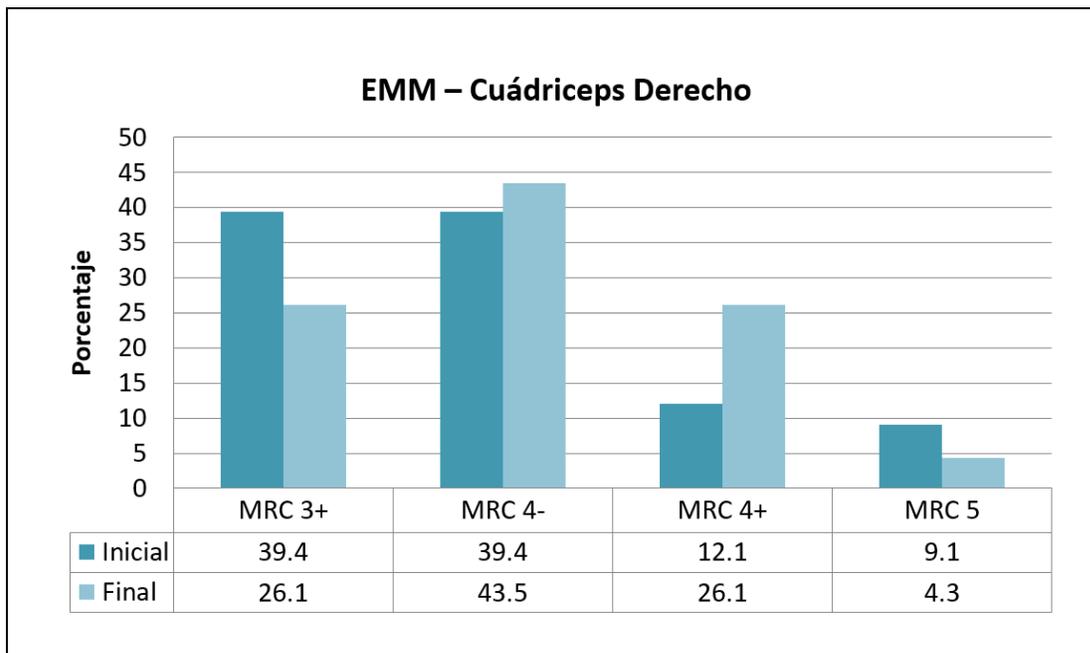


Figura 12. Comparación de frecuencias para el examen manual muscular (EMM) del cuádriceps izquierdo. Escala Medical Research Council (MRC).

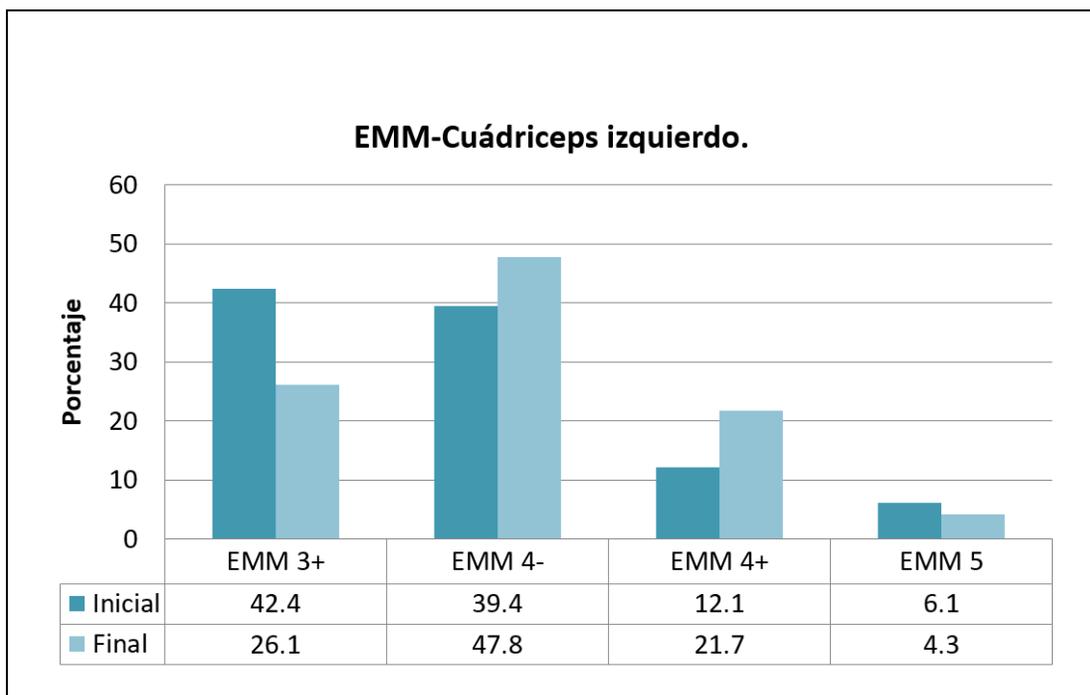


Figura 13. Diagrama de cajas y bigotes. Prueba de caminata de los 6 minutos-Metros recorridos.

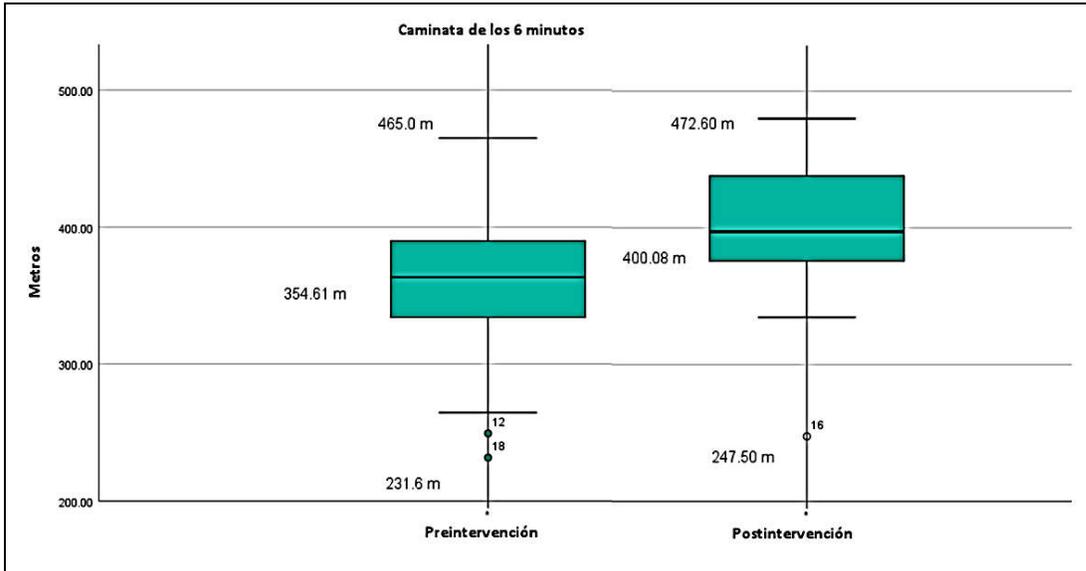


Figura 14. Diagrama de cajas y bigotes. Prueba de caminata de los 6 minutos - Porcentaje del valor esperado, calculado con la ecuación de regresión de Enright.

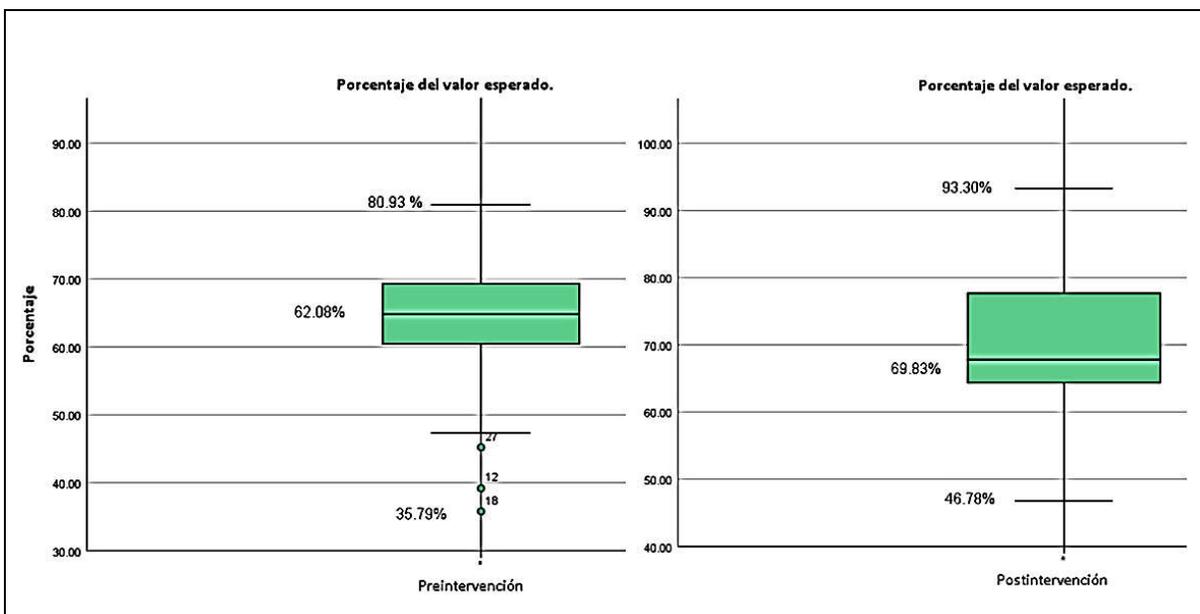


Figura 14. Diagrama de cajas y bigotes. Prueba de levántate y anda (TUAG).

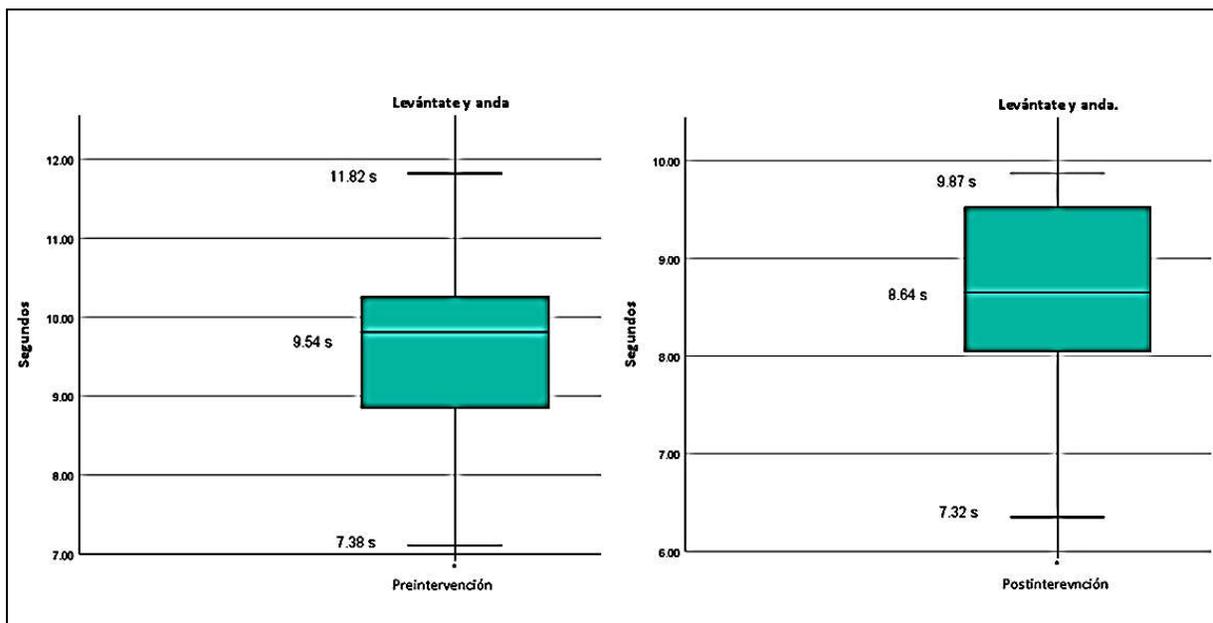


Figura 16. Diagrama de cajas y bigotes. Dinamometría de mano derecha, medido en Kg (Kilogramos).

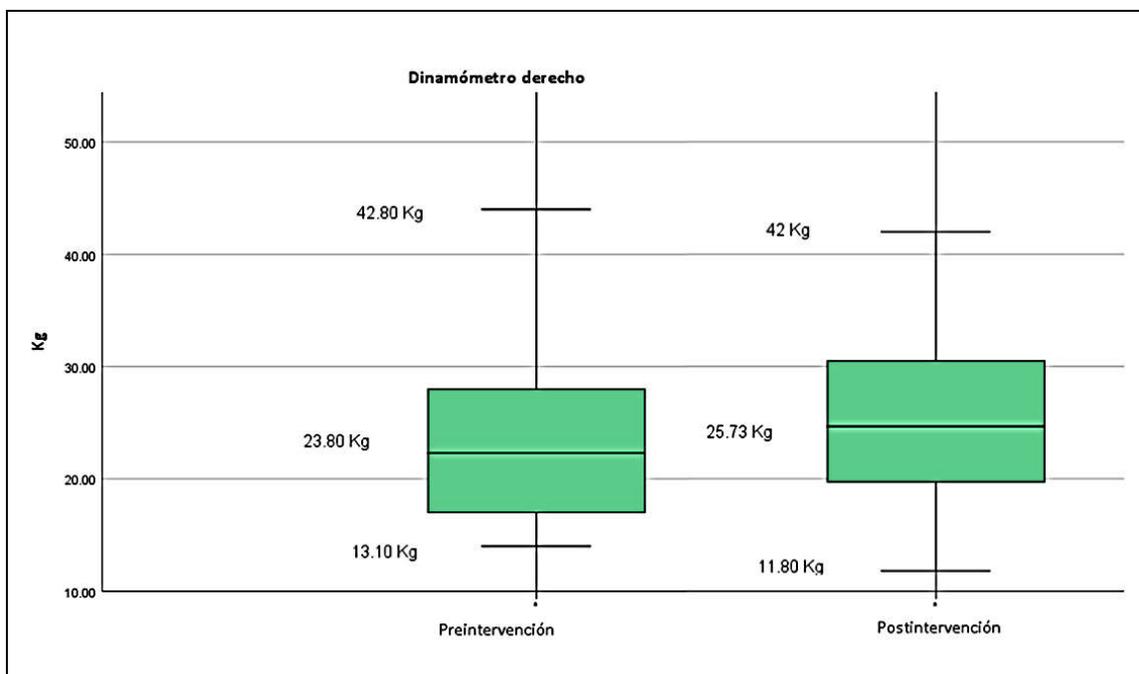


Figura 17. Diagrama de cajas y bigotes. Dinamometría de mano izquierda, medido en Kg (Kilogramos).

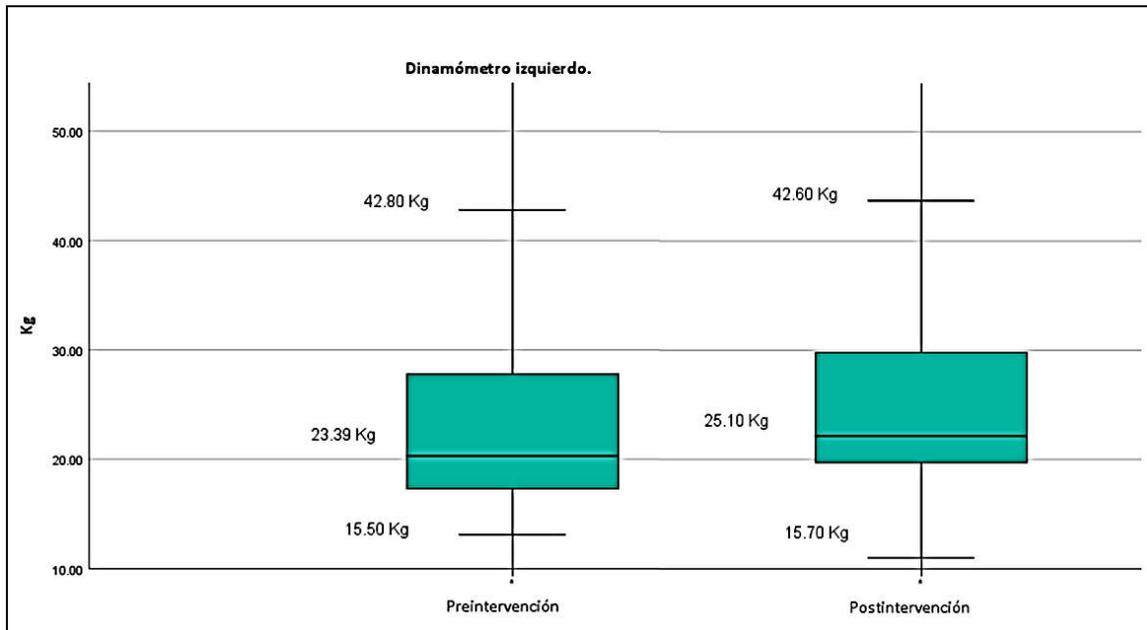
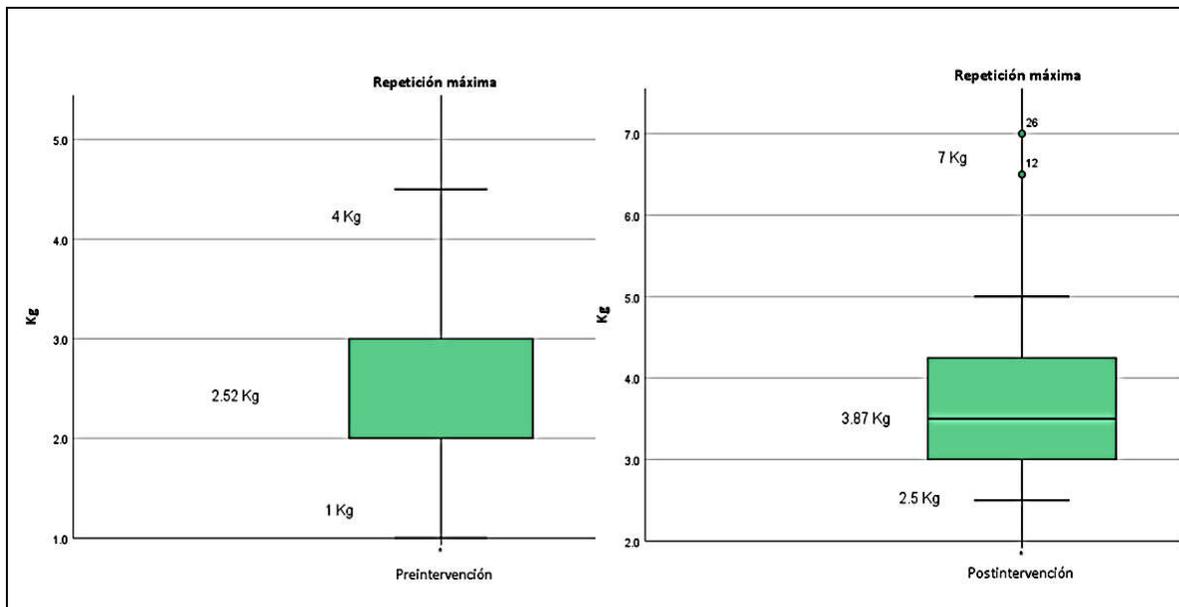


Figura 18. Diagrama de cajas y bigotes. Repetición máxima (RM) expresada en Kg (Kilogramos).



13. ANEXOS

- 13.1 Hoja de recolección de datos para pruebas de valoración funcional.

Caminata de los seis minutos.

Indicaciones escritas para los pacientes test de caminata en 6 min

De preferencia venga acompañado
No haga ejercicio durante **2 horas** antes de su examen
 Mantenga sus **medicamentos habituales**
Coma y tome algo **liviano** en su horario habitual
 Venga con **ropa liviana y zapatos cómodos** para caminar

PRUEBA DE CAMINATA DE 6 MINUTOS

Nombre: _____ ECU: _____
 Diagnóstico: _____ Fecha: _____
 Edad: _____ años Estatura: _____ cm Peso: _____ kg
 Presión sanguínea: _____ / _____ mmHg
 Medicamentos tomados antes del examen: _____
 Oxígeno suplementario durante el examen: NO: _____ SI: _____ L/min.

	Basal	Final	2 minutos	5 minutos	Vueltas de 15 m (Paloteo)	Distancia Total (Metros).	
FC							
FR							
O2							
T/A							Se detuvo antes de los 6 minutos: Si/No
Fatiga							
Disnea							
Hora: _____							

Escala de Borg Modificada

0	NADA
0,5	MUY, MUY LEVE
1	MUY LEVE
2	LEVE
3	MODERADO
4	ALGO INTENSO
5	INTENSO
6	
7	MUY INTENSO
8	
9	
10	MUY, MUY INTENSO

Estandarización del estímulo durante el examen

El estímulo aumenta significativamente la distancia recorrida. Para lograr buena reproducibilidad del examen este estímulo debe estar estandarizado y debe ser realizado siempre igual.

1. Al iniciar el examen se debe decir al paciente que lo está haciendo “muy bien”.
2. Al completar 1 minuto se le debe decir: “lo está haciendo bien, le quedan 5 minutos”.
3. Al completar 2 minutos se le debe decir: “siga haciéndolo bien, le quedan 4 minutos”.
4. Al completar 3 minutos se le debe decir: “lo está haciendo bien, ha completado la mitad del tiempo”.
5. Al completar 4 minutos se le debe decir: “siga haciéndolo bien, le quedan sólo 2 minutos”.
6. Al completar 5 minutos se le debe decir: “lo está haciendo bien, le queda sólo 1 minuto”.
7. Si el paciente se detiene durante el examen y necesita descansar, se le debe decir: “puede apoyarse contra la pared si lo desea; continúe caminando en cuanto se sienta capaz de hacerlo”.
8. Cuando falten 15 segundos se le debe decir: “en un momento le voy a indicar que se detenga donde esté, yo iré hasta donde usted se detuvo”.
9. Al finalizar el examen se debe registrar al igual que al inicio la magnitud de la disnea y de fatiga de extremidades inferiores según la escala de Borg, cuidando de no influenciar el resultado.
10. Al finalizar la prueba es importante felicitar al paciente por su esfuerzo. No debe quedar con una mala experiencia después del examen.
11. Mientras el paciente descansa sentado, médale la frecuencia cardíaca, la frecuencia respiratoria, la SpO₂, la presión arterial, a los 2 y a los 5 min de terminada la caminata.

Anexo 6. Valores de referencia para distancia caminada en 6 min

- Ecuación de regresión de Troosters²⁵
 Hombre: $218 + (5,14 \times \text{talla}_{\text{cm}} - 5,32 \times \text{edad}^*) - (1,8 \times \text{peso}_{\text{kg}} + 51,31)$
 Mujer: $218 + (5,14 \times \text{talla}_{\text{cm}} - 5,32 \times \text{edad}^*) - (1,8 \times \text{peso}_{\text{kg}})$
- Ecuación de regresión de Enright²⁶
 Hombre : $(7,57 \times \text{talla}_{\text{cm}}) - (5,02 \times \text{edad}^*) - (1,76 \times \text{peso}_{\text{kg}}) - 309 \text{ m}$
 LIN = (valor de referencia - 153 m)
 Mujer : $(2,11 \times \text{talla}_{\text{cm}}) - (5,78 \times \text{edad}^*) - (2,29 \times \text{peso}_{\text{kg}}) + 667 \text{ m}$
 LIN = (valor de referencia - 139 m)

*Edad: en años

	% Teórico	Valor Teórico*	LIN**
METROS CAMINADOS EN 6 min:	_____	_____	_____

Tomado de Gutierrez-Clavería, Beroiza W. Prueba de caminata de seis minutos. Rev Chil Enf Respir 2009; 25: 15-24.

Prueba de Levántate y anda (TUAG).

El paciente parte de la posición sedente y debe levantarse, caminar 3 metros, volver y retornar a la posición de sentado. Se cronometra el tiempo que tarda en realizar las indicaciones. Esto se realizará tres veces y se promediará el tiempo. Un tiempo mayor de 20 segundos implica alto riesgo de caídas.

Levante y anda	Tiempo	
Prueba 1		
Prueba 2		
Prueba 3		
		Promedio:

Medición de la fuerza con examen manual muscular.

-Extremidades inferiores: Paciente en posición sedente, realizará la máxima fuerza posible. Se le pedirá que extienda la rodilla. Se valorará principalmente la fuerza del músculo cuádriceps.

Medición de la fuerza con dinamómetro de mano.

-Extremidades superiores: Paciente en bipedestación con aducción de hombro, flexión de codo a 90° y muñeca en posición neutra; realizará la máxima fuerza posible contra el dinamómetro en una única ocasión. Se le pedirá tome el aparato con su mano y lo presione.

	Derecha	Izquierda
Superior (Kg)		
Inferior (Escala de MRC)		

Medición de la repetición máxima (RM).

Se le indicará al paciente levante la mayor cantidad de peso que estima puede tolerar y se le pedirá, realice 10 repeticiones (1 serie), en caso de no mostrar fatiga se incrementará la carga de peso al doble hasta que el paciente no logre realizar una serie completa.

RM 1:

RM 2:

RM3:

RM final:

Frecuencia cardiaca máxima mediante la fórmula de Astrand y Rhyming: (Fc max= 220-edad en años).

FC máxima:

- **13.2 Programa de ejercicio.**

Los pacientes ingresaran a un programa de ejercicio durante 12 semanas a cargo de un médico residente en Medicina de Rehabilitación. El programa se llevará a cabo en el servicio de Medicina de Rehabilitación, 3 veces por semana con una duración de 50 minutos por sesión.

El programa consiste en 3 fases: calentamiento, fortalecimiento y recuperación.

-Fase de calentamiento:

Tendrá una duración de 19 minutos, dividido en:

a) Ejercicios cardiovasculares 7 minutos:

a.1 Caminata con flexo-extensión de hombro y codo en extensión de forma alternada. 1 minuto

a.2 Caminata con circunducción de hombro y codo en extensión. De forma simultánea. 1 minuto

a.3 Rotaciones de tronco con hombro en abducción a 90º y flexión de codo a 90º. 1 minuto

a.4 Trotar con pasos laterales. 1 minuto

a.5 Caminata de 4 pasos alternada con 4 saltos pequeños. 1 minuto

a.6 Eskipping: elevación alterna de rodillas. 1 minuto

a.7 Contraeskiing: talón a glúteos de forma alterna. 1 minuto

b) Movilización articular 3 minutos

b.1 Flexo-extensión cervical. 10 repeticiones

b.2 Circunducción cervical. 10 repeticiones

- b.3 Circunducción de cintura escapular, bilateral. 10 repeticiones
- b.4 Circunducción de hombro en abducción codo en extensión, bilateral. 10 repeticiones
- b.5 Flexo-extensión de codos bilateral. 10 repeticiones
- b.6 Circunducción de muñeca bilateral. 10 repeticiones
- b.7 Circunducción pélvica. 10 repeticiones
- b.8 Flexiones laterales de tronco bilateral alternadas. 10 repeticiones
- b.9 Flexo-extensión de cadera con flexo-extensión de rodilla. 10 repeticiones. Repetir del lado contralateral.
- b.10 Circunducción de cadera con rodilla en extensión. 10 repeticiones. Repetir del lado contralateral.

c) Estiramientos activos 9 minutos.

- c.1 Manos por detrás de la cabeza por encima de la nuca, llevarla hacia abajo, sin mover el tronco, intentando tocar con la barbilla el pecho. Mantener la posición 30 segundos. 3 repeticiones. 5 segundos de descanso entre cada repetición.
- c.2 Inclinar la cabeza lateralmente, ayudado con la mano; llevarla hacia abajo, sin mover el tronco; descenso de hombro. Mantener la posición 30 segundos. 3 repeticiones. 5 segundos de descanso entre cada repetición.
- c.3 Hombro en flexión a 90º, codo y muñeca en extensión. Sostener la extensión de muñeca con la mano contralateral por 30 segundos. 3 repeticiones. 5 segundos de descanso entre cada repetición. Repetir en el lado contralateral.
- c.4 Llevar la mano al hombro contralateral, elevar el codo a la altura de hombro, sujetar el codo con el brazo contralateral y jalar. Mantener la posición 30 segundos. 3 repeticiones. 5 segundos de descanso entre cada repetición. Repetir en el lado contralateral.
- c.5 Tomar el pie con la mano del lado homolateral, flexionando la rodilla, jalar hacia arriba. Mantener la posición 30 segundos. 3 repeticiones. 5 segundos de descanso entre cada repetición. Repetir en el lado contralateral.
- c.6 Sedestación, apoyar un talón con rodilla en extensión, realizar flexión de tronco intentando tocar con las manos la punta del pie. Mantener la posición 30 segundos. 3 repeticiones. 5 segundos de descanso entre cada repetición. Repetir en el lado contralateral.

Fase de fortalecimiento (duración 30 min)

Una vez que el paciente haya concluido su periodo de calentamiento de 19 min, iniciará la fase de fortalecimiento, la cual consiste en 6 ejercicios los cuales se realizarán junto con bandas de resistencia progresiva, todos los ejercicios consistirán en 3 series por 8 repeticiones.

- a) Retracción escapular: Movilizadores primarios romboides y trapecio medio. El paciente se encuentra en bipedestación con los hombros neutros y codos flexionados a 90 grados, tomara contacto de ambos extremos de la banda elástica, la cual ya debe de estar sujeta a una estructura firme. Se realizará el movimiento de retracción escapular haciendo una contracción muscular los romboides y trapecio medio.

- b) Protracción escapular:** Paciente en bipedestación, colocara la banda elástica de posterior a anterior a la altura de los omoplatos, pasando por ambas axilas, el paciente tomara un contacto en ambos extremos de la banda elástica y colocara sus hombros en una flexión de 20 grados y una flexión de codo de 90 grados.
El ejercicio consiste en realizar una extensión de codo a 0 grados y una flexión de hombro a 90 grados, contrayendo tríceps, deltoides anterior y serrato anterior.
- c) Depresión escapular junto a abducción de hombro:** Paciente en bipedestación, miembros inferiores a la altura de los hombros, se pisará la liga con ambos pies para crear resistencia, el extremo de la liga del pie derecho tomara contacto con la mano izquierda y el extremo de la liga del pie izquierdo tomará contacto con la mano derecha, de modo que se realice un entrecruzamiento.
El paciente permanece sujetando la liga, codos a 90 grados y hombros en posición neutra.
El ejercicio consiste en realizar una abducción de hombro a 120 grados, seguido de una extensión de codos, contrayendo deltoides medio, trapecio fibras descendentes, fibras ascendentes y dorsal ancho.
- d) Flexión de codo:** Paciente en bipedestación, un pie adelante el cual pisara la banda elástica para hacer resistencia, ambas manos toman contacto de cada extremo de la banda elástica, codos en posición de 90 grados y hombros en posición neutra. El ejercicio consiste en realizar flexión de codo haciendo una contracción de Bíceps braquial, Braquial anterior y flexores de muñeca.
- e) Abducción de hombro:** Paciente en bipedestación, ambos pies pisan la banda elástica, mano toma contacto con el extremo de la banda elástica. Hombro, codo, muñeca y mano en posición neutra, el ejercicio consiste en realizar una abducción de hombro de 90 grados, contrayendo los músculos deltoides medio, supra espinoso.
- f) Sentadillas:** Paciente en bipedestación se amarrar la banda elástica atreves del tercio medio de ambos cuádriceps. El ejercicio consiste en realizar una abertura de miembros inferiores a la altura de hombros, seguido de una flexión de cadera y rodillas a 90 grados.

Para calcular la banda adecuada de cada paciente se utilizará la resistencia máxima y la valoración del esfuerzo percibido (RPE) del 0 al 10.

Resistencia en kg

		Amarillo	Rojo	Verde	Azul	Negro	Plata	Oro
Porcentaje de elongación	25 %	0,5	0,7	0,9	1,3	1,6	2,3	3,6
	50 %	0,8	1,2	1,5	2,1	2,9	3,9	6,3
	75 %	1,1	1,5	1,9	2,7	3,7	5,0	8,2
	100 %	1,3	1,8	2,3	3,2	4,4	6,0	9,8
	125 %	1,5	2,0	2,6	3,7	5,0	6,9	11,2
	150 %	1,8	2,2	3,0	4,1	5,6	7,8	12,5
	175 %	2,0	2,5	3,3	4,6	6,1	8,6	13,8
	200 %	2,2	2,7	3,6	5,0	6,7	9,5	15,2
	225 %	2,4	2,9	4,0	5,5	7,4	10,5	16,6
	250 %	2,6	3,2	4,4	6,0	8,0	11,5	18,2

Traducido de <http://www.theraband.com/theraband-professional-non-latex-resistance-bands-sets.html>

Se realizará el examen manual muscular de cada paciente antes de comenzar cada microciclo compuesto por 4 semanas.

Cuando se tenga la liga adecuada de cada paciente, se comenzará por realizar cada uno de los ejercicios comenzando por retracción escapular, protracción escapular, depresión escapular junto a abducción de hombro, flexión de codo, abducción de hombro y sentadillas.

Fijación de planes de tiempo:

- Unidad de entrenamiento: 3 sesiones por semana, las cargas serian lunes y viernes de igual intensidad y la del miércoles un 10 -15 % menor.
- Microciclo: 4 semanas con un total de 12 sesiones.
- Meso ciclo: 12 semanas con un total de 36 sesiones.

Mesociclo	40%	60%	70%	80%	Intensidad
	1 2 3 4	5 6 7 8	9 10	11 12	Semanas
Microciclo	10% 10%	5% 5%	10%	Valoración final	Intensidad
	Periodo preparatorio				

Intensidad:

- El primer micro ciclo será conformado por las primeras 4 semanas, en el cual se trabajará a una intensidad del 40 %.

- Incremento de 10% de intensidad en el ejercicio cada 2 semanas del primer microciclo para completar 20% al término.
- Al término del primer microciclo de 4 semanas se realizará una revaloración con la resistencia máxima, el examen manual muscular y se realizará una valoración del esfuerzo percibido.
- De acuerdo con los resultados obtenidos, el inicio de la primera semana del segundo microciclo será a 60% de la RM.
- Incremento de 5 % de intensidad en el ejercicio cada 2 semanas del segundo microciclo para completar 10% al término
- Al término del segundo microciclo de 4 semanas se realizará una revaloración con la resistencia máxima, el examen manual muscular y se realizará una valoración del esfuerzo percibido.
- De acuerdo con los resultados obtenidos, el inicio de la primera semana del tercer y último microciclo será al 70% con un aumento del 10 % al término de la segunda semana del tercer mico ciclo.
- Al término del tercer microciclo de 4 semanas se realizará una revaloración con la resistencia máxima, el examen manual muscular y se realizará una valoración del esfuerzo percibido.

Fase de recuperación:

Respiraciones de recuperación, 5 segundos de inspiración y 5 segundos de expiración: 1 minuto.

13.4 Consentimiento informado.

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Usted ha sido invitado a participar en un estudio de investigación médica conducido por los investigadores: Dr. Rafael Valdez Ortiz y M. en C. Ma. Guadalupe Olvera Soto del servicio de Nefrología, 105-B del Hospital General de México “Dr. Eduardo Liceaga”.

Iniciales del participante: _____. Código de reclutamiento: _____.

El estudio tendrá una duración de doce semanas, en el cual se le asignará por sorteo a alguno de los dos grupos de estudio, uno con la ingestión de cápsulas con ingrediente activo (vitamina D) y el otro con capsulas sin sustancia activa “placebo”, cabe mencionar que la ingestión de Vitamina D, hasta el momento no se ha asociado con ningún riesgo para la salud. Su participación en el presente estudio incluye la valoración de su estado de nutrición al inicio y al final del estudio, la toma de tres muestras de sangre (10 mililitros por medición), además de asistir al Hospital General de México tres días a la semana, durante una hora cada día mientras dure el estudio, para realizar ejercicio de resistencia el cual se realiza con la ayuda de ligas y pequeñas pesas de medio kilogramo en manos y/o piernas.

Antes de decidir si participa o no participa, debe conocer y comprender cada uno de los siguientes apartados. Este proceso se conoce como consentimiento informado. Siéntase con absoluta libertad para preguntar sobre cualquier aspecto que le ayude a aclarar sus dudas al respecto. Una vez que haya comprendido el estudio y si usted desea participar, entonces se le pedirá que firme esta forma de consentimiento, de la cual se le entregará una copia firmada y fechada.

Justificación del estudio:

Es frecuente que los pacientes con Enfermedad Renal Crónica, presenten diversas complicaciones secundarias a la misma, como lo es la desnutrición y la deficiencia de vitamina D. cabe mencionar que el estado nutricional por sí mismo es considerado como un predictor de sobrevida en estos pacientes.

En este sentido se ha observado que el consumo de vitamina D contribuye al incremento en el tamaño de los músculos en personas sanas, por lo que se considera que al mejorar las concentraciones séricas de vitamina D en los pacientes con enfermedad renal crónica se mejorará la reserva muscular. Por otro lado se ha confirmado que el ejercicio de resistencia como parte del tratamiento para la desnutrición, aumenta las reservas musculares, favoreciendo la preservación y mejora del estado de nutrición en estos pacientes.

Considerando lo anterior, se prevé que la aplicación de un tratamiento conjunto integrado por ejercicio de resistencia y administración de vitamina D, con el objetivo de mejorar las concentraciones séricas de esta, resultaran en una mejoría en el estado de nutrición de los pacientes

con enfermedad renal crónica con poca función del riñón (aproximadamente menor al 29 % de su función habitual), y una disminución de sus complicaciones.

Objetivo del estudio:

El objetivo del presente estudio consiste en evaluar el efecto que tiene el realizar ejercicio de resistencia en combinación con la ingestión de 1000 UI de vitamina D en el estado de nutrición, de pacientes con enfermedad renal crónica con poca función del riñón. Usted formará parte de uno de los dos grupos de estudio, sin que sea posible saber a qué grupo pertenecerá hasta el final del estudio

Procedimientos del estudio:

En caso de aceptar participar en el estudio, se le realizarán los siguientes procedimientos:

1.- Valoración clínica, la cual incluye exploración física habitual con toma de signos vitales, evaluación del estado de nutrición mediante cuestionarios de ingesta dietética y medición rutinaria de peso, talla, pliegues cutáneos e impedancia, estas evaluaciones no producen dolor ni malestar y toma de muestra sanguínea: 10 mililitros, para la medición de la vitamina D en su cuerpo, la primera se tomará en la segunda visita, la segunda a las seis semanas y la tercera muestra de sangre en la semana número doce, esto se realizará en el Hospital General de México, en el área de nefrología. Estas mediciones y consultas no tienen costo para usted.

2.- Aleatorización a alguno de los dos grupos de tratamiento; esto quiere decir que será asignado por azar, a alguno de los grupos con ejercicio de resistencia: el primero con la toma de cápsulas que contienen el ingrediente activo (vitamina D) o al segundo grupo, al cual se le darán cápsulas similares pero sin el ingrediente activo (placebo). Las cápsulas proporcionadas en este estudio, para ambos grupos, no tienen costo para usted.

3.- En cualquiera de los dos grupos, usted deberá comprometerse a acudir tres días de los siete días de la semana al Hospital General de México, en donde los profesionales de la salud especializados en rehabilitación, le darán el entrenamiento, la rutina y el asesoramiento para realizar el ejercicio de resistencia, en el servicio de rehabilitación física, con una duración de 60 minutos cada sesión, con un total de 36 sesiones, distribuidas en 12 semanas. Las sesiones de ejercicio que se le proporcionarán no tienen costo para usted.

4.- A ambos grupos se les entregará una hoja de registro de alimentos, por lo que se le capacitará para el llenado de la misma, en la hoja de registro de alimentos, usted deberá anotar lo que ha comido en los tres días previos a asistir a sus valoraciones, con el propósito de que los investigadores conozcan su ingesta aproximada de kilocalorías y de proteínas al día, pues de dicha ingesta depende también el estado de nutrición.

5.- Las dos intervenciones en este estudio, es decir, la intervención con ejercicio y la intervención con vitamina D, son seguras y no se han reportado eventos adversos serios en estudios previos, sin embargo, por ser un estudio de tipo experimental, es un estudio con riesgo mayor al mínimo para

el paciente, por lo tanto cualquier malestar o complicación que usted presente debe ser reportada al grupo de investigadores. En caso de que usted decida abandonar el estudio, lo puede hacer en el momento que así lo desee, sin que se le limite o condicione la atención y el servicio de salud al que tiene derecho.

6.- El seguimiento del estudio tiene una duración de 12 semanas, no representa dolor, pero si esfuerzo ligero y de bajo impacto para realizar el ejercicio de resistencia, así como también para acudir al Hospital General de México tres de los siete días de la semana, hasta completar las 36 sesiones, distribuidas en 12 semanas, si usted ahora decide participar y en el seguimiento del estudio decide abandonar el estudio, como se ha mencionado en el punto cinco, puede abandonar el estudio en el momento que así lo desee, sin que esto tenga alguna implicación negativa en la atención médica que recibe por parte del Hospital General.

Riesgos y molestias potenciales:

Su participación en este estudio de tipo experimental, por ser un ensayo clínico aleatorizado, se considera un estudio con un riesgo mayor al mínimo, lo cual quiere decir que le puede tocar o no la pastilla con la vitamina D y que esto se asignará al azar (en un volado), también quiere decir que usted puede sufrir algún tipo de reacción o efecto por la toma de las pastillas, entre algunos de estos riesgos se encuentra la debilidad: sentirse cansado o con sueño, tener dolor de cabeza, náuseas o vómito, en caso de sentir lo antes mencionado, usted deberá avisar al grupo de investigadores y se suspenderá la toma de la pastilla.

Beneficios posibles para los participantes del estudio:

En estudios realizados anteriormente, donde se ha complementado con vitamina D, así como también en los que se ha utilizado ejercicio de resistencia se ha observado que ambas intervenciones de forma individual, mejoran el tamaño de los músculos, lo cual tiene efecto positivo en el estado de nutrición, este estudio ayudará a conocer de manera clara, es decir confirmar o no confirmar, si aplicar ejercicio de resistencia y tomar vitamina D de manera conjunta, tiene beneficios mayores en la reserva muscular y el estado de nutrición, con lo cual en el futuro quizá se beneficie a usted y otros pacientes con enfermedad renal crónica, en las mismas condiciones.

Alternativas a su participación:

Usted puede elegir **NO** participar en el estudio.

Aclaraciones:

- La decisión de participar en el estudio es completamente voluntaria y personal
- No habrá ninguna consecuencia desfavorable para usted en caso de no aceptar la invitación
- Si decide participar y en el transcurso del estudio desea retirarse, lo puede hacer, pudiendo informar o no, su decisión será respetada.

- No tendrá gasto extra alguno durante el estudio, es decir, no se le pedirá realizar pagos extras ó comprar algún material.
- En el transcurso del estudio usted puede solicitar información actualizada sobre el mismo a la investigadora responsable M. En C. Ma. Guadalupe Olvera Soto o al Dr. Rafael Valdez Ortiz.
- Toda información obtenida y proporcionada por usted se mantendrá con estricta confidencialidad por el grupo de investigadores.
- Cualquier duda está en la libertad de preguntar al investigador principal Dr. Rafael Valdez Ortiz.

Declaración de los investigadores:

Usted puede solicitar una segunda opinión acerca de la atención que recibe a otro médico no relacionado con el proyecto, antes o durante su incorporación al estudio. No tiene obligación para participar en este u otros estudios que lleven a cabo su médico ó nutrióloga tratante.

Pago por su participación:

Todos los procedimientos del estudio no tienen costo para los participantes, con lo cual usted no realizará ningún desembolso económico de su parte, pero tampoco se le dará remuneración alguna por su participación.

Posibles productos comerciales derivables del estudio: Éste estudio no genera ningún producto comercial, la vitamina D que se utilizará es un complemento ya utilizada y comercializada de manera rutinaria.

Información acerca del estudio:

Cualquier duda, aclaración y/o decisión se podrá comunicar con la M. en C. Ma. Guadalupe Olvera Soto al (044)5529061207 o con el Dr. Rafael Valdez Ortiz al (044) 5521285063.

Obligaciones financieras:

No se cargará costo alguno a usted o su compañía de seguros por su participación en el estudio.

Cuidados en caso de urgencia y compensaciones por daños relacionados a su participación en el estudio:

Este estudio no genera ningún tipo de daño que hasta el momento se haya reportado en la comunidad científica internacional. **Cabe mencionar que aunque se trata de una vitamina y a la fecha de hoy no haya reportes de daños, usted no se exenta de la posibilidad de reaccionar desfavorablemente.** En esa circunstancia, el Hospital General de México no brinda ningún tipo adicional de compensación para cubrir el daño.

Privacidad y confidencialidad:

Los datos del estudio serán tratados de forma confidencial, y su utilidad será para investigación médica. Los resultados de este estudio de investigación podrán ser presentados en reuniones de investigación científica o en publicaciones médicas. En estos casos su identidad no será revelada en ninguna de esas presentaciones.

Participación y retiro del estudio:

Su participación es **VOLUNTARIA**. Si usted decide no participar, no se afectará su relación con el Hospital General de México o su derecho para recibir atención médica o cualquier servicio al que tenga derecho. Si decide participar, tiene la libertad para retirar su consentimiento e interrumpir su participación en cualquier momento sin tener que dar explicaciones y sin perjudicar su atención en el Hospital General de México.

Identificación de los investigadores:

Si usted tiene preguntas sobre el estudio, puede ponerse en contacto con la M. en C. Ma. Guadalupe Olvera Soto al teléfono (044)5529061207 o con el Dr. Rafael Valdez Ortiz (HGM) al teléfono (044) 5521285063.

Si usted tiene preguntas acerca de sus derechos como participante en el estudio, puede hablar con el Dr. Rafael Valdez Ortiz (investigador responsable) el cual se encontrará disponible las 24 hrs del día al teléfono (044) 5521285063 y con la Dra. Estela García Elvira, presidenta de la comisión de ética, al teléfono 27892000 ext. 1330.

HOJA DE FIRMAS

Declaración del paciente:

Yo, _____ declaro que es mi decisión participar en el estudio. Mi participación es voluntaria. He sido informado que puedo negarme a participar o en el estudio. Puedo obtener los resultados de mis exámenes clínicos si los solicito terminar mi participación en cualquier momento del estudio sin que sufra penalidad alguna o pérdida de beneficios. Si suspendo mi participación, recibiré el tratamiento médico habitual al que tengo derecho en el Hospital General de México y no sufriré perjuicio en mi atención médica o en futuros estudios de investigación. Yo puedo solicitar información adicional acerca de los riesgos o beneficios potenciales derivados de mi participación

Si ud. tiene preguntas sobre el estudio, puede ponerse en contacto con el Dr. Rafael Valdez Ortiz (HGM) al teléfono (044) 5521285063; o con la M. En C. Ma. Guadalupe Olvera Soto al teléfono (044)5529061207. Si usted tiene preguntas acerca de sus derechos como participante en el estudio, puede hablar con la presidenta del Comité de Investigación Biomédica en Humanos Dra. Estela García Elvira al teléfono 27892000 ext. 1330.

Debo informar a los investigadores de cualquier cambio en mi estado de salud (por ejemplo, uso de nuevos medicamentos) o en la ciudad donde resido, tan pronto como sea posible. He leído y entendido toda información que me han dado sobre mi participación en el estudio. He tenido la oportunidad para discutirlo y hacer preguntas. Todas las preguntas han sido respondidas a mi satisfacción. He entendido que recibiré una copia firmada de este consentimiento informado.

Nombre del participante **firma del participante** Fecha (DD/MM//AAAA)

Nombre de quien explica el documento y firma Fecha (DD/MM//AAAA)

Nombre del testigo 1 **firma del testigo 1** Fecha (Mes/Día/Año)

Parentesco del testigo 1 con el paciente: _____

Dirección del testigo 1: _____

Nombre del testigo 2 **firma de testigo 2** Fecha (Mes/Día/Año)

Parentesco del testigo 2 con el paciente: _____

Dirección del testigo 2: _____