



## Artículo original

# Impacto de un programa de ejercicio físico domiciliario de intensidad leve-moderada sobre calidad de vida, fuerza, resistencia aeróbica, equilibrio y flexibilidad en pacientes adultos mexicanos trasplantados de riñón

Martha Jocelyne Piñón  <sup>1,3</sup>, Carla Paulina Villanueva <sup>1,2</sup> y Karla Barrera <sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México.

<sup>2</sup>Universidad del Valle de México, Ciudad de México, México.

<sup>3</sup>Hospital Regional de Alta Especialidad del Bajío, Guanajuato, México.

**Cómo citar:** Piñón MJ, Villanueva CP, Barrera K. Impacto de un programa de ejercicio físico domiciliario de intensidad leve-moderada sobre calidad de vida, fuerza, resistencia aeróbica, equilibrio y flexibilidad en pacientes adultos mexicanos trasplantados de riñón. Rev. Colomb. Nefrol. 2022; 9(2), e572. <https://doi.org/10.22265/acnef.9.2.572>

### Recibido:

15/Mar/2021

### Aceptado:

17/Ago/2021

### Publicado:

11/Jul/2022

## Resumen

**Contexto:** en México, la enfermedad renal crónica presenta un aumento exponencial y el trasplante renal se ha colocado como la mejor opción de tratamiento. A pesar de ello, los receptores de trasplante presentan una menor capacidad funcional y calidad de vida comparándolos con individuos sanos, lo cual se asocia a un estilo de vida sedentario, sumado con los efectos musculoesqueléticos de los inmunosupresores, sin embargo, la investigación es limitada.

**Objetivo:** evaluar el impacto en la calidad de vida, la fuerza muscular, la resistencia aeróbica, el equilibrio y en la flexibilidad de un programa domiciliario de ejercicio físico de intensidad leve-moderada, en pacientes mexicanos trasplantados de riñón.

**Metodología:** participaron nueve pacientes ( $29 \pm 5,2$  años), en los cuales se evaluó la fuerza de agarre manual mediante un dinamómetro; la flexibilidad mediante la prueba de “distancia dedos planta” (*sit-and-reach* test por su nombre en inglés); la agilidad y fuerza en miembro inferior mediante la prueba de “pararse-sentarse”, y “levántate y anda” (*sit-to-stand* y *get-up-and-go* por sus nombres en inglés) respectivamente; la actitud cardiorrespiratoria fue evaluada mediante el test de marcha 6 minutos, y la calidad de vida mediante el cuestionario de salud SF36.

 **Correspondencia:** Martha Jocelyne Piñón Ruiz, Dr. Hernández Álvarez, 712 S an J uan de D ios , León , Guanajuato , México. Correo-e: [jocelynepinon.r@hotmail.com](mailto:jocelynepinon.r@hotmail.com)



**Resultados:** se mostraron mejoras estadísticamente significativas en dinamometría manual (P 0,005), “distancia dedos planta” (P 0,016), sentarse y pararse (P 0,0011) y test de marcha por seis minutos (P 0,012). En el cuestionario SF36, hubo mejoría en la función física (P 0,03) y salud general (P 0,01), pero no hubo cambios en los análisis de laboratorio y la tasa de filtración glomerular.

**Conclusiones:** un programa domiciliario de ejercicio combinado de intensidad leve- moderada parece tener un efecto positivo sobre la capacidad funcional y la calidad de vida de los receptores de trasplante renal, sin embargo, es necesaria una mayor investigación para evaluar la adherencia al programa.

**Palabras clave:** enfermedad renal crónica, trasplante renal, ejercicio físico, fuerza, capacidad funcional, calidad de vida SF36, inmunosupresión.

---

## Impact of physical exercise program home mild-moderate intensity on quality of life, strength, endurance, balance, and flexibility in Mexican adult kidney transplant patients

---

### Abstract

**Background:** in Mexico, chronic kidney disease presents an exponential increase, kidney transplantation has become the best treatment option. Despite this, transplant recipients have lower functional capacity and quality of life compared to healthy individuals, which is associated with a sedentary lifestyle, added to the musculoskeletal effects of immunosuppressants. However, the research is limited.

**Purpose:** to evaluate the impact of a home program of strength exercises, aerobic endurance, balance and flexibility of mild-moderate intensity in transplant patients.

**Methodology:** 9 patients (29.5, 2 years) participated, manual grip strength was evaluated by means of a dynamometer, flexibility through the sit and reach test, agility-balance and strength in the lower limb by means of the “sit to stand” and the “get up and go” respectively, functional capacity through the 6-minute walk test, and quality of life through the SF36 health questionnaire.

**Results:** Statistically significant improvements were shown in manual dynamometry (P 0.005), sit and reach test (P 0.016), Sit to stand test (P0.0011), 6-minute walk test (P 0.012). In the SF36 questionnaire, there was improvement in physical function (P0.03) and general health (P0.01), there were no changes in laboratory tests and glomerular filtration rate.

**Conclusions:** a home program of combined mild-moderate intensity exercise seems to have a positive effect on the functional capacity and quality of life of kidney transplant recipients, however, more research is needed to evaluate adherence to the program.

**Keywords:** chronic kidney disease, kidney transplantation, physical exercise, strength, functional capacity, Sf36 quality of life, immunosuppression.

---

### Introducción

La enfermedad renal crónica es una complicación frecuente de dos enfermedades sumamente prevalentes en México como lo son la hipertensión arterial y la diabetes *mellitus*. A causa de la fuerte correspondencia que existe entre la enfermedad renal crónica, la diabetes

*mellitus* y la hipertensión arterial, el incremento de la incidencia de estas dos últimas ha generado un aumento exponencial de la enfermedad renal crónica, en los últimos años [3–6].

En la actualidad, México carece de un registro de pacientes con enfermedad renal, por lo que se desconoce el número exacto de personas que la padecen. Se estima una incidencia de 129 mil pacientes en etapa terminal de la enfermedad renal crónica y que requieren de tratamiento sustitutivo; dentro de estos tratamientos se encuentran la diálisis peritoneal, la hemodiálisis y el trasplante renal, colocándose este último como la mejor opción de tratamiento. [6,7].

Hace algunos años en México, la donación de órganos era limitada, por lo que el trasplante renal no era una solución viable, sin embargo, en 2019, año en el que se trasplantaron los pacientes del presente estudio, se realizaron un total de 2939 trasplantes de riñón, de ellos 207 se efectuaron en el estado de Guanajuato, convirtiéndose este en el tercer estado del país donde más trasplantes se concretaron, siendo el Hospital Regional de Alta Especialidad del Bajío (HRAEB), donde se realizó parte de la presente investigación, la institución número uno a nivel nacional con el mayor número de trasplantes renales de donante fallecido [7].

El trasplante es una intervención que puede salvar la vida de sujetos con enfermedades de órganos sólidos en etapa final, restaurando la función y aumentando la supervivencia. A través del tiempo, el trasplante renal ha mejorado significativamente debido al avance en las técnicas quirúrgicas y en la medicación inmunosupresora, lo cual ha aumentado la preservación del injerto [8], por lo que el principal temor se ha dirigido hacia los problemas que pudieran presentarse a largo plazo y las comorbilidades asociadas, como lo son las enfermedades cardiovasculares, las cuales en estos pacientes se presentan de tres a cinco veces más comparándolos con la población saludable [9], siendo la inactividad física un factor de riesgo principal para el padecimiento de estas comorbilidades [10], por lo que el aumento de la actividad física y con ello la calidad de vida se han tornado muy importantes en esta población [11].

A pesar de ello, menos del 60 % de los receptores de trasplantes realizan actividad física. Estas limitaciones en el ejercicio son agravadas por alteraciones alimenticias y el desuso en la fase final de la enfermedad renal que lleva al paciente a un estado de desacondicionamiento físico severo, acompañado de un estado catabólico [12].

Después del trasplante, la falta de actividad física es aún mayor debido a: reposo hospitalario, episodios de rechazo, limitación por cicatriz quirúrgica, uso de corticoesteroides y

fármacos inmunosupresores, los cuales se asocian a la miopatía [8] y han demostrado: afectar la respiración mitocondrial, inducir a la degeneración muscular, producir anormalidades microscópicas en la distribución del tamaño y tipos de fibras (I y II), fomentar la sustitución de fibras musculares por tejido adiposo, generar edema intersticial, y disminuir las mitocondrias y la velocidad de conducción nerviosa periférica [13, 14]. En conjunto, lo anterior repercute en la integridad muscular y la falta de tolerancia al ejercicio después del trasplante [15].

En su totalidad, todo lo anterior está relacionado con mayor mortalidad, morbilidad y mayor riesgo de pérdida del injerto, que cuando se asocia con la hipertensión arterial, diabetes y otros riesgos cardiometabólicos presentes en estos pacientes, puede tener graves consecuencias. Por esta razón la prescripción y la promoción de ejercicio adaptado es absolutamente necesaria [16–18].

El entrenamiento con ejercicios en los receptores de trasplante renal ha demostrado mejorar la capacidad de ejercicio y la calidad de vida, manifestando el potencial útil para reducir los factores de riesgo cardiovasculares [16]. Asimismo, se relaciona positivamente con el cumplimiento de los objetivos de la rehabilitación, como la capacidad para realizar actividades de la vida diaria, la calidad de vida y la supervivencia [19, 20], lo que produce mejoras directas en la fuerza muscular de agarre de miembros superiores, la fuerza del cuádriceps [21], mejora de la actitud cardiorrespiratoria de acuerdo al test de marcha de seis minutos, así como la capacidad aeróbica [22, 23] e incluso observándose mejoras en el control de la presión arterial y en la remodelación ósea [24].

La literatura internacional informó recientemente de los efectos positivos del ejercicio sobre la capacidad funcional, la fuerza muscular y la calidad de vida [19, 24–26], sin embargo, la información es limitada y escasos estudios han analizado el efecto de una intervención domiciliaria. En la última literatura reportada se encuentran programas domiciliarios para pacientes con enfermedad renal, donde se aplicó ejercicio aeróbico y de resistencia, resultando factible y con resultados positivos en la mejora de la fuerza muscular de miembros superiores e inferiores sin afectar la función renal, [21, 27, 28]. En otro estudio se comparó el efecto del ejercicio sobre la función física, el rendimiento cardiopulmonar y la calidad de vida en personas con sobrepeso y enfermedad renal, reportando resultados similares en la mejora de las capacidades físicas y funcionales, la calidad de vida y el sueño comparado con el ejercicio supervisado [23]. Inclusive se han analizado los efectos de este tipo de programas sobre la esfera psicológica en pacientes con enfermedad renal, resultando factible para la mejora de la función psicológica y la calidad de vida relacionada con la salud [29].

De la misma manera se muestra en la literatura que la ejecución de ejercicio domiciliario en trasplantados renales mejora en términos de distancia el test de marcha de 6 minutos [14]. Lamentablemente todo lo reportado hasta ahora se ha realizado en otros países. Hasta donde se tuvo el alcance de búsqueda bibliográfica en México no existen reportes de aplicación de ejercicio a la población mexicana trasplantada, por lo que es limitada su evidencia [24]. El principal objetivo de este estudio fue evaluar el impacto de la aplicación de un protocolo domiciliario de ejercicio de fuerza, resistencia aeróbica, equilibrio y flexibilidad de intensidad leve-moderada durante cinco meses.

## Materiales y métodos

### 1. Participantes y diseño del estudio

Se realizó este estudio cuasiexperimental, prospectivo y longitudinal en pacientes trasplantados en el Hospital Regional de Alta Especialidad del Bajío (HRAEB), durante el periodo de tiempo comprendido de febrero a agosto del 2020.

Los participantes que se incluyeron en el estudio fueron autorizados por los nefrólogos y cumplieron con los siguientes criterios:

- I) Paciente en condición de salud estable
- II) Bajo medicación inmunosupresora
- III) Grupo de edad entre 18 y 45 años
- IV) Pacientes con trasplante renal realizado en el HRAEB de enero a octubre del año 2019

A su vez, los pacientes fueron excluidos si presentaban las siguientes circunstancias:

- I) Patologías musculoesqueléticas que dificultaran la realización del protocolo de ejercicio y las pruebas
- II) Rechazo agudo del injerto o antecedente de rechazo
- III) Enfermedades cardiovasculares severas
- IV) Hipertensión arterial no controlada

Se captaron un total de 12 pacientes que cumplieron con todos los criterios de inclusión del estudio. Se realizó la evaluación inicial, donde fueron valoradas la fuerza en mano mediante dinamométrica manual, la flexibilidad en miembro inferior mediante la prueba de "distancia dedos planta", el test de marcha seis minutos para valorar la capacidad funcional y las pruebas de "pararse-sentarse" y "levántate y anda" de la batería de pruebas senior *fitness test*, [30, 31].

De la misma forma, se proporcionó a cada paciente el cuestionario de salud SF36 para su llenado, además se realizó posteriormente la toma de los niveles séricos de creatinina, albúmina, hemoglobina y urea, y se calculó la TFG con la siguiente fórmula  $141 \times \text{mín} (\text{creatinina sérica}/\text{kappa}, 1) \text{ alfa} \times \text{máx} (\text{creatinina sérica}/\text{kappa}, 1) - 1,209 \times 0,993 \text{ edad} \times \text{sexo} \times \text{raza}$  [32].

Asimismo, se proporcionó a los pacientes un consentimiento informado donde se detallaban los beneficios y los riesgos del estudio, y todos dieron su consentimiento informado por escrito.

Al concluir la evaluación inicial se recopilaron datos complementarios sobre el tratamiento actual, los informes médicos y los pacientes informaron cualquier efecto adverso. El presente estudio se apegó a las directrices éticas de la declaración de Helsinki y fue aprobado por el comité de investigación del HRAEB, con el número de registro CI/HRAEB/003/2020 y ante la Comisión Nacional de Bioética, bajo el número de registro CEI-05-2020.

## 1.1 Intervención

La valoración inicial y final se realizó en el área de rehabilitación del HRAEB, mientras que las sesiones de ejercicio fueron tomadas en el respectivo domicilio de cada paciente mediante supervisión individual virtual por un fisioterapeuta con experiencia en ejercicio en pacientes renales y con disposición y enfoque hacia la supervisión y el seguimiento de la investigación.

El programa de ejercicios tuvo una duración de 20 semanas dividido en tres niveles, se incluyeron cinco sesiones de ejercicio a la semana en los que se trabajó de forma alternada y no consecutiva ejercicios de fuerza y de capacidad aeróbica. Cada sesión de ejercicio tenía una duración aproximada de 40 minutos e incluían una sección de calentamiento que consistía en movilización activa de las principales articulaciones del cuerpo durante siete minutos, realizándose dos series de 10 repeticiones.

La parte principal del programa tuvo una duración aproximada de 20-25 minutos, donde se intercalaron tres sesiones de ejercicio aeróbico a la semana con dos sesiones de ejercicio de fuerza, en forma no consecutiva. Los ejercicios de fuerza involucraron las extremidades superiores e inferiores y los ejercicios aeróbicos consistieron, principalmente, en caminata o bicicleta a una intensidad determinada. La intensidad se determinó mediante la escala *omni res* (para cada nivel) [33–35] en los ejercicios de fuerza y se contó con tres niveles, en los cuales se progresaba de forma individual y hasta lograr hacer tres series de 10 repeticiones sin llegar al número de la escala que le correspondía a ese nivel; al finalizar el protocolo, todos los pacientes completaron 3 series de 10 sesiones en el último nivel del entrenamiento de fuerza (tabla 1).

La intensidad para los ejercicios aeróbicos se determinó mediante la escala de Borg [24, 36, 37], donde en cada nivel el paciente aumentaba la percepción del esfuerzo (tabla 1). Al final de los ejercicios principales de cada sesión, se realizaron cinco ejercicios de flexibilidad de forma activa, estos no cambiaron durante los distintos niveles y de la misma forma se realizaron dos ejercicios de equilibrio, los cuales iban aumentando progresivamente de dificultad durante los tres niveles (tabla 1).

**Tabla 1.** Modelo de intervención en el programa de ejercicio

<b>Calentamiento</b>
Antes de la sesión correspondiente, los pacientes realizaban 10 repeticiones por cada ejercicio de calentamiento, los cuales eran realizados de pie: flexo extensión, retracción y protracción de hombros, triple flexión (cadera robillo y rodilla), abducción y aducción de cadera de forma dinámica.
<b>Estiramientos</b>
Estiramientos activos de los principales grupos musculares como cuádriceps, aductores, abductores, isquiotibiales y musculatura lumbar, 20 segundos de duración por cada estiramiento.
<b>Ejercicio de fuerza miembro superior - nivel 1</b>
Se realizó esta sección dos veces a la semana dejando un día de descanso entre cada sesión, el paciente mantuvo la percepción de esfuerzo al nivel 5/10 de la escala omni res mediante la ejecución de series de 10 repeticiones por cada ejercicio (con 30 segundos de descanso entre cada serie), los cuales consistían las flexiones de hombro de hombro, flexiones de codo y extensiones de codo, con pesas de 500 grs.
<b>Ejercicio de fuerza miembro superior - nivel 2</b>
Se realizó esta sección dos veces a la semana dejando un día de descanso entre cada sesión, el paciente mantuvo la percepción de esfuerzo al nivel 6/10 de la escala omni res mediante la ejecución de series de 10 repeticiones por cada ejercicio (con 30 segundos de descanso entre cada serie), los cuales consistían en curl de bíceps con mancuernas de 1 kg, flexiones de hombro con peso y fondos de tríceps, con la variante de flexión de rodilla.

**Ejercicio de fuerza miembro superior - nivel 3**

Se realizó esta sección dos veces a la semana dejando un día de descanso entre cada sesión, el paciente mantuvo la percepción de esfuerzo al nivel 7/10 de la escala omni res mediante la ejecución de series de 10 repeticiones por cada ejercicio (con 30 segundos de descanso entre cada serie), los cuales consistían en “planchas modificadas”, elevaciones laterales de hombros con mancuerna y sentadilla, aducciones de hombro con mancuerna, flexo extensión de codo con mancuerna y semicírculos con mancuerna coordinados con miembro inferior.

**Ejercicio de fuerza miembro inferior - nivel 1**

Esta sección se realizó dos veces por semana, dejando un día de descanso entre cada sesión, el paciente mantuvo la percepción de esfuerzo al nivel 5/10 de la escala omni res mediante la ejecución de series de 10 repeticiones por cada ejercicio (con 30 segundos de descanso entre cada serie), los cuales consistían en ejercicios isotónicos de flexión de cadera y rodilla mientras se estaba sentado, ejercicios isométricos de cuádriceps al estar acostado, “el puente” y ejercicios isométricos de aductores y abductores.

**Ejercicio de fuerza miembro inferior - nivel 2**

Esta sección se realizó dos veces por semana dejando un día de descanso entre cada sesión, el paciente mantuvo la percepción de esfuerzo al nivel 6/10 de la escala omni res mediante la ejecución de series de 10 repeticiones por cada ejercicio (con 30 segundos de descanso entre cada serie), los cuales consistían en ejercicios isométricos de flexión de cadera, semisentadilla, puente con pelota, flexión plantar, dorsiflexión de tobillo de pie e isométricos de elevación lateral de pierna.

**Ejercicio de fuerza miembro inferior - nivel 3**

Esta sección se realizó dos veces por semana dejando un día de descanso entre cada sesión, el paciente mantuvo la percepción de esfuerzo al nivel 7/10 de la escala omni res mediante la ejecución de series de 10 repeticiones por cada ejercicio (con 30 segundos de descanso entre cada serie), los cuales consistían en ejercicios combinados de excéntricos de isquiotibiales y cuádriceps, además de isométricos de cuádriceps en sentadilla, “el puente” con una sola pierna de apoyo, “planchas” y ejercicios con cuerda.

**Ejercicio aeróbico - nivel 1**

En esta sección el paciente caminó o uso la bicicleta estática durante un periodo de 20 minutos a una percepción de esfuerzo de 5/10 en la escala de Borg.

**Ejercicio aeróbico - nivel 2**

En esta sección el paciente caminó o uso la bicicleta estática durante un periodo de 20 minutos a una percepción de esfuerzo de 6/10 en la escala de Borg.

<p style="text-align: center;"><b>Ejercicio aeróbico - nivel 3</b></p> <p>En esta sección el paciente caminó o uso la bicicleta estática durante un periodo de 20 minutos a una percepción de esfuerzo de 7/10 en la escala de Borg.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Ejercicio de equilibrio y propiocepción - nivel 1</b></p> <p>Ejercicio de equilibrio unipodal realizado durante 10 segundos y cinco repeticiones en todas las sesiones que correspondían al nivel, ojos abiertos o cerrados dependiendo del progreso del paciente.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Ejercicio de equilibrio y propiocepción - nivel 2</b></p> <p>Ejercicio de equilibrio unipodal con horizontalización de tronco, se mantuvo durante 10 segundos y se realizó cinco veces en todas las sesiones que correspondían al nivel.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Ejercicio de equilibrio y propiocepción - nivel 3</b></p> <p>Ejercicio de equilibrio unipodal dinámico acompañado de coordinación brazo-pierna que se realizó 10 veces por cada pierna en todas las sesiones que correspondían al nivel.</p>

**Fuente:** elaboración propia.

## 1.2 Evaluación

Todos los participantes fueron instruidos individualmente acerca de la realización de las pruebas con explicaciones detalladas y ejemplos claros, todas las variables se evaluaron al inicio y al final de la intervención de 20 semanas. En cuanto a los datos demográficos y clínicos, estos se obtuvieron de los expedientes electrónicos del hospital.

### *Calidad de vida relacionada con la salud*

Se evaluó mediante el formulario corto de 36 ítems (SF36) [38–41] que evalúa ocho dominios: funcionamiento físico, rol físico, dolor corporal, salud general, vitalidad, funcionamiento social, rol emocional y salud mental, cada pregunta se puntuó según una escala que va del 0 (peor estado de salud) a 100 (mejor estado de salud).

### *Fuerza de agarre manual*

La fuerza de agarre manual se evaluó utilizando un dinamómetro (*Camry Model EH101*) y las puntuaciones se registraron en kilogramos, los participantes ejecutaron la prueba según las instrucciones de la sociedad americana de terapeutas de mano, se realizaron tres intentos con la mano dominante con un minuto de descanso entre series y se obtuvo el mejor valor para el análisis [42].

### ***Fuerza de miembros inferiores***

Se evaluó mediante la prueba de pararse y sentarse de 30 segundos (*sit-to-stand*). La prueba mide el número de veces que una persona puede sentarse y levantarse de una silla durante 30 segundos sin apoyarse con los brazos y comenzando desde la posición sentada [43].

### ***Agilidad y equilibrio***

Se evaluó mediante la prueba de levántate y anda (*get-up-and-go* por su nombre en inglés), la cual consistía en levantarse de una silla situada a ocho pies de un cono, caminar, dar la vuelta alrededor del cono y regresar a la silla en el menor tiempo posible. Se registró el mejor tiempo de dos ensayos y este fue utilizado para el análisis [44].

### ***Flexibilidad de miembros inferiores***

Se evaluó mediante la prueba “distancia dedos planta” (o *sit-and-reach* por su nombre en inglés), la cual consistía en colocarse sentado en el piso con las rodillas extendidas en dirección al cajón de medición, flexionar la cadera y columna lumbar, con los brazos extendidos y una mano encima de la otra, mantener la posición durante tres segundos lo más lejos posible de la posición de inicio sobre el cajón de medición. Se realizaron dos mediciones y se eligió la mejor para el análisis [45].

### ***Aptitud cardiorrespiratoria***

Se estimó a partir de la prueba de marcha de seis minutos, la cual se realizó en un pasillo de 20 metros de longitud, la línea final e inicial fue marcada con un cono, se le pidió a los participantes que caminaran la mayor distancia posible lo más rápido que pudieran entre los dos conos durante seis minutos, y se registró la distancia recorrida medida en metros [46].

### ***Variables de laboratorio***

Se obtuvieron muestras de sangre de cada paciente por el departamento de análisis clínicos del HRAEB, después de un ayuno nocturno para análisis hematológicos y bioquímicos. Se determinó la concentración sérica de albúmina, creatinina y urea.

## **1.3 Medidas para garantizar la permanencia en el programa**

Se realizó cada semana la supervisión, corrección y enseñanza del programa de ejercicio físico vía *online* mediante fotos, videos, *gifs* y sesiones de Zoom en vivo. La progresión en el nivel de ejercicios se apoyo de acuerdo al reporte “Mi calendario de entrenamiento”, en el cual

se llevó el registro de los cinco días de la semana donde cada paciente realizó los ejercicios. Además, al reverso del calendario se encontraba una leyenda acerca de "mi experiencia de la semana", donde cada paciente describió cómo se sintió durante toda esa semana de realización del programa.

Al comienzo del protocolo se le entregó el kit de papelería con los calendarios correspondientes a toda la intervención, además de una guía del programa de fuerza y ejercicio aeróbico en cada uno de los cambios de intensidad, contando con tres niveles a realizar, la guía de flexibilidad solo se entregó una vez durante todo el programa, ya que no cambiaba.

Adicionalmente y como medida de control, se creó un grupo mediante la aplicación WhatsApp, donde se encontraban todos los participantes del estudio en el cual se resolvían dudas del mismo y donde cada paciente enviaba semanalmente una foto del escrito "mi experiencia de la semana" como evidencia.

## 1.4 Control de sesgos

En cuanto al protocolo de ejercicio, se trató de que la realización de los ejercicios fuera en un rango horario común para todos los participantes, con pautas previas como: adecuada hidratación, espacio (temperatura ambiente, iluminación ambiental), vestuario y tiempo de alimentación. Siempre se trató de extremar las condiciones en la aplicación del protocolo para los pacientes.

Todos los participantes se sometieron a un periodo de familiarización con las pruebas para evitar el efecto de aprendizaje. Se instruyeron individualmente sobre cómo realizar todas las pruebas con explicaciones detalladas y ejemplos visuales, dependiendo la prueba. Además, el evaluador fue el mismo para las pruebas realizadas antes y después de la intervención. Los datos demográficos y las características clínicas se obtuvieron de los informes médicos y se comprobaban personalmente con el paciente.

## 1.5 Análisis estadístico

Las variables cualitativas se reportan como frecuencia y porcentaje, las variables cuantitativas se reportan como media y desviación estándar, la normalidad de los datos se confirmó mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov y todas cumplieron con los supuestos de normalidad.

Las diferencias entre los datos de base y los datos posintervención se evaluaron mediante la *t* de Student pareada, todo valor de *p* menor a 0,05 se consideró estadísticamente significativo. Todos los análisis estadísticos fueron realizados utilizando un paquete de *software* estadístico del programa comercial SPSS 25 para Windows.

## Resultados

Se midió a un total de 12 pacientes trasplantados de riñón, 3 pacientes abandonaron el estudio entre los meses 3-5, las razones de deserción fueron desinterés y pérdida de seguimiento debido a la falta de comunicación por recepción telefónica deficiente con 2 de ellos, lo que dificultó seguir en tiempo y forma el protocolo, sin embargo, se les continuó proporcionando el programa de ejercicio y el seguimiento para concluir el programa, pero a pesar de ello, los datos no fueron tomados en cuenta en el presente.

Por su parte, nueve pacientes terminaron el estudio y fueron analizados. Todos los participantes tomaban medicamentos inmunosupresores y no se produjeron cambios en la medicación a lo largo del estudio. Las características demográficas y clínicas basales se muestran en la tabla 2.

**Tabla 2.** Características demográficas de los participantes del estudio

Características demográficas		Grupo de estudio n = 9	
		Media	SD
Edad (años)		29	5,2*
Peso (kg)		65,2	12,6*
Talla (metros)		1,6	0,13*
Tiempo de diagnóstico de la ERC (años)		10,8	8,9*
Tiempo en hemodiálisis (meses)		30,8	17,2*
Tiempo en diálisis peritoneal (meses)		24,7	13,5*
Tiempo postrasplantado (meses)		7,6	1,7*
	Hipertensión	4 /44,4**	
	Diabetes	1 /11,1**	
Género	(Hombre)	6/66,6**	
	(Mujer)	3/33,34**	
Tipo de donador	(Cadavérico)	7/77,7**	
	(Vivo)	2/22,3**	
Causas de la ERC	(Hipoplasia renal)	7/77,7**	
	(Idiopática)	2/22,3**	

**Notas aclaratorias:** \*variable cuantitativa que se reporta como media y desviación estándar, \*\* variable cualitativa que se reporta como frecuencia y porcentaje, SD: desviación estándar.

**Fuente:** elaboración propia.

No se presentaron efectos adversos, lesiones musculoesqueléticas, eventos cardiovasculares u hospitalizaciones relacionadas con el programa de ejercicios. No hubo diferencias estadísticamente significativas entre un antes y después de la intervención sobre la creatinina sérica, albúmina, urea y TFG (tabla 3 y 4).

**Tabla 3.** Resultados de análisis de laboratorio preintervención

Análisis de laboratorio	Datos preintervención por paciente										
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	Media	SD $\sigma$
Urea	51,4	44,9	40,7	27,8	55,6	32,1	38,5	66,3	44,9	44,69	11,88
Creatinina	1,2	1,5	1,0	0,7	1,4	1,4	1,2	1,2	1,2	1,20	0,24
Albúmina	4,5	4,4	4,1	3,8	3,9	3,8	4,6	4,3	4,3	4,19	0,30
TFG	84,7	59,8	78,2	116,2	66,9	64,1	64,1	77,8	82,9	77,24	17,19

Variable cuantitativa que se reporta como media y desviación estándar.

**Fuente:** elaboración propia.

**Tabla 4.** Resultados de análisis de laboratorio posintervención

Análisis de laboratorio	Datos posintervención por paciente										
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	Media	SD $\sigma$
Urea	57,8	42,8	34,2	27,8	47,1	36,1	36,4	87,7	49,2	46,57	17,88
Creatinina	1,2	1,6	1,1	0,6	1,5	1,4	1,2	1,3	1,4	1,26	0,29
Albúmina	4,1	4,4	4,2	3,9	4,1	4,1	4,4	4,4	4,4	4,22	0,19
TFG	84,7	55,3	69,7	122,3	61,5	64,1	64,1	70,6	68,8	73,50	19,99

Variable cuantitativa que se reporta como media y desviación estándar.

**Fuente:** elaboración propia.

La tabla 5 muestra los resultados relativos a la valoración de la fuerza de agarre manual, fuerza de miembro inferior, flexibilidad, agilidad, equilibrio y actitud cardiorrespiratoria. Tras la realización del programa de ejercicio físico durante cinco meses, se observó una mejoría en la fuerza de agarre manual ( $29,8 \pm 9,8$  kg vs.  $33,7 \pm 11,9$  kg  $p = 0,005$ ); en cuanto a los test funcionales, en la valoración de la fuerza muscular de las extremidades inferiores mediante el test pararse-sentarse, se observó una mejoría estadísticamente significativa al finalizar el estudio ( $15,7 \pm 3,6$  vs.  $18,22 \pm 3,3$   $p = 0,0011$ ) (tabla 7).

En relación con la flexibilidad, se observó una mejoría estadísticamente significativa en la distancia “dedos planta” después del programa de ejercicio, en los resultados se entiende que un número que más se acerque al 0, o incluso que sea positivo, se relaciona con una mejor flexibilidad ( $-10,3 \pm 6,1$  vs.  $-2,8 \pm 1,4$   $p = 0,016$ ) (tabla 6), en cuanto a la variable de agilidad y equilibrio no se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas ( $5,12 \pm 0,74$

**Tabla 5.** Resultados preintervención de variables evaluadas en el grupo de estudio. Datos preintervención por paciente

Variable	Datos preintervención por paciente										
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	Media	SD $\Sigma$
Fuerza de prensión en mano	23,9	36,9	19,6	18,8	37,2	39,0	19,7	44,8	28,9	29,87	9,86
“Distancia dedos planta”	-21,0	-12,0	-6,0	-14,0	-7,0	-9,1	-2,0	-5,0	-17,0	-10,34	6,16
Sentarse-levantarse 30” (rep.)	16,0	15,0	18,0	23,0	16,0	17,0	11,0	11,0	15,0	15,78	3,63
“Levántate y anda”	4,5	4,7	5,9	5,9	4,3	5,9	4,9	4,2	5,9	5,12	0,75
Test de marcha de seis minutos	590,5	596,7	508,4	552,8	541,9	667,6	552,8	628,4	609,7	583,20	49,07

SD: desviación estándar.

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 6.** Resultados posintervención de variables evaluadas en el grupo de estudio

Variable	Datos posintervención por paciente										
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	Media	SD $\sigma$
Fuerza de prensión en mano	25,9	35,1	23,1	19,6	44,1	43	22,7	54,7	35,9	33,79	11,91
“Distancia dedos planta”	-5	-14	-11	-8	2	10	2	0	-2	-2,89	7,44
Sentarse-levantarse 30” (rep.)	19	19	18	23	20	20	14	12	19	18,22	3,31
“Levántate y anda”	4,2	4,7	5,9	5,6	4,5	4,3	5,7	5,3	4,3	5,01	0,69
Test de marcha de seis minutos	604,7	629,4	497,8	543,4	632,7	697,6	574,9	662,7	667,6	612,35	64,13

SD: desviación estándar.

Fuente: elaboración propia.

vs.  $5,0 \pm 0,68$   $p = 0,35$ ). Finalmente, en el test de marcha de seis minutos observamos un incremento significativo en la distancia recorrida (29,2 m) ( $583,1 \pm 49$  vs.  $612,3 \pm 64,12$ ) (tabla 7).

En relación con la calidad de vida y la salud, el cuestionario SF36 mostró diferencias estadísticamente significativas en dos dimensiones después del programa de ejercicio: se notaron mejores resultados en la percepción general de salud ( $p < 0,05$ ) y la función física ( $p < 0,05$ ) (Tabla 10). Los pacientes también informaron mejora en el dolor corporal, mejor funcionamiento físico y social y mejor salud mental, pero estas no tuvieron diferencias estadísticamente significativas, ( $p = 0,27$ ,  $p = 0,08$ ,  $p = 0,25$ ,  $p = 0,079$  respectivamente).

**Tabla 7.** Resultados pre y post intervención de variables evaluadas en el grupo de estudio

Variable	Preintervención		Posintervención		P
	Media	SD	Media	SD	
<i>Fuerza de prensión en mano</i>	29,8	9,8	33,7	11,9	<b>0,005*</b>
<i>“Distancia dedos planta”</i>	-10,3	6,1	-2,8	7,4	<b>0,016*</b>
<i>Sentarse-levantarse 30” (rep.)</i>	15,7	3,6	18,22	3,3	<b>0,0011*</b>
<i>“Levántate y anda”</i>	5,12	0,74	5,0	0,68	<b>0,35</b>
<i>Test de marcha de seis minutos</i>	583,1	49	612,3	64,12	<b>0,012*</b>

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 8.** Parámetros preintervención relacionados con la calidad de vida evaluada con el SF36

Variable	Datos preintervención por paciente										
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	Media	SD $\sigma$
<i>Función física</i>	90	100	95	90	100	100	60	90	70	88,33	14,14
<i>Rol funcional</i>	100	100	100	100	100	100	100	75	87,5	95,83	8,84
<i>Rol emocional</i>	83,3	100	100	100	100	100	100	100	100	98,14	5,56
<i>Función social</i>	90	100	87,5	100	50	100	100	87,5	100	90,56	16,24
<i>Vitalidad</i>	75	80	85	90	100	65	40	65	90	76,67	18,03
<i>Salud mental</i>	76	96	96	96	68	60	68	88	92	82,22	14,30
<i>Dolor</i>	77,5	100	90	100	80	45	100	55	100	83,06	20,83
<i>Salud general</i>	85	80	85	70	55	80	55	70	80	73,33	11,73

SD: desviación estándar.

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 9.** Parámetros posintervención relacionados con la calidad de vida evaluada con el SF36

Variable	Datos posintervención por paciente										SD $\sigma$
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	Media	
<i>Función física</i>	100	100	100	100	100	95	95	95	85	96,67	5,00
<i>Rol funcional</i>	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100,00	0,00
<i>Rol emocional</i>	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100,00	0,00
<i>Función social</i>	100	100	100	100	100	62,5	100	100	100	95,83	12,50
<i>Vitalidad</i>	90	95	85	70	65	55	70	80	90	77,78	13,49
<i>Salud mental</i>	88	96	92	100	84	52	84	88	96	86,67	14,14
<i>Dolor</i>	100	100	80	100	90	100	100	90	40	88,89	19,65
<i>Salud general</i>	100	100	86	95	70	85	80	75	90	86,78	10,59

SD: desviación estándar.

**Fuente:** elaboración propia.**Tabla 10.** Parámetros relacionados con la calidad de vida evaluada con el SF36

Variable	Preintervención		Posintervención		P
	Media	SD	Media	SD	
<i>Función física</i>	88,33	14,14	96,67	5,00	<b>0,03*</b>
<i>Rol funcional</i>	95,83	8,84	100,00	0,00	0,10
<i>Rol emocional</i>	98,14	5,56	100,00	0,00	0,17
<i>Función social</i>	90,56	16,24	95,83	12,50	0,25
<i>Vitalidad</i>	76,67	18,03	77,78	13,49	0,44
<i>Salud mental</i>	82,22	14,30	86,67	14,14	0,08
<i>Dolor</i>	83,06	20,83	88,89	19,65	0,30
<i>Salud general</i>	73,33	11,73	86,78	10,59	<b>0,001*</b>

**Nota aclaratoria:** (\*) indica significancia estadística ( $p \leq 0,05$ ), SD: desviación estándar.**Fuente:** elaboración propia.

## Discusión

Los principales hallazgos de este estudio muestran que la aplicación de un protocolo de 20 semanas de ejercicio físico no supervisado de entrenamiento de fuerza, resistencia aeróbica, con componentes de flexibilidad y equilibrio de 20 semanas de duración, adaptado a receptores de trasplante renal, indujo a mejoras en la flexibilidad, en los metros recorridos en el test de marcha de seis minutos, además de mejora en la fuerza de trenes inferior y superior, reportándose a la vez una mejora en los dominios de función física y salud en general del cuestionario de calidad de vida SF36.

Los resultados obtenidos coinciden en general y aumentan los de dos revisiones sistemáticas de los últimos dos años, donde se concluye que la intervención con ejercicios aumenta la tolerancia al mismo en los pacientes trasplantados, obteniendo beneficios significativos en su calidad de vida, fuerza muscular y capacidad aeróbica sin una mejora significativa en la función renal del aloinjerto [24,47].

Una revisión recomienda la aplicación de un entrenamiento con ejercicios que duren entre tres y seis meses de acuerdo con los resultados del metaanálisis, tiempo en el cual se llevó a cabo nuestro estudio, por lo que coincidimos con el antes mencionado [47]. A nuestro criterio y búsqueda, este es el primer estudio que se reporta en México sobre ejercicio en pacientes trasplantados de riñón y de la minoría que evalúa un perfil de actividad física más completo, el cual involucra la flexibilidad.

La aptitud física, la fuerza y la masa muscular se ven disminuidas en los pacientes trasplantados de riñón, lo que genera una menor calidad de vida como se menciona en un estudio de casos y controles, afectando principalmente los dominios de función física, rol físico, salud general y función social en la escala utilizada [48], similar a ello, en nuestro estudio se utilizó la misma escala de valoración; el cuestionario SF-36, donde los dominios de función física y salud general fueron los únicos que reportaron una mejora estadísticamente significativa, lo que confirma una vez más que la calidad de vida es influenciada por la condición física después del trasplante renal, estos resultados son de importancia clínica ya que los receptores de trasplantes de riñón sugieren que la calidad de vida es igual o más importante que el injerto después del trasplante [49].

El estudio mencionado anteriormente es de los pocos que evaluaron un perfil completo de actividad física similar al nuestro, los parámetros que se tomaron en su estudio y que coincidían con el nuestro fueron: presión manual mediante dinamómetro; flexibilidad de miembros inferiores, desde la posición de sedestación; test de agilidad, caminando 2,44 m, dar

la vuelta a un cono colocado en el suelo y regresar a la posición inicial; sentarse y levantarse de la silla durante un minuto y test de marcha de seis minutos, lo cual encaja con nuestros parámetros evaluados y coinciden sobre cuáles son los parámetros principalmente afectados después del trasplante renal, ya que se presentan valores significativamente menores y una mejoría significativa después de la aplicación de ejercicio [48].

Nuestros resultados también muestran que un programa de entrenamiento de fuerza, resistencia aeróbica, flexibilidad y equilibrio induce a mejoras en los valores medios de capacidad funcional, los cuales son significativamente más bajos en esta población al compararse con sujetos sanos [15, 48]. Se observaron también mejoras para la capacidad funcional, al evaluar a través de los metros recorridos en el test de marcha de seis minutos, lo cual se ha tomado un papel importante como predictor de mortalidad en pacientes trasplantados [50].

El entrenamiento de fuerza también resultó en un aumento en los resultados de dinamometría manual, lo cual es importante, ya que el deterioro de la fuerza de agarre manual se ha identificado como un factor de riesgo de morbilidad y mortalidad en este tipo de pacientes [51].

Se observó un incremento indirecto en la fuerza en miembros inferiores (se refleja en el aumento del número de repeticiones en el test “pararse-sentarse”), lo cual es también de gran importancia, ya que las pruebas funcionales como la mencionada se correlaciona con la calidad de vida y la función del injerto. Otra prueba funcional como la de “levántate y anda” también está correlacionada con la calidad de vida y la función del injerto, sin embargo, en nuestro estudio esta no llegó a cumplir resultados estadísticamente significativos, pero la mayoría de los pacientes sí tuvieron un cambio clínicamente significativo, esto probablemente por la poca población reportada en el presente [52].

En un estudio del 2014, se aplicó un protocolo de ejercicio aeróbico no supervisado en el hogar, evaluándose la potencia aeróbica mediante el test de marcha de seis minutos y la prueba “pararse y sentarse” para la cuantificación de fuerza muscular de las piernas, además de la prueba de “levántate y anda” para la agilidad funcional, y el test de “distancia dedos planta” para la flexibilidad, mostrando que el grupo de intervención mejora para todas las evaluaciones, demostrando que el ejercicio en el hogar genera beneficios en términos de perfil de capacidad física en general [53], coincidimos con lo afirmado en el estudio debido a que tenemos las mismas variables con significancia estadística a excepción del test “levántate y anda” y que nuestro estudio es de tipo domiciliario.

En relación con la variables de actitud cardiorrespiratoria afín con el test de marcha de seis minutos, en el cual hubo un aumento clínico y estadísticamente significativo, así como en la flexibilidad y la calidad de vida relacionada con la salud, se coincidió en su mayoría con los resultados de un estudio en 2019 [54], el cual reportó un protocolo de ejercicio realizado entre el sexto día y los dos meses después del procedimiento quirúrgico, encontrando diferencias estadísticamente significativas en el test de marcha de seis minutos (+44,4 m, P a 0,03), sin encontrar diferencias en la tasa de filtración glomerular y en la calidad de vida.

En nuestro estudio, el test de marcha arrojó un incremento posintervención de (+29,2m, P 0,012), y no se encontraron diferencias significativas en la tasa de filtración glomerular, pero sí en la calidad de vida, esto probablemente porque trabajamos no solo la capacidad aeróbica sino también fuerza, flexibilidad y equilibrio, por lo que pudo generar una percepción de mayor capacidad para realizar sus actividades de la vida diaria. En cuanto al aumento de los metros recorridos en el test de marcha de seis minutos, en nuestro estudio el aumento fue menor probablemente porque nuestro protocolo se realizó después de los seis meses postrasplante y, según Gallagher-Lepak [55], los incrementos más importantes en la condición física se producen durante los primeros seis meses después del trasplante, tiempo en el que se realizó el primer estudio mencionado y tras un año de la intervención se produce un *plateau* en la funcionalidad.

## Conclusiones

La aplicación de un programa de ejercicio físico no supervisado, adaptado a pacientes receptores de trasplante renal, demostró mejoras en: la fuerza de prensión manual, en los metros recorridos en el test de marcha 6 minutos, la flexibilidad y en la calidad de vida autopercebida.

En espera de futuros estudios realizados en México, los resultados obtenidos en el nuestro aportan información de utilidad para la aplicación de ejercicio en este tipo de población en nuestro país, el cual debería ser considerado una parte importante del cuidado integral del paciente postrasplantado e incluso del paciente con enfermedad renal, a fin de evitar el deterioro progresivo en la condición física y la capacidad funcional que pueda comprometer la salud del injerto.

El estudio presenta algunas limitaciones tales como la baja muestra del estudio, lo cual se debió principalmente a la pandemia por SARS-CoV-2 que impidió que se pudiera reclutar una mayor población de estudio y por la suspensión de actividades para este tipo de pacientes en el hospital. Es necesario realizar estudios con mayor población, ya que se necesitarán más in-

vestigaciones para determinar viabilidad, aceptabilidad y eficacia de estas formas innovadoras de entregar programas de ejercicios para pacientes trasplantados en México.

## **Responsabilidades éticas**

Se declara que los procedimientos seguidos en el presente estudio van de acuerdo con las normas éticas del comité de experimentación humana responsable y según la declaración de Helsinki.

También se declara que se han seguido los protocolos de confidencialidad sobre la publicación de datos de pacientes del centro de trabajo donde se realizó el presente estudio.

Por último, se declara que se ha obtenido el consentimiento informado de los pacientes referidos en el artículo y estos documentos están en poder del autor de correspondencia.

En cuanto a las consideraciones ética todos los autores declaramos que, como parte del procedimiento para la participación de cada paciente en el estudio, se les solicitó firmar el consentimiento informado, antes de eso cada paciente pudo realizar las preguntas necesarias al investigador y decidió, con absoluta libertad, su participación, los consentimientos informados de cada uno de los participantes de este estudio están en el poder del autor de correspondencia.

La presente investigación y los procedimientos realizados con los pacientes se apegaron a las directrices éticas de la declaración de Helsinki y el estudio fue aprobado por el Comité de Investigación del Hospital Regional de Alta Especialidad del Bajío (León, México), con el número de registro CI/HRAEB/003/2020, y ante la Comisión Nacional de Bioética, bajo el número de registro CEI-05-2020.

El presente artículo no contiene información personal de los pacientes, con la cual se pudiera reconocerlos o identificarlos, ya que se ha preservado totalmente su anonimato.

## **Contribución de los autores**

MJP: búsqueda bibliográfica, elaboración del protocolo de intervención, recolección de datos y seguimiento, interpretación de datos, elaboración de manuscrito, corrección y edición del manuscrito; CPV: elaboración del protocolo de intervención, interpretación de datos y elaboración del manuscrito; KB: elaboración de protocolo de intervención, recolección de datos y seguimiento e interpretación de datos.

## Declaración de fuentes de financiación

Los autores declaran que no tuvieron fuentes de financiación de terceros, todo fue financiado con recursos propios de los autores.

## Conflictos de interés

Los autores declaran no tener conflictos de interés relacionados con el contenido de este manuscrito.

## Referencias

- [1] Rojas-Padilla I, Zambrano-Ríos D, Matta-Miramar A. Evaluación de la influencia del estado nutricional en el control de Diabetes mellitus tipo 2. *Duazary*. 2020;17(2):10-9. <https://doi.org/10.21676/2389783X.3232> ↑Ver página
- [2] Aguilera-Méndez A, Nieto-Aguilar R, Serrato-Ochoa D, Manuel-Jacobo GC. La hipertensión arterial y el riñón: El dúo fatídico de las enfermedades crónicas no transmisibles. *Investig Cienc Univ Autónoma Aguascalientes*. 2020;(79):84-92. <https://doi.org/10.33064/iycuaa2020792961> ↑Ver página
- [3] Rafael L, López-Ocañac LR. Carga de la enfermedad renal crónica en México. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc*. 2017;55(2):118-23. ↑Ver página 3
- [4] Ruiz-Mejía R, Ortega-Olivares LM, Méndez-Durán A. El gran reto del Gobierno en la salud pública de México: la nefropatía diabética como causa principal de enfermedad renal crónica. *Gac Médica Bilbao [Internet]*. 2020;117(3):245-56. Disponible en: <http://gacetamedicabilbao.eus/index.php/gacetamedicabilbao/article/view/806> ↑Ver página 3
- [5] Aldrete-Velasco J, Chiquete E, Rodríguez-García J, Rincón-Pedrero R, Correa- Rotter R, Peña-García R, *et al*. Mortalidad por enfermedad renal crónica y su relación con la diabetes en México. *Med Interna Mex*. 2018;34(4):536-50. ↑Ver página 3
- [6] Sánchez-Cedillo A, Cruz-Santiago J, Mariño-Rojas FB, Hernández-Estrada S, García-Ramírez C. Carga de la enfermedad: insuficiencia renal, diálisis-hemodiálisis y trasplante renal en México. Costo de la enfermedad. *Rev Mex Traspl*. 2020;9(1):15-25. <https://doi.org/10.35366/94025> ↑Ver página 3

- [7] Cenatra. Reporte anual 2019 de donación y trasplantes en México [Internet]. 2019. p. 1-81. Disponible en: [http://cenatra.salud.gob.mx/transparencia/trasplante\\_estadisticas.html](http://cenatra.salud.gob.mx/transparencia/trasplante_estadisticas.html) ↑Ver página 3
- [8] Mathur S, Janaudis-Ferreira T, Wickerson L, Singer LG, Patcai J, Rozenberg D, *et al.* Meeting report: Consensus recommendations for a research agenda in exercise in solid organ transplantation. *Am J Transplant.* 2014;14(10):2235-45. <https://doi.org/10.1111/ajt.12874> ↑Ver página 3, 4
- [9] Gillis KA, Patel RK, Jardine AG. Cardiovascular complications after transplantation: Treatment options in solid organ recipients. *Transplant Rev [Internet].* 2014;28(2):47-55. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.trre.2013.12.001> ↑Ver página 3
- [10] Bauman AE, Reis RS, Sallis JF, Wells JC, Loos RJF, Martin BW, *et al.* Correlates of physical activity: Why are some people physically active and others not? *Lancet.* 2012;380(9838):258-71. <https://doi.org/10.1016/j.trre.2013.12.001> ↑Ver página 3
- [11] Balaska A, Pistolas Di, Koukoulaki M, Alassas Di, Drakopoulos S, Kaklamanos I, *et al.* Changes in Health-Related Quality of Life in Greek Adult Patients Two Years after Successful Renal Transplantation. *Bantao J.* 2016 jun. 27;14(1):30-3. <https://doi.org/10.1515/bj-2016-0007> ↑Ver página 3
- [12] Adrichem EJ Van, Ageing H, Care AH, Dekker R, Krijnen WP, Ageing H, *et al.* Physical Activity, Sedentary Time, and Associated Factors in Recipients of Solid-Organ Transplantation. *Phys Ther.* 2018;98(8):646-57. <https://doi.org/10.1093/ptj/pzy055> ↑Ver página 3
- [13] Oterdoom LH, van Ree RM, de Vries APJ, Gansevoort RT, Schouten JP, van Son WJ, *et al.* Urinary Creatinine Excretion Reflecting Muscle Mass is a Predictor of Mortality and Graft Loss in Renal Transplant Recipients. *Transplantation.* 2008 ag. 15;86(3):391-8. <https://doi.org/10.1097/TP.0b013e3181788aea> ↑Ver página 4
- [14] Huang KS, Cheah SC, Kee TY, Ng CL. Physical function and body composition in kidney transplant recipients over time with physiotherapy intervention. *Proc Singapore Healthc.* 2015 en. 1;24(4):208-12. <https://doi.org/10.1177/2010105815611817> ↑Ver página 4, 5
- [15] Yang D, Robinson L, Selinski C, Bajakian T, Mejia C, Harhay MN. Physical Function in Kidney Transplantation: Current Knowledge and Future Directions. *Curr Transplant Reports.* 2020;7(2):46-55. <https://doi.org/10.1007/s40472-020-00271-5> ↑Ver página 4, 18

- [16] Chen G, Gao L, Li X. Effects of exercise training on cardiovascular risk factors in kidney transplant recipients: a systematic review and meta-analysis. *Ren Fail.* 2019 en. 1;41(1):408-18. <https://doi.org/10.1080/0886022X.2019.1611602> ↑Ver página 4
- [17] Greenwood SA, Koufaki P, Mercer TH, MacLaughlin HL, Rush R, Lindup H, *et al.* Effect of exercise training on estimated GFR, vascular health, and cardiorespiratory fitness in patients with CKD: A pilot randomized controlled trial. *Am J Kidney Dis.* 2015 mzo. 1;65(3):425-34. <https://doi.org/10.1053/j.ajkd.2014.07.015> ↑Ver página 4
- [18] Pit'ha J, Králová Lesná I, Stávek P, Mahrová A, Racek J, Sekerková A, *et al.* Effect of exercise on markers of vascular health in renal transplant recipients. *Physiol Res* [Internet]. 2015;64(6):945-9. <https://doi.org/10.33549/physiolres.933123> ↑Ver página 4
- [19] Hernández-Sánchez S, Carrero JJ, Morales JS, Ruiz JR. Effects of a resistance training program in kidney transplant recipients: A randomized controlled trial. *Scand J Med Sci Sport.* 2021;31(2):473-9. <https://doi.org/10.1111/sms.13853> ↑Ver página 4
- [20] Takahashi A, Hu SL, Bostom A. Physical Activity in Kidney Transplant Recipients: A Review. *Am J Kidney Dis.* 2018;72:433-43. <https://doi.org/10.1053/j.ajkd.2017.12.005> ↑Ver página 4
- [21] Hiraki K, Shibagaki Y, Izawa KP, Hotta C, Wakamiya A, Sakurada T, *et al.* Effects of home-based exercise on pre-dialysis chronic kidney disease patients: A randomized pilot and feasibility trial. *BMC Nephrol.* 2017;18(1):1-7. <https://doi.org/10.1186/s12882-017-0613-7> ↑Ver página 4
- [22] Gomes TS, Aoike DT, Baria F, Graciolli FG, Moyses RM, Cuppari L. Effect of Aerobic Exercise on Markers of Bone Metabolism of Overweight and Obese Patients With Chronic Kidney Disease. *J Ren Nutr.* 2017;27(5):364-71. <https://doi.org/10.1053/j.jrn.2017.04.009> ↑Ver página 4
- [23] Aoike DT, Baria F, Kamimura MA, Ammirati A, Cuppari L. Home-based versus center-based aerobic exercise on cardiopulmonary performance, physical function, quality of life and quality of sleep of overweight patients with chronic kidney disease. *Clin Exp Nephrol.* 2018;22(1):87-98. <https://doi.org/10.1007/s10157-017-1429-2> ↑Ver página 4
- [24] Calella P, Hernández-Sánchez S, Garofalo C, Ruiz JR, Carrero JJ, Bellizzi V. Exercise training in kidney transplant recipients: a systematic review. *J Nephrol.* 2019 ag. 16;32(4):567-79. <https://doi.org/10.1007/s40620-019-00583-5> ↑Ver página 4, 5, 7, 17

- [25] Villanego F, Naranjo J, Vigara LA, Cazorla JM, Montero ME, García T, *et al.* Impacto del ejercicio físico en pacientes con enfermedad renal crónica: revisión sistemática y metaanálisis [Internet]. *Nefrol.* 2020;40:237-52. <https://doi.org/10.1016/j.nefro.2020.01.002> ↑Ver página 4
- [26] Fernández-Lara MJ, Ibarra-Cornejo JL, Aguas-Alveal EV, González-Tapia CE, Quidequeo-Reffers DG. Beneficios del ejercicio físico en pacientes con enfermedad renal crónica en hemodiálisis. *Enfer Nefrol.* 2018;21(2):167-81. <https://doi.org/10.4321/S2254-28842018000200008> ↑Ver página 4
- [27] Junqué-Jiménez A, Montoya-Ariza Á, Fernández-Parra Y, Andreu-Periz D, Segura-Ortí E. Resultados de un programa de ejercicio físico domiciliario en pacientes con enfermedad renal. *Enfer Nefrol.* 2020;23(4):371-9. <https://doi.org/10.37551/S2254-28842020038> ↑Ver página 4
- [28] Nixon AC, Bampouras TM, Gooch HJ, Young HM, Finlayson KW, Pendleton N, *et al.* Home-based exercise for people living with frailty and chronic kidney disease: A mixed-methods pilot randomised controlled trial. *PLoS One.* 2021;16(7):1-16. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0251652> ↑Ver página 4
- [29] Tang Q, Yang B, Fan F, Li P, Yang L, Guo Y. Effects of individualized exercise program on physical function, psychological dimensions, and health-related quality of life in patients with chronic kidney disease: A randomized controlled trial in China. *Int J Nurs Pract.* 2017;23(2):1-8. <https://doi.org/10.1111/ijn.12519> ↑Ver página 4
- [30] Valdés-Badilla P, Concha-Cisternas Y, Guzmán-Muñoz E, Ortega-Spuler J, Vargas-Vitoria R. Valores de referencia para la batería de pruebas Senior Fitness Test en mujeres mayores chilenas físicamente activas. *Rev Med Chile.* 2018;146(10). <https://doi.org/10.4067/S0034-98872018001001143> ↑Ver página 5
- [31] Rikli RE, Jones J. Senior fitness test manual. 2da edición. *Human Kinetics*;2013. ↑Ver página 5
- [32] Pérez-Loredo J, Lavorato CA, Negri AL. Tasa de filtración glomerular medida y estimada. Numerosos métodos de medición (Parte I). *Rev Nefrol Diálisis Transpl.* 2015;35(3):1-7. ↑Ver página 6
- [33] Bautista-González IJ. Diseño y validación de una escala de percepción de la velocidad para monitorizar la intensidad en el entrenamiento de la fuerza. Universidad de Granada; 2013. ↑Ver página 6

- [34] Corrêa H, Deus L, Neves R, Reis A, de Freitas G, de Araújo T, *et al.* Influence of Angiotensin Converting Enzyme I/D Polymorphism on Hemodynamic and Antioxidant Response to Long-Term Intradialytic Resistance Training in Patients With Chronic Kidney Disease. *J Strength Cond Res.* 2021;35(10):2902-9. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000004096> ↑Ver página 6
- [35] Aguayo M, Newmann A, Lobo B, Cárdenas S, Silva O, Aguayo PM, *et al.* Investigación original Efectividad de un entrenamiento cardiorrespiratorio, muscular y ventilatorio en el rendimiento aeróbico de pacientes hemodializados. *Rev Colomb Nefrol.* 2020;7(1). ↑Ver página 6
- [36] Fernández-Lázaro D, Mielgo-Ayuso J, Lázaro-Asensio MP, Martínez AC, Caballero-García A, Fernández-Lázaro CI. Intradialytic physical exercise in chronic kidney disease: A systematic review of health outcomes. *Arch Med del Deport.* 2020;37(6):419-29. <https://doi.org/10.18176/archmeddeporte.00017> ↑Ver página 7
- [37] Méndez OA, Mora JL, Reyes JP, Ariza GE. Efectos de un programa de ejercicio aeróbico submáximo sobre el rendimiento cardiorrespiratorio y la potencia anaeróbica. 2020;22(40):279-92. ↑Ver página 7
- [38] Filipčič T, Bogataj Š, Pajek J, Pajek M. Physical activity and quality of life in hemodialysis patients and healthy controls: A cross-sectional study. *Int J Environ Res Public Health.* 2021;18(4):1-10. <https://doi.org/10.3390/ijerph18041978> ↑Ver página 9
- [39] González-Cantero JO, González-Becerra VH, Salazar-Estrada JG. Gaudibilidad y percepción de estado de salud en una muestra mexicana. *Acta Colomb Psicol.* 2019;22(2):13-20. <https://doi.org/10.14718/ACP.2019.22.2.2> ↑Ver página 9
- [40] Romero-Reyes M, Moreno-Egea A, Gómez López VE, Alcántara-Crespo M, Crespo-Montero R. Análisis comparativo entre la calidad de vida del paciente trasplantado renal y el paciente en hemodiálisis. *Enfer Nefrol.* 2021;24(2):129-38. <https://doi.org/10.37551/S2254-28842021015> ↑Ver página 9
- [41] Flores LF, Torres BM. Vista de instrumentos de evaluación de la calidad de vida en pacientes con enfermedad renal crónica en hemodiálisis: Una revisión sistemática. *Rev Nefrol Dial Traspl [Internet].* 2020;40:129-38. Disponible en: <https://www.revistarenal.org.ar/index.php/rndt/article/view/522/1018> ↑Ver página 9

- [42] Díaz-Muñoz GA, Callejas-Martínez P, Cuesta-Malagón V. Concordancia-conformidad entre los dinamómetros de mano Camry y Jamar en adultos. *Rev Nutr Clínica y Metab.* 2018;1(1):35-41. <https://doi.org/10.35454/rncm.v1n1.075> ↑Ver página 9
- [43] de Villar LOP, Martínez-Olmos FJ, Junqué-Jiménez A, Amer-Cuenca JJ, Martínez-Gramage J, Mercer T, *et al.* Test-retest reliability and minimal detectable change scores for the short physical performance battery, one-legged standing test and timed up and go test in patients undergoing hemodialysis. *PLoS One.* 2018;13(8):1-16. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201035> ↑Ver página 10
- [44] Cobo-Mejía EA, González ME, Castillo LY, Niño DM, Pacheco AM, Sandoval- Cuellar C. Confiabilidad del Senior Fitness Test versión en español, para población adulta mayor en Tunja-Colombia. 2016;33(6):382-6. ↑Ver página 10
- [45] Ayala F, Sainz-De Baranda P, De Ste-Croix M, Santonja F. Reliability and validity of sit-and-reach tests: Systematic review. *Rev Andaluza Med del Deport.* 2012;5(2):57-66. [https://doi.org/10.1016/S1888-7546\(12\)70010-2](https://doi.org/10.1016/S1888-7546(12)70010-2) ↑Ver página 10
- [46] American Thoracic Society. Statement: Guidelines for the Six-Minute Walk Test. 2002;166:111-7. <https://doi.org/10.1164/ajrccm.166.1.at1102> ↑Ver página 10
- [47] Oguchi H, Tsujita M, Yazawa M, Kawaguchi T, Hoshino J, Kohzuki M, *et al.* The efficacy of exercise training in kidney transplant recipients: a meta-analysis and systematic review. *Clin Exp Nephrol.* 2019 febr. 15;23(2):275-84. <https://doi.org/10.1007/s10157-018-1633-8> ↑Ver página 17
- [48] Hernández-Sánchez S, Carrero JJ, García-López D, Herrero-Alonso JA, Menéndez- Alegre H, Ruiz JR. Forma física y calidad de vida en pacientes trasplantados de riñón: estudio de casos y controles. *Med Clin (Barc).* 2016;146(8):335-8. <https://doi.org/10.1016/j.medcli.2016.01.017> ↑Ver página 17, 18
- [49] Tong A, Gill J, Budde K, Marson L, Reese PP, Rosenbloom D, *et al.* Report of the Standardized Outcomes in Nephrology-Kidney Transplantation. *Transplantation.* 2018;101(8):1887-96. <https://doi.org/10.1097/TP.0000000000001774> ↑Ver página 17
- [50] Moya-Nájera D, Borreani S, Moya-Herrera Á, Calatayud J, López-Andújar R, Colado JC. ¿Es perjudicial el ejercicio físico para el trasplantado de hígado? Revisión de la literatura. *Cir Esp.* 2016;94(1):4-10. <https://doi.org/10.1016/j.ciresp.2015.07.002> ↑Ver página 18

- [51] Chan W, Chin SH, Whittaker AC, Jones D, Kaur O, Bosch JA, *et al.* The Associations of Muscle Strength, Muscle Mass, and Adiposity With Clinical Outcomes and Quality of Life in Prevalent Kidney Transplant Recipients. *J Ren Nutr.* 2019;29(6):536-47. <https://doi.org/10.1053/j.jrn.2019.06.009> ↑Ver página 18
- [52] Esposito P, Furini F, Gregorini M, Pattonieri EF, Corradetti V, La Porta E, *et al.* Global Performance Status Score: A New Tool to Assess Physical Performance in Kidney Transplant Patients. *Transplant Proc.* 2017;49(6):1270-5. <https://doi.org/10.1016/j.transproceed.2017.02.052> ↑Ver página 18
- [53] Aoike DT, Baria F, Kamimura MA, Ammirati A, de Mello MT, Cuppari L. Impact of home-based aerobic exercise on the physical capacity of overweight patients with chronic kidney disease. *Int Urol Nephrol.* 2015;47(2):359-67. <https://doi.org/10.1007/s11255-014-0894-8> ↑Ver página 18
- [54] Yamamoto S, Matsuzawa R, Kamitani T, Hoshi K, Ishii D, Noguchi F, *et al.* Efficacy of Exercise Therapy Initiated in the Early Phase After Kidney Transplantation: A Pilot Study. *J Ren Nutr.* 2019;(19):1051-2276. ↑Ver página 19
- [55] Gallagher-Lepak S. Functional capacity and activity level before and after renal transplantation. *ANNA J.* 1991;18(4):378-82. ↑Ver página 19