

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE MEDICINA



SEGURIDAD Y CAMBIOS EN EL DESEMPEÑO FÍSICO DEL
EJERCICIO INTRADIALÍTICO EN PACIENTES CON
HEMODIÁLISIS DE MANTENIMIENTO

POR

ROGELIO DE JESÚS CASTOR HERNÁNDEZ

Como requisito parcial para obtener el grado de
ESPECIALISTA EN NEFROLOGÍA



Aprobación por el comité de tesis

SEGURIDAD Y CAMBIOS EN EL DESEMPEÑO FÍSICO DEL EJERCICIO INTRADIALÍTICO EN PACIENTES CON HEMODIÁLISIS DE MANTENIMIENTO

Aprobación de la tesis

Dra. Mónica Sánchez Cárdenas
Directora de tesis

Dra. Mara Cecilia Olivo Gutiérrez
*Codirectora de tesis
Jefa del Servicio de Nefrología*

Dra. Elisa María Guadalupe Guerrero
González
*Coordinadora del Posgrado de
Nefrología*

Dra. Lilia María Rizo Topete
Coordinadora de Investigación

Dr. Felipe Arturo Morales Martínez
Subdirector de Estudios de Posgrado



Declaratoria de los lugares donde se desarrolló el trabajo

SEGURIDAD Y CAMBIOS EN EL DESEMPEÑO FÍSICO DEL EJERCICIO INTRADIALÍTICO EN PACIENTES CON HEMODIÁLISIS DE MANTENIMIENTO

Este trabajo fue realizado en las instalaciones del Hospital Universitario “Dr. José Eleuterio González” en Monterrey, Nuevo León, del Departamento de Nefología, en la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de Nuevo León, bajo la dirección de la Dra. Mónica Sánchez Cárdenas y la codirección de la Dra. Mara Cecilia Olivo Gutiérrez

Dra. Mónica Sánchez Cárdenas
Directora de tesis

Dra. Mara Cecilia Olivo Gutiérrez
Codirectora de tesis

Agradecimientos

Agradezco a la Universidad Autónoma de Nuevo León que me permitió trabajar con su población.

Agradezco al Servicio de Nefrología en especial a la Dra. Mara por facilitar el material necesario para este proyecto.

Agradezco a la Secretaría de Salud que proporcionó la beca correspondiente a la residencia médica durante esto tres años.

Agradezco a los estudiantes de pregrado que formaron parte del trabajo de campo: Tanya, Axel, Jorge, Angel, Yahir, Miriam, Kenia y Melissa.

Dedicatoria

A mis padres que me dieron la oportunidad de recibir una educación plena y me apoyaron todos estos años de formación con amor y cariño.

A mi hermana Jessica, su esposo y mi sobrina Ana Regina a quienes amo con toda el alma y velaré por ellos siempre.

Índice

Aprobación por el comité de tesis	II
Declaratoria de los lugares donde se desarrolló el trabajo	III
Agradecimientos	IV
Dedicatoria	IV
Índice	V
Lista de tablas	VII
Lista de figuras	VIII
Lista de anexos	IX
Resumen	X
Abstract	XI
Capítulo I. Introducción	XII
Marco teórico	1
La Enfermedad Renal Crónica Como un Problema de Salud	1
Baja Actividad Física y sus Consecuencias en Pacientes en Hemodiálisis	2
El Ejercicio Intradialítico como Estrategia de Intervención	2
Antecedentes	4
Protocolos de Intervención más Comunes	4
Efectos sobre la Función Física y la Capacidad de Ejercicio	4
Efectos Cardiovasculares y Metabólicos	5
Aspectos Moleculares y Adherencia al Tratamiento	5
Limitaciones y Consideraciones	6
Justificación	6
Capítulo II. Hipótesis	7
Hipótesis alterna	8
Hipótesis nula	8
Capítulo III. Objetivos	9
Objetivo Primario	10
Objetivo Secundario	10
Capítulo IV. Material y métodos	11
Material y Métodos	12
Sede, diseño y población de estudio:	12
Metodología:	12
Descripción de las variables:	18
Tamaño de la muestra	20
Análisis estadístico	20
Mecanismos de Confidencialidad:	20
Consentimiento informado:	21

Consideraciones éticas:	21
Capítulo V. Resultados	22
Resultados	23
Objetivo primario	25
Objetivos secundarios	27
Eventos adversos	28
Análisis post-hoc	29
Capítulo VI. Discusión	33
Discusión	34
Capítulo VII. Anexos	36
Capítulo VIII. Bibliografía	46
Referencias	47
Capítulo IX. Publicaciones del tesista	50
Capítulo X. Resumen biográfico del tesista	55
Biografía del tesista	56

Lista de tablas

Tabla 1 Cronograma de trabajo	13
Tabla 2 Descripción de variables	13
Tabla 3. Características base de la cohorte.....	23
Tabla 4 Desenlaces primarios y secundarios	26
Tabla 5 Eventos adversos (por sesión de hemodiálisis).....	28
Tabla 6 Participantes de 65 años o más vs participantes menores de 65 años	29
Tabla 7 Participantes con Hb inicial de 9.0 gr/dl vs pacientes con Hb inicial < 9.0 gr/dl	30
Tabla 8 Participantes que promediaron 3000 rotaciones/sesión o más vs participantes que promediaron menos de 3000 rotaciones/sesión	30
Tabla 9 Participantes que promediaron 3500 rotaciones por sesión o más vs participantes que promediaron < 3500 rotaciones/sesión	31
Tabla 10 Participantes que reciben 2 sesiones/semana vs los que reciben 3 sesiones/semana	31

Lista de figuras

Figura 1 Flujograma de reclutamiento	25
Figura 2 Prueba de caminata de 6 minutos inicial vs. final	27
Figura 3 Ganancia interdialítica (kg) inicial vs final	28
Figura 4 Frecuencia de eventos adversos	29
Figura 5 Comparación de subgrupos analizados	32

Lista de anexos

Anexo 1 Formato de control de variables en las sesiones de hemodiálisis con ejercicio intradialítico (anverso).....	37
Anexo 2 Formato de control de variables en las sesiones de hemodiálisis con ejercicio intradialítico (reverso)	38
Anexo 3 Consentimiento informado.....	39

Resumen

Introducción: La Enfermedad Renal Crónica (ERC) en terapia de Hemodiálisis (HD) se asocia a una baja actividad física, alta comorbilidad y una capacidad funcional reducida. El ejercicio intradialítico ha demostrado ser una estrategia prometedora, aunque la evidencia sobre la factibilidad y los efectos sistémicos, como el control de volumen, es variable en poblaciones con alta complejidad clínica.

Objetivo: Evaluar el efecto de un programa de ejercicio aeróbico intradialítico de 8 semanas de duración en la capacidad funcional (medida por la Prueba de Caminata de Seis Minutos, PC6M) y en parámetros clínicos en pacientes con ERC en HD con alta comorbilidad.

Métodos: Se realizó un estudio de intervención prospectivo con una cohorte de 36 pacientes en HD de un único centro, de los cuales 32 completaron la intervención. El programa consistió en ejercicio aeróbico con cicloergómetro durante la sesión de diálisis, tres veces por semana, durante ocho semanas. Se evaluó la PC6M, la Ganancia Interdialítica (GID) y los eventos adversos (EA). El cumplimiento promedio de las sesiones de ejercicio fue del 89.08%.

Resultados: Se observó una mejoría estadísticamente significativa en la capacidad funcional. La distancia promedio recorrida en la PC6M aumentó de 283.7 (± 85.2) al inicio a 302.1 (± 55.0) metros al finalizar la intervención ($p=0.017$), lo que representa una ganancia de 18.4 metros. Adicionalmente, se encontró una reducción significativa en la Ganancia Interdialítica promedio, de 2.74 kg a 2.07 kg ($p=0.037$). El 59.4% de los participantes presentó algún evento adverso, siendo el dolor de piernas (5.13%) y la hipotensión intradialítica (3.5%) los más frecuentes, sin registrarse eventos anginosos.

Conclusión: El programa de ejercicio aeróbico intradialítico de 8 semanas demostró ser seguro, altamente factible (cumplimiento 90%) y efectivo para mejorar la capacidad funcional y, notablemente, para reducir la Ganancia Interdialítica en una población con alta comorbilidad. Se sugiere que esta intervención debe ser considerada como terapia coadyuvante para el manejo del volumen.

Abstract

Introduction: Chronic Kidney Disease (CKD) patients undergoing maintenance Hemodialysis (HD) typically present with low physical activity, high comorbidity, and severely reduced functional capacity. Intradialytic exercise is a recognized, yet variably implemented, strategy. This study assessed the efficacy and safety of a short-term aerobic intradialytic exercise program in a high-comorbidity cohort.

Objective: To evaluate the effect of an 8-week aerobic intradialytic exercise program on functional capacity (measured by the 6-Minute Walk Test, 6MWT) and clinical parameters in CKD patients on HD.

Methods: This was a prospective intervention study conducted with a single-center cohort of 36 HD patients, of whom 32 completed the intervention. The program consisted of aerobic cycling three times per week for eight weeks. Primary outcomes included changes in the 6MWT distance, Intradialytic Weight Gain (IDWG), and adverse events (AEs). The mean exercise session compliance was 89.08%.

Results: A statistically significant improvement was observed in functional capacity. The mean distance covered in the 6MWT increased from 283.7 ± 85.2 mts at baseline to 302.1 ± 55.0 mts post-intervention ($p=0.017$), a gain of 18.4 meters. Furthermore, a significant reduction in mean IDWG was noted, decreasing from 2.74 kg to 2.07 kg ($p=0.037$). AEs were reported in 59.4% of participants, with leg pain (5.13%) and intradialytic hypotension (3.5%) being the most frequent, confirming protocol safety as no anginal episodes were registered.

Conclusion: The 8-week intradialytic aerobic exercise program proved to be safe, highly feasible (~90% compliance), and effective in improving functional capacity and, notably, in reducing IDWG in a high-comorbidity population. The intervention should be considered a valuable coadjuvant therapy for volume management in HD patients.

Capítulo I. Introducción

Marco teórico

La Enfermedad Renal Crónica Como un Problema de Salud

La Enfermedad Renal Crónica (ERC) constituye una entidad de salud pública con importantes implicaciones en la morbilidad y mortalidad a nivel mundial, afectando aproximadamente al 10% de la población global (T. K. Chen et al., 2023).

En el contexto mexicano, la situación es particularmente alarmante. *Según el Global Burden Disease*, México presenta una prevalencia de 9,785 por 100,000 habitantes y una tasa de mortalidad de 53.4 defunciones por 100,000 habitantes, posicionándose como la quinta causa de muerte en el país con una tendencia ascendente (Argaiz et al., 2023). Datos de la Encuesta Nacional de Salud (ENSANUT) 2022 confirmaron un crecimiento significativo en el daño renal (incluyendo infecciones urinarias, litiasis y ERC), reportando una prevalencia del 22.8% en los encuestados, en contraste con el 14.9% reportado en 2018 (Escamilla-Núñez et al., 2023). Este aumento fue notablemente mayor en mujeres (de 19.5% a 29.6%) en comparación con los hombres (de 9.3% a 15.4%) en el mismo período.

Las proyecciones futuras subrayan la gravedad del problema, ya que la ERC se ubica como la quinta causa global de años de vida perdidos y como la principal causa en países de Centroamérica hacia 2040 (Foreman et al., 2018). La progresión de la ERC incrementa la morbilidad, mortalidad y los costos sanitarios, haciendo que la Terapia de Reemplazo Renal (TRR) sea indispensable para la supervivencia. La hemodiálisis (HD) es la TRR más común, representando el 69% de todas las terapias de reemplazo renal y el 89% de las diálisis (Bello et al., 2022). Un estudio retrospectivo en México estimó el costo de atención anual por paciente en hemodiálisis en \$783,780.44 pesos mexicanos, con la mayor parte del gasto destinada a las sesiones de HD (50.8%) y a las complicaciones asociadas (39%) (Sánchez-Cedillo et al., 2020).

Baja Actividad Física y sus Consecuencias en Pacientes en Hemodiálisis

Una característica prevalente en los pacientes con ERC en hemodiálisis de mantenimiento es la baja actividad física, un factor que contribuye directamente al aumento de su morbilidad y mortalidad (Fang et al., 2020).

La relación entre actividad física y supervivencia ha sido bien documentada. El estudio de Johansen y colaboradores (2013), que analizó a 1,678 pacientes en HD, encontró que el 57.3% se reportó en la categoría de baja condición física. Los hallazgos mostraron una asociación inversamente proporcional entre la actividad física y la mortalidad, aterosclerosis, falla cardíaca y diabetes mellitus.

Específicamente, los pacientes con menor condición física presentaron tasas de mortalidad 3.5 veces mayores que aquellos con condición promedio o superior, sugiriendo una clara respuesta relacionada con la dosis de actividad física (Johansen et al., 2013).

Esta tendencia se ve reforzada por los datos del estudio DOPPS, donde el 43.9% de los participantes nunca se había ejercitado. Sin embargo, los sujetos que se ejercitaban al menos una vez por semana reportaron puntajes más altos de calidad de vida y una menor mortalidad (HR = 0.73, $p < 0.0001$) en comparación con aquellos que no lo hacían, manteniendo una relación de dosis-efecto donde mayor frecuencia de ejercicio se asociaba a menor riesgo de muerte (Tentori et al., 2010). Este déficit de actividad física es preocupante, especialmente considerando que la diálisis es un proceso catabólico, lo que incrementa el riesgo de gasto energético y puede exacerbar la descomposición de proteínas musculares (Fang et al., 2020). De hecho, una cohorte de la ERA-EDTA de países europeos, que incluyó a más de 123,000 participantes, reportó una mortalidad del 35% en un seguimiento de tres años tras el inicio de la hemodiálisis, con la causa cardiovascular a la cabeza (39.1%) (De Jager et al., 2009).

El Ejercicio Intradialítico como Estrategia de Intervención

Ante el riesgo asociado a la inactividad, las intervenciones de ejercicio intradialítico han surgido como una estrategia prometedora, principalmente porque el tiempo que los pacientes pasan conectados a la máquina hace que el procedimiento sea más factible y teóricamente promueva un mayor apego al tratamiento. A pesar de esta

ventaja de factibilidad, la implementación aún es limitada, con programas de ejercicio intradialítico existiendo en menos del 10% de los centros de hemodiálisis a nivel global (Fang et al., 2020).

Los beneficios potenciales del ejercicio intradialítico, particularmente el ciclismo, se han documentado en diversas áreas:

- *Salud Cardiovascular*: Metaanálisis han documentado una reducción pequeña, pero significativa, de la presión arterial sistólica y diastólica, si bien otros estudios no han encontrado efectos significativos en la presión arterial (Fang et al., 2020).
- *Función física*: Los efectos en la función física han sido demostrados, aunque en ocasiones modestos e inconsistentes. La principal ventaja del ejercicio de resistencia se ha observado en la mejora de la fuerza muscular, mientras que los cambios en la masa muscular han sido más modestos o inconsistentes (Fang et al., 2020).

A pesar de estas inconsistencias en algunos parámetros, existe un amplio reconocimiento de que la salud y la calidad de vida de los pacientes en hemodiálisis mejoran con el aumento de la actividad física (Fang et al., 2020).

Antecedentes

Protocolos de Intervención más Comunes

Los programas de ejercicio implementados durante la hemodiálisis generalmente se clasifican en actividades aeróbicas y de resistencia.

El ciclismo intradiálisis es el protocolo aeróbico más estudiado y utilizado a nivel mundial. Consiste en pedalear un ciclo ergómetro (bicicleta) durante la sesión de HD, típicamente de dos a tres veces por semana, con una duración de 30 minutos por sesión y una intensidad moderada (Fang et al., 2020).

Los protocolos de resistencia se enfocan en ejercicios de las extremidades inferiores, utilizando pesas de tobillos, bandas de resistencia o máquinas adaptadas a la silla del paciente. Se realizan generalmente de 1 a 3 series por ejercicio, dos a tres veces por semana, con una intensidad que varía de baja a moderada (Fang et al., 2020).

Efectos sobre la Función Física y la Capacidad de Ejercicio

Una de las áreas con mayor evidencia de beneficio es la mejora en la función física, aunque la magnitud de los resultados varía:

Prueba de Caminata de Seis Minutos (6MWT): Un metaanálisis de 2018 que incluyó 8 estudios demostró una mejora de 87.84 metros en el desempeño de la 6MWT tras el ejercicio intradiálisis (Young et al., 2018). De forma similar, el estudio DiaTT (Anding-Rost et al., 2023) y el estudio multicéntrico EXCITE (Manfredini et al., 2017) reportaron mejoras significativas en esta prueba. No obstante, el estudio piloto de Koh y colaboradores (2009) observó un aumento en la distancia recorrida de 42.3 metros, pero sin alcanzar significancia estadística en comparación con el cuidado estándar (Koh et al., 2009).

Fuerza y Desempeño Funcional: El estudio de Valenzuela y colaboradores (2018), que combinó ejercicio aeróbico y de resistencia, encontró una mejoría significativa en la prueba de Sentar-Parar 10 veces (STS-10) y en la 6MWT (Valenzuela et al., 2018). Un metaanálisis de Clarkson y colaboradores (2019) confirmó que el ejercicio intradiálisis (aeróbico o de resistencia) es efectivo para mejorar múltiples desenlaces de función física (incluyendo 6MWT, STS-10 y prueba de Levántate-y-Anda) (Matthew Clarkson et al., 2019).

Efectos Cardiovasculares y Metabólicos

Los estudios también han explorado el impacto del ejercicio intradialítico en desenlaces fisiológicos, con resultados prometedores:

Salud Cardiovascular: En el ensayo clínico aleatorizado CYCLE-HD, un programa de ciclismo intradialítico de seis meses demostró una reducción significativa de la masa del ventrículo izquierdo (reducción de 11.1gr) y una reducción en la velocidad de la onda de pulso (Graham-Brown et al., 2021). Un metaanálisis de Pu y colaboradores (2019) también encontró una disminución promedio de mmHg en la presión arterial sistólica y mmHg en la diastólica (Pu et al., 2019).

Marcadores Bioquímicos: Un ensayo clínico reciente (Tabibi et al., 2023) observó una reducción en los niveles séricos de fósforo y PTH, además de un aumento en los niveles de calcio, tras un esquema combinado de ejercicio aeróbico y resistencia. Además, el ejercicio de resistencia en pacientes con ERC (sin TRR) ha demostrado mejorar niveles de LDL, HbA1c y proteína C reactiva (C. C. Chen et al., 2024).

Aspectos Moleculares y Adherencia al Tratamiento

Mecanismos Moleculares: A nivel celular, un estudio de Kopple y colaboradores (2007) demostró que el ejercicio intradialítico induce una mayor expresión de ARNm que codifica para factores de crecimiento muscular (IGF) y una disminución de la miostatina (inhibidor del crecimiento). Sin embargo, estos cambios moleculares no siempre se traducen inmediatamente en hipertrofia muscular medible (Kopple et al., 2007).

Adherencia y Costo: La adherencia a los programas de ejercicio varía significativamente. Aunque el estudio CYCLE-HD reportó una buena adherencia (71.7%), el ensayo clínico de Greenwood y colaboradores (2021) reportó una baja adherencia (18%), lo que llevó a los autores a concluir que la intervención no fue efectiva para mejorar la calidad de vida, además de cuantificar un costo de entre £463 y £848 y por paciente al año (Greenwood et al., 2021). Se ha sugerido, no obstante, que los programas semisupervisados pueden obtener resultados similares a los programas totalmente supervisados (González et al., 2023).

Limitaciones y Consideraciones

A pesar de los beneficios documentados, existen desventajas y limitaciones que justifican la investigación continua. Las desventajas incluyen la poca variedad e intensidad del ejercicio que se puede realizar, y la posibilidad de exacerbar complicaciones intradialíticas como hipotensión, hipertensión, calambres y fatiga (Fang et al., 2020). Finalmente, aunque el ejercicio es efectivo, la gran variedad de intervenciones y desenlaces en los estudios hace que no sea posible realizar una recomendación específica y unificada (Matthew Clarkson et al., 2019).

Justificación

El sedentarismo presente en la población que recibe hemodiálisis es uno de los factores que se relacionan con el aumento en la morbilidad y mortalidad de estos pacientes. El ejercicio intradialítico ha surgido como una herramienta para disminuir el sedentarismo en aquellos sujetos que reciben hemodiálisis.

Capítulo II. Hipótesis

Hipótesis alterna

El ejercicio intradialítico aumenta el desempeño en pruebas de función física en pacientes con enfermedad renal crónica terminal bajo hemodiálisis de mantenimiento

Hipótesis nula

El ejercicio intradialítico no altera el desempeño en pruebas de función física en pacientes con enfermedad renal crónica terminal bajo hemodiálisis de mantenimiento.

Capítulo III. Objetivos

Objetivo Primario

Medir los cambios en el desempeño físico de los pacientes que reciben hemodiálisis en el Centro Regional de Enfermedades Renales del Hospital Universitario “Dr. José Eleuterio González” determinado por la distancia recorrida en la prueba de caminata de 6 minutos antes y después de implementar un programa de ejercicio intradialítico con bicicleta ergométrica durante 8 semanas.

Objetivo Secundario

Determinar la frecuencia de eventos adversos relacionados con el ejercicio intradialítico.

Capítulo IV. Material y métodos

Material y Métodos

Sede, diseño y población de estudio:

La investigación se realizará en el Centro Regional de Enfermedades Renales por el Servicio de Nefrología del Hospital Universitario “Dr. José Eleuterio González”. Este estudio se clasifica como longitudinal, prospectivo y experimental. Se realizará en los pacientes que se encuentran dentro del programa de hemodiálisis ambulatoria del Centro Regional de Enfermedades Renales y que acuden de manera regular a recibir su tratamiento.

Metodología:

Se planea realizar un estudio de cohorte prospectiva y experimental. Se invitará a participar a aquellos pacientes que asisten a hemodiálisis de mantenimiento al Centro Regional de Enfermedades Renales y que además cumplan con los criterios de inclusión.

Al momento del reclutamiento se realizará una prueba de caminata de 6 minutos al sujeto y se recabarán datos clínicos, antropométricos y bioquímicos iniciales. Posteriormente se agregará el programa de ejercicio intradialítico a su tratamiento convencional. El programa consiste en realizar ejercicio aeróbico con bicicleta ergométrica en un esquema de 20 minutos por hora en la sesión de hemodiálisis, esta intervención tendrá una duración de 8 semanas y al terminar este plazo se medirá nuevamente parámetros clínicos, bioquímicos y prueba de caminata de 6 minutos y se analizará en busca de diferencias en aquellos pacientes. Durante el transcurso de la intervención los datos de cada sesión se vaciarán en un formato individual para cada paciente con el propósito de llevar un control de las variables a medir, dicho formato se muestra como anexo 1 en este documento. Se predefinirán subgrupos para su análisis en pacientes mayores de 60 años y pacientes con falla cardíaca.

En caso de que algún paciente presente algún evento adverso relacionado con el ejercicio, se detendrá el ejercicio y se evaluará por el equipo médico del centro por se requiere alguna otra atención.

Tabla 1 Cronograma de trabajo

Actividad	Junio 2024	Julio 2024	Agosto 2024	Septiembre 2024 – Julio 2025	Septiembre 2025
Planeación general	+	+	+		
Reclutamiento				+	
Revisión parcial de la base de datos				+	
Reporte parcial interno				+	
Evaluaciones en campo				+	
Reportes finales					+

Tabla 2 Descripción de variables

#	Variable	Descripción	Tipo de variable	Unidades
1	Edad	Años cumplidos	Continua	Años
2	Sexo	Sexo del participante	Categorica	Masculino/ femenino
3	IMC	Peso/talla ²	Continua	Kg/m ²
4	Peso primera semana	Valor del peso al reclutamiento	Continua	Kg
5	Peso octava semana	Valor del peso al final de la intervención	Continua	Kg
6	Índice de Charlson	Escala validada para cuantificar morbilidad	Continua	Puntos

7	Diagnóstico previo de falla cardíaca	Si el paciente tiene diagnóstico establecido de falla cardíaca	Categorica	Si/ no
8	FEVI	Fracción de eyección del ventrículo derecho medida por ecocardiograma	Continua	%
9	Años en hemodiálisis	Número de años que ha recibido tratamiento con hemodiálisis	Continua	años
10	Sesiones de hemodiálisis por semana	Número de sesiones de hemodiálisis que recibe el participante por semana	Continua	Sesiones por semana
11	Número de antihipertensivos	Cantidad de fármacos que recibe para control de hipertensión	Continua	Número absoluto
12	Talla	Talla del participante	Continua	metros
13	Presión arterial sistólica primera semana	Signo vital que se mide con baumanómetro	Continua	mmHg
14	Presión arterial diastólica octava semana	Signo vital que se mide con baumanómetro	Continua	mmHg
15	Frecuencia cardíaca primera semana	Signo vital que se mide manual o con monitor	Continua	Latidos por minuto
16	Ganancia interdialítica primera semana	Cantidad de peso en kilogramos que gana un paciente entre el	Continua	Kg

		final de una hemodiálisis y el inicio de la siguiente		
17	Ganancia interdialítica octava semana	Cantidad de peso en kilogramos que gana un paciente entre el final de una hemodiálisis y el inicio de la siguiente	Continua	Kg
18	Diferencia GID primera semana vs octava semana	GID primera semana – GID octava semana	Continua	Kg
19	Prueba de caminata de 6 minutos (PC6M) primera semana	Prueba de condición física que consiste en poner a caminar al participante durante 6 minutos y medir la distancia que puede recorrer	Continua	metros
20	Prueba de caminata de 6 minutos octava semana	Prueba de condición física que consiste en poner a caminar al participante durante 6 minutos y medir la distancia que puede recorrer	Continua	metros
21	Diferencia de distancia recorrida primera semana vs octava semana	PC6M de la octava semana – primera semana	Continua	metros
22	Hemoglobina primera semana	Valor de laboratorio	Continua	Gr/dl

23	Hemoglobina octava semana	Valor de laboratorio	Continua	Gr/dl
24	Hematocrito primera semana	Valor de laboratorio	Continua	%
25	Hematocrito octava semana	Valor de laboratorio	Continua	%
26	Leucocitos primera semana	Valor de laboratorio	Continua	Células x 10 ³
27	Leucocitos octava semana	Valor de laboratorio	Continua	Células x 10 ³
28	Plaquetas primera semana	Valor de laboratorio	Continua	K/uL
29	Plaquetas octava semana	Valor de laboratorio	Continua	K/uL
30	BUN primera semana	Valor de laboratorio	Continua	Mg/dl
31	BUN octava semana	Valor de laboratorio	Continua	Mg/dl
32	Sodio primera semana	Valor de laboratorio	Continua	Mmol/L
33	Sodio segunda semana	Valor de laboratorio	Continua	Mmol/L
34	Potasio primera semana	Valor de laboratorio	Continua	Mmol/L
35	Potasio octava semana	Valor de laboratorio	Continua	Mmol/L
36	Cloro primera semana	Valor de laboratorio	Continua	Mmol/L
37	Cloro octava semana	Valor de laboratorio	Continua	Mmol/L
38	Calcio primera semana	Valor de laboratorio	Continua	Mg/dl

39	Calcio octava semana	Valor de laboratorio	Continua	Mg/dl
40	Fósforo primera semana	Valor de laboratorio	Continua	Mg/dl
41	Fósforo primera semana	Valor de laboratorio	Continua	Mg/dl
42	Total de sesiones con ejercicio	Número de sesiones que ese completó el ejercicio planeado	Continua	Número de sesiones
43	Evento adverso - hipotensión intradialítica	Número de sesiones que presentó hipotensión intradialítica durante la intervención	Continua	Número absoluto de sesiones que se asoció con hipotensión intradialítica
44	Evento adverso – dolor de miembros inferiores	Número de sesiones que presentó dolor de miembros inferiores	Continua	Número absoluto de sesiones que se asoció con dolor de miembros inferiores
45	Eventos adversos totales	Número de sesiones que presentaron algún evento adverso por cada participante	Continua	Número absoluto de sesiones
46	Promedio de distancia recorrida por sesión	Promedio de las distancias recorridas en metros que marca la bicicleta ergométrica al final de cada sesión	Continua	Metros
47	Requerimiento de hospitalización	Se marca si el paciente tuvo alguna	Categorica	Si / no

		hospitalización durante el tiempo de la intervención		
48	Evento adverso – Episodio anginoso	Presencia de síntomas anginosos	Categorica	Si/no

Descripción de las variables:

Edad: Número de años que la persona ha vivido

Sexo: Variable categórica entre masculino y femenino

IMC: Variable continua de índice de masa corporal (Peso/talla²)

Peso primera semana: Variable continua en kilogramos

Peso octava semana: Variable continua en kilogramos

Índice de Charlson: Variable continua según el puntaje en la escala

Diagnóstico previo de falla cardíaca: Variable categórica entre presencia y ausencia

FEVI: Variable continua según la fracción de eyección del ventrículo izquierdo

Años en hemodiálisis: Variable continua en años

Sesiones de hemodiálisis por semana: Variable continua según el número de sesiones de hemodiálisis por semana.

Número de antihipertensivos: Variable continua según el número de antihipertensivos que maneje

Talla: Variable continua en metros

Presión arterial sistólica primera semana: Variable continua en mmHg

Presión arterial diastólica octava semana: Variable continua en mmHg

Frecuencia cardíaca primera semana: Variable continua en latidos por minuto

Ganancia interdialítica primera semana: Variable continua en kilogramos

Ganancia interdialítica octava semana: Variable continua en kilogramos

Diferencia GID primera semana vs octava semana: Variable continua en kg

Prueba de caminata de 6 minutos primera semana: variable continua en metros

Prueba de caminata de 6 minutos octava semana: variable continua en metros

Diferencia de distancia recorrida primera semana vs octava semana: Variable continua en metros

Hemoglobina primera semana: Variable continua en gr/dl

Hemoglobina octava semana: Variable continua en gr/dl

Hematocrito primera semana: Variable continua en %

Hematocrito octava semana: Variable continua en %

Leucocitos primera semana: Variable continua en unidad x $10^9/L$

Leucocitos octava semana: Variable continua en unidad x $10^9/L$

Plaquetas primera semana: Variable continua en unidades x $10^9/L$

Plaquetas octava semana: Variable continua en unidades x $10^9/L$

BUN primera semana: Variable continua en mg/dl

BUN octava semana: Variable continua en mg/dl

Sodio primera semana: Variable continua en mEq/L

Sodio segunda semana: Variable continua en mEq/L

Potasio primera semana: Variable continua en mEq/L

Potasio octava semana: Variable continua en mEq/L

Cloro primera semana: Variable continua en mEq/l

Cloro octava semana: Variable continua en mEq/l

Calcio primera semana: Variable continua en mg/dl

Calcio octava semana: Variable continua en mg/dl

Fósforo primera semana: Variable continua en mg/dl

Fósforo primera semana: Variable continua en mg/dl

Total de sesiones con ejercicio: Variable continua según número de sesiones que realizó ejercicio el sujeto.

Evento adverso - hipotensión intradialítica: Variable continua número de sesiones que presentó hipotensión intradialítica

Evento adverso – dolor de miembros inferiores: Variable continua número de sesiones que presentó dolor de miembros inferiores

Eventos adversos totales: variable continua, número de sesiones que presentó algún evento adverso

Requerimiento de hospitalización: Variable categórica requerimiento de hospitalización

Tamaño de la muestra

Se calculó una muestra de 32 sujetos. El cálculo se realizó con la siguiente fórmula para estudio de cohorte prospectiva en población finita:

$$n = N \cdot Z^2 \cdot p \cdot (1 - p) \div (N - 1) \cdot E^2 + Z^2 \cdot p \cdot (1 - p)$$

Se utilizó un tamaño de población (N) de 180 los cuales son el total de pacientes que reciben hemodiálisis en el CRER, con un valor crítico (Z) de 1.96 correspondiente a un nivel de confianza del 95%, una proporción (p) de 0.5, y un margen de error (E) del 10%.

Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se utilizará SPSS. Las variables categóricas se expresarán en frecuencias. Las variables continuas paramétricas se reportarán con medias y desviación estándar mientras que las no paramétricas se reportarán con mediana y rango intercuartil. Se utilizará prueba estadística de χ^2 para comparar variables categóricas mientras que las variables continuas se probarán con *t* de Student y U de Mann-Whitney en el caso de paramétricas y no paramétricas respectivamente.

Mecanismos de Confidencialidad:

La información recabada en este estudio será recopilada en nuestras bases de datos, evitando el nombre completo y la dirección de los sujetos de investigación; manteniendo el anonimato. Sin embargo, podrá contener otra información como el sexo y la edad o el padecimiento del sujeto. Recabar esta información tiene como finalidad garantizar la integridad científica, misma que estará resguardada en el sitio de investigación y sólo tendrán acceso los miembros del equipo. Se utilizarán los lineamientos de la Ley Federal de Protección y Uso de Datos Personales en Posesión de Terceros.

Consentimiento informado:

Si el paciente decide participar, se le explicará verbalmente y a detalle en qué consiste el estudio, las ventajas que otorgará al consentir con él o ella su participación y se le responderán todas las dudas que le puedan surgir al finalizar el cuestionario. La participación o negación será completamente voluntaria.

Consideraciones éticas:

Este estudio se apegará a lo señalado por la declaración de Helsinki, la norma oficial mexicana NOM-012-SSA3-2012, principios de buenas prácticas clínicas y lo estipulado en la ley general de salud en materia de investigación. Se someterá ante el comité de ética de investigación del Hospital Universitario “Dr. José Eleuterio González”.

Capítulo V. Resultados

Resultados

Se evaluaron 70 sujetos de los cuales 12 tenían incapacidad física para realizar la intervención, 15 no aceptaron participar, 4 se descartaron por pobre apego al tratamiento dialítico, 2 no eran capaces de firmar consentimiento escrito y 1 era menor de edad por lo que se reclutaron 36 pacientes en la cohorte. El 48.6% (n=17) de los participantes eran hombres, la mediana de edad fue de 56.5 años (IQR 38.5 – 74.5), 97.1% (n=33) de los participantes tenían hipertensión arterial sistémica, 48.6% (n=17) tenían diabetes mellitus y la mediana de tiempo en hemodiálisis fue de 26.5 (IQR 13 – 64) meses el resto de las características base se describen en la tabla 1. Durante la intervención, 2 participantes retiraron su consentimiento, 1 participante murió y 1 fue excluido por desapego al ejercicio por lo que solo se utilizaron 32 pacientes de la cohorte para el análisis como se muestra en la figura 1. Los pacientes que concluyeron la intervención tuvieron un 89.08% de cumplimiento en sus sesiones de ejercicio y tuvieron un promedio de 3489.66 (± 648.03) rotaciones por cada sesión de ejercicio realizada.

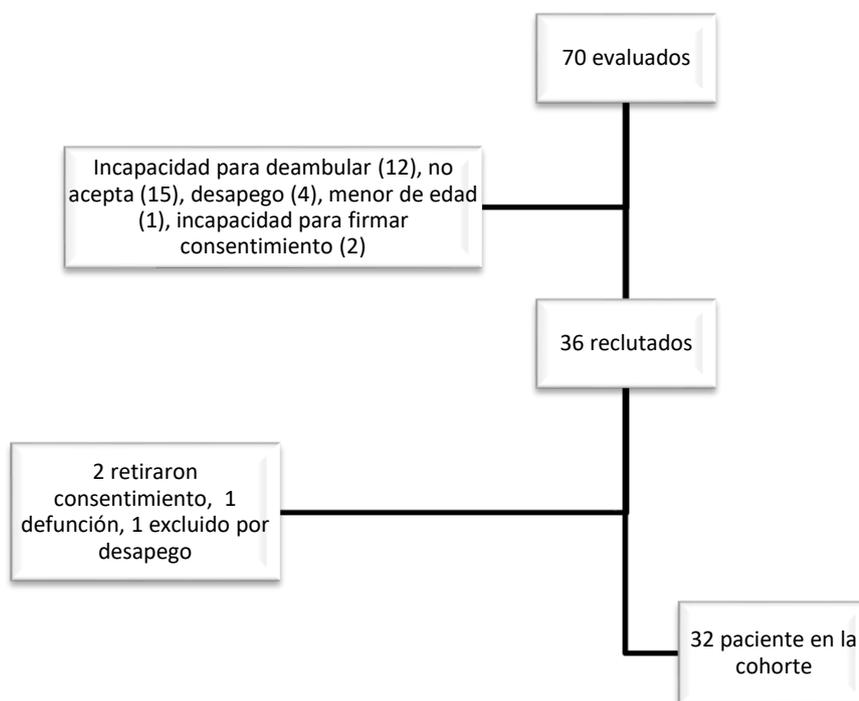
Tabla 3. Características base de la cohorte.

Característica (n = 36)	Valor
Sexo masculino (no, %)	17 (48.6%)
Edad (años, IQR)	56.5 (38.5 – 74.5)
Diabetes mellitus (no, %)	17 (48.6%)
Hipertensión arterial sistémica (no, %)	33 (97.1%)
Falla cardíaca (no, %)	14 (40%)
Tabaquismo (no, %)	5 (14.7%)
Número de antihipertensivos	
1 fármaco	12 (34.3%)
2 fármacos	17 (48.6%)
3 fármacos	4 (11.4%)
Acceso vascular	
Catéter venoso central tunelizado	32 (91.4%)
Fístula arteriovenosa	3 (8.6%)
Causa de enfermedad renal crónica	

DM	13 (40.6%)
Hipertensión arterial	3 (9.4%)
Enfermedad glomerular	3 (9.4%)
Litiasis	5 (12.5%)
Uropatía obstructiva	1 (3.1%)
Enfermedad renal poliquística	3 (9.4%)
Desconocida	5 (15.6%)
Hemodiálisis por semana	
2 hemodiálisis/semana	57.1%
3 hemodiálisis/semana	42.9%
Volumen urinario residual (ml, IQR)	350 (0 – 1400)
Tiempo en hemodiálisis (meses, IQR)	26.5 (13 – 64)
Índice de Charlson (pts, SD)	5.0 (\pm 2.3)
Talla (mts, SD)	1.62 (\pm 0.10)
Peso (kg, SD)	71.31 (\pm 17.0)
IMC (SD)	26.78 (\pm 4.5)
Presión arterial sistólica (mmHg, SD)	148.1 (\pm 28.7)
Presión arterial diastólica (mmHg, SD)	79.1 (\pm 12.75)
Frecuencia cardíaca (lpm, SD)	81.7 (\pm 8.61)
Ganancia interdialítica (kg, SD)	2.74 (\pm 1.36)
Hemoglobina (gr/dl, SD)	9.79 (\pm 1.93)
Hematocrito (% , SD)	31.31 (\pm 6.55)
Leucocitos (SD)	6.66 (\pm 1.39)
Plaquetas (SD)	204 (159 – 249)
Glucosa (mg/dl, IQR)	110.5 (90 – 130)
Creatinina (mg/dl, IQR)	9.8 (6.6 – 13)
Nitrógeno de la urea (mg/dl, SD)	71.04 (\pm 32.99)
Na (meq/l, SD)	134.0 (\pm 3.0)
K (meq/l, SD)	5.38 (\pm 0.67)
Cl (meq/l, SD)	97.58 (\pm 2.03)

Ca (mg/dl, SD)	8.33 (\pm 0.61)
P (mg/dl, SD)	5.45 (4.15 - 6.75)

Figura 1 *Flujograma de reclutamiento*



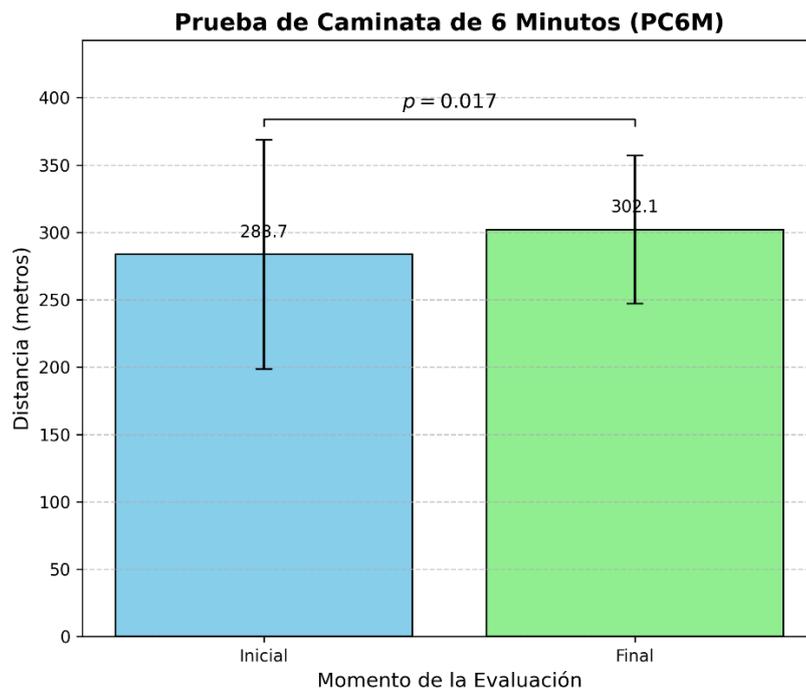
Objetivo primario

Dentro del objetivo primario se obtuvo una distancia promedio recorrida en prueba de caminata de 6 minutos de 283.7 (\pm 85.2) mts al inicio de la intervención y después de los dos meses de ejercicio intradialítico se obtuvo una distancia promedio de 302.1 (\pm 55.0) mts al inicio y ocho semanas después de la intervención alcanzando la significancia estadística ($p=0.017$). Como se dispone en la tabla 2 y en la figura 2.

Tabla 4 Desenlaces primarios y secundarios

Objetivo	Antes de la intervención	Después de la intervención	P
Distancia prueba de caminata de 6 minutos, mts	283.7 (\pm 85.2)	302.1 (\pm 55.0)	0.017
Peso (kg, SD)	71.31 (\pm 17.0)	72.16 (\pm 17.46)	0.903
IMC (SD)	26.78 (\pm 4.5)	26.67 (\pm 5.23)	0.828
Presión arterial sistólica (mmHg, SD)	148.1 (\pm 28.7)	142.8 (\pm 15.9)	0.297
Presión arterial diastólica (mmHg, SD)	79.1 (\pm 12.75)	77.7 (\pm 12.44)	0.252
Frecuencia cardíaca (lpm, SD)	81.7 (\pm 8.61)	71.6 (\pm 7.79)	0.065
Ganancia interdialítica (kg, SD)	2.74 (\pm 1.36)	2.07 (\pm 0.99)	0.037
Apego a la intervención (%)	89.08 (\pm 3.29)		
Distancia recorrida por sesión (mts, SD)	697.93 (\pm 129.6)		
Rotaciones por sesión (no, SD)	3489.66 (\pm 648.03)		

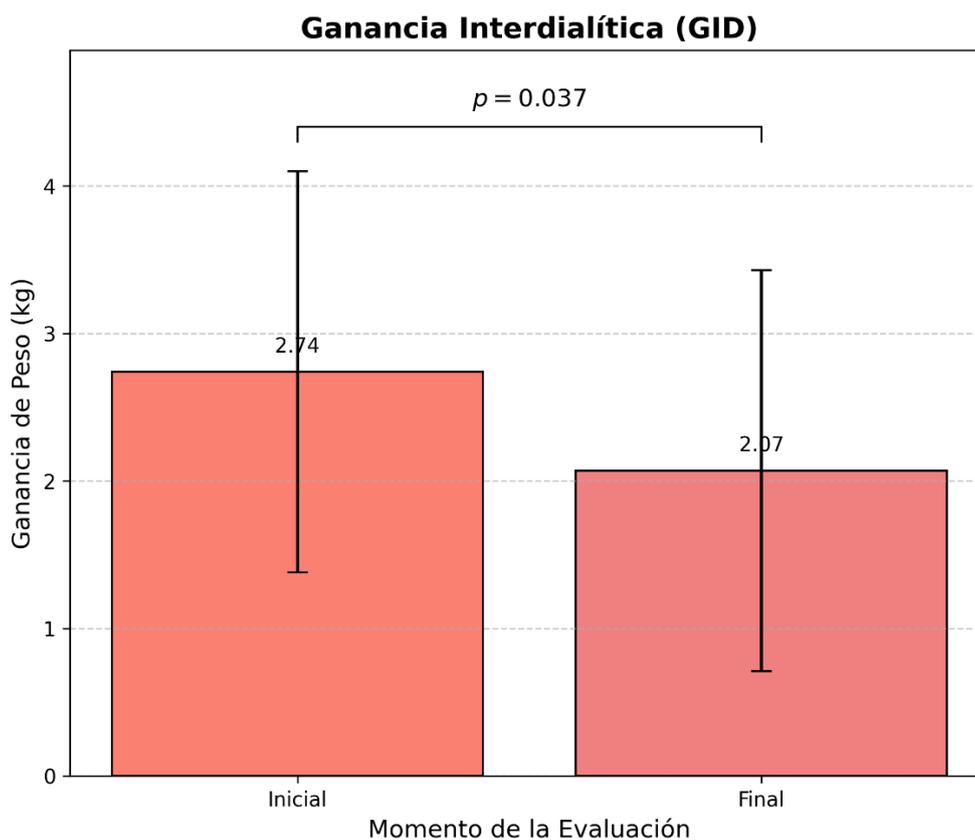
Figura 2 Prueba de caminata de 6 minutos inicial vs. final



Objetivos secundarios

No se encontraron cambios en los parámetros antropométricos o signos vitales antes y después de la intervención. Se evidenció una reducción significativa de la ganancia interdialítica (2.74 kg vs 2.07 kg; $p = 0.037$, figura 3) después de la intervención.

Figura 3 Ganancia interdialítica (kg) inicial vs final



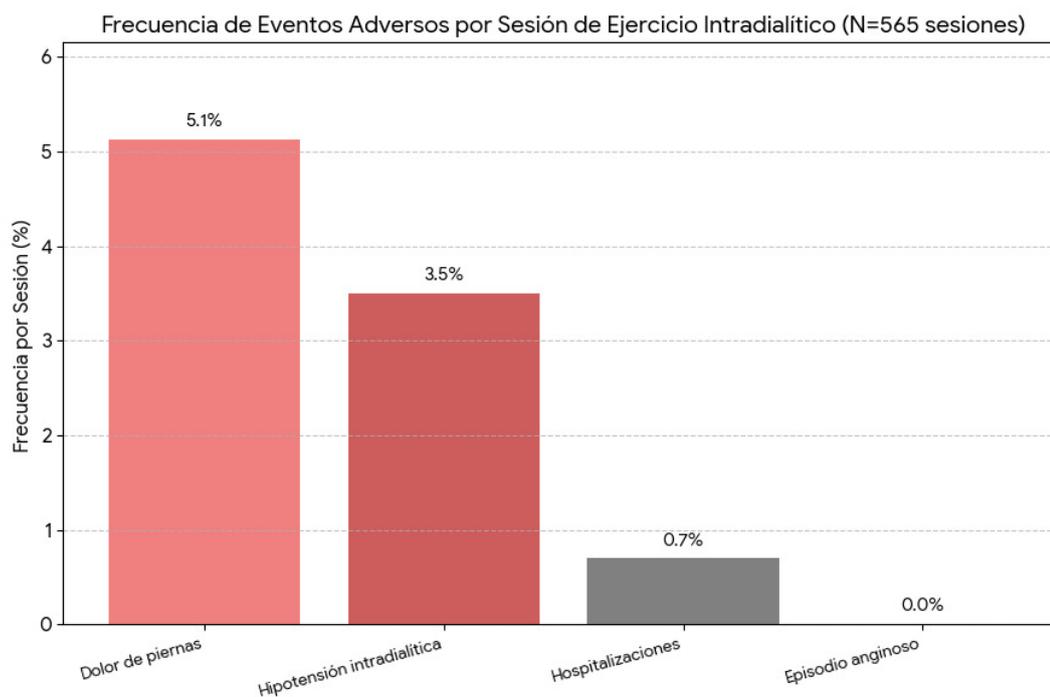
Eventos adversos

El 59.4% de los participantes presentaron algún tipo de evento adverso durante la intervención. Se impartieron un total de 565 sesiones de ejercicio intradialítico en donde el dolor de piernas fue el evento adverso más frecuente (5.13%), seguido de la hipotensión intradialítica (3.5%) y hospitalización (0.7%), no se reportaron eventos de episodios anginosos (tabla 3).

Tabla 5 Eventos adversos (por sesión de hemodiálisis)

Evento adverso (n=565)	Frecuencia
Hipotensión intradialítica (no, %)	20 (3.5%)
Dolor de piernas (no, %)	29 (5.13%)
Episodio anginoso (no, %)	0 (0%)
Hospitalizaciones (no, %)	4 (0.7%)

Figura 4 Frecuencia de eventos adversos



Análisis post-hoc

En un análisis secundario se decidió hacer la evaluación para los subgrupos de participantes mayores de 65 años, los que solo recibían solo dos sesiones de hemodiálisis por semana, participantes con Hb < 9.0 gr/dl al inicio de la intervención y pacientes que superaron las 3500 rotaciones por sesión.

No se encontraron diferencias en el desempeño de la PC6M inicial ni final para los pacientes de 65 años o más en comparación con los que eran menores de 65 años.

Tabla 6 Participantes de 65 años o más vs participantes menores de 65 años

	65 años o más (N = 11)	Menores de 65 años (N = 21)	p
PC6M inicial (mts, SD)	248.36 (±85.6)	277.88 (±75.38)	0.310
PC6M final (mts, SD)	307.55 (±56.04)	313 (±64.60)	0.814

Diferencia entre la primera y segunda prueba (mts, SD)	29.78 (\pm 3.54)	34.73 (\pm 4.91)	0.787
--	---------------------	---------------------	-------

No se encontraron diferencias en el desempeño de la PC6M inicial ni final para los pacientes que iniciaron el protocolo con Hb < 9.0 gr/dl en comparación con los que iniciaron con una Hb de 9.0 gr/dl o más.

Tabla 7 Participantes con Hb inicial de 9.0 gr/dl vs pacientes con Hb inicial < 9.0 gr/dl

	Hb \geq 9.0 gr/dl (N = 22)	Hb < 9.0 gr/dl (N = 10)	p
PC6M inicial (mts, SD)	256.91 (\pm 86.41)	289.82 (\pm 52.92)	0.257
PC6M final (mts, SD)	311.65 (\pm 59.60)	311.81 (\pm 67.45)	0.994
Diferencia entre la primera y segunda prueba (mts, SD)	39.50 (\pm 4.51)	22.0 (\pm 44.89)	0.309

No se encontraron diferencias en el desempeño de la PC6M inicial ni final para los pacientes que promediaron 3000 rotaciones/sesión o más en comparación con los que promediaron menos de 3000 rotaciones/semana.

Tabla 8 Participantes que promediaron 3000 rotaciones/sesión o más vs participantes que promediaron menos de 3000 rotaciones/sesión

	3000 rotaciones/sesión o más (N = 27)	< 3000 rotaciones (N = 5)	p
PC6M inicial (mts, SD)	276.33 (\pm 68.73)	266.80 (\pm 67.67)	0.77
PC6M final (mts, SD)	309.51 (\pm 63.87)	326.50 (\pm 44.48)	0.614

Diferencia entre la primera y segunda prueba (mts, SD)	33.22 (\pm 4.8)	33.75 (\pm 1.89)	0.983
--	--------------------	---------------------	-------

No se encontraron diferencias en el desempeño de la PC6M inicial ni final para los pacientes que promediaron 3500 rotaciones/sesión o más en comparación con los que promediaron menos de 3500 rotaciones/semana.

Tabla 9 Participantes que promediaron 3500 rotaciones por sesión o más vs participantes que promediaron < 3500 rotaciones/sesión

	3500 rotaciones/sesión o más (N = 22)	< 3500 rotaciones (N = 10)	p
PC6M inicial (mts, SD)	284 (\pm 69.34)	254.7 (\pm 62.07)	0.262
PC6M final (mts, SD)	323.63 (\pm 59.76)	282 (\pm 58.34)	0.091
Diferencia entre la primera y segunda prueba (mts, SD)	39.68 (\pm 4.53)	17.67 (\pm 4.28)	0.223

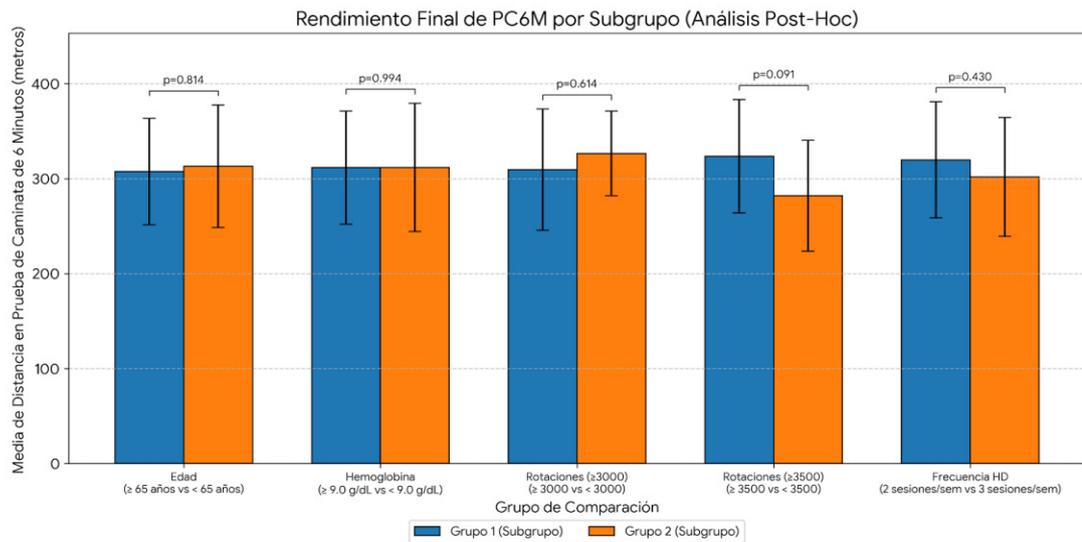
No se encontraron diferencias en el desempeño de la PC6M inicial ni final entre los pacientes que reciben 2 sesiones por semana en comparación con los que reciben 3 sesiones por semana.

Tabla 10 Participantes que reciben 2 sesiones/semana vs los que reciben 3 sesiones/semana

	2 sesiones/semana (N = 17)	3 sesiones/semana (N = 15)	p
PC6M inicial (mts, SD)	253.00 (\pm 73.86)	289.4 (\pm 82.09)	0.179
PC6M final (mts, SD)	319.76 (\pm 61.09)	301.92 (\pm 62.54)	0.430

Diferencia entre la primera y segunda prueba (mts, SD)	45.35 (± 3.92)	19.6 (± 4.86)	0.101
--	----------------------	---------------------	-------

Figura 5 Comparación de subgrupos analizados



Capítulo VI. Discusión

Discusión

Los 36 pacientes reclutados representan una población con alta complejidad clínica, con una mediana de edad de 56.5 años, un alto grado de comorbilidad evidenciado por un Índice de Charlson promedio de 5.0 puntos, y un significativo compromiso hematológico, con una hemoglobina promedio de 9.79 gr/dl al inicio de la intervención. Estas características, en conjunto con una prevalencia de HAS del 97.1%, sugieren que este estudio fue realizado en una población con un riesgo cardiovascular y funcional considerable, lo que otorga un valor adicional a la factibilidad y seguridad de la intervención.

El objetivo principal de esta investigación fue evaluar el efecto de un programa de ejercicio intradialítico de cicloergómetro durante ocho semanas en la capacidad funcional de esta cohorte. El hallazgo central demuestra que la intervención fue efectiva, logrando un aumento significativo en la distancia recorrida en la Prueba de Caminata de Seis Minutos (PC6M), de 283.7 mts a 302.1 mts ($p=0.017$) es decir, una mejoría de 18.4 metros. Este resultado concuerda con la literatura especializada que respalda el beneficio del ejercicio intradialítico en la función física, como el metaanálisis de Clarkson y colaboradores y los estudios individuales que reportaron mejoras en la PC6M (Manfredini et al., 2017; Matthew Clarkson et al., 2019). Sin embargo, la magnitud de la mejoría observada en nuestro estudio ($\Delta 18.4$ metros) es inferior a la reportada en otras investigaciones, como el metaanálisis de Young y colaboradores donde reportaron una mejoría de 87.84 mts (Young et al., 2018). Esta diferencia puede atribuirse al menor tiempo de intervención (8 semanas frente a los periodos más largos) o al hecho de que se utilizó un protocolo exclusivamente aeróbico. A pesar de la modesta ganancia, el alto cumplimiento del 89.08% de las sesiones de ejercicio demuestra que este protocolo de ciclismo es altamente factible y seguro en este grupo de pacientes con alta comorbilidad, una variable crítica en la implementación clínica que otros autores han identificado como limitante (Greenwood et al., 2021).

Un hallazgo secundario de gran relevancia clínica fue la reducción significativa en la Ganancia Interdialítica (GID), que pasó de 2.74 kg a 2.07 kg ($p=0.037$) después de las ocho semanas de ejercicio. Este resultado es crucial, pues sugiere que el ejercicio intradialítico no solo actúa a nivel muscular, sino que también contribuye al manejo del volumen, posiblemente a través de una mejor redistribución de líquidos y un

aumento del gasto energético basal. La reducción de la GID es un predictor conocido de menor riesgo de complicaciones cardiovasculares y falla cardíaca (presente en el 40% de nuestra cohorte), ofreciendo una nueva perspectiva sobre los beneficios sistémicos del ejercicio. Si bien no se observaron cambios en los parámetros de signos vitales como la presión arterial (PA), la mejoría en el control de la GID implica que el ejercicio es una terapia coadyuvante valiosa en el control de volumen. En cuanto a la seguridad, el 59.4% de los participantes experimentó algún evento adverso (EA), siendo el dolor de piernas (5.13%) y la hipotensión intradialítica (3.5%) los más frecuentes. El perfil de eventos adversos es similar a lo reportado anteriormente y sugiere la necesidad de individualizar la intensidad del ejercicio, tal como se plantea en la revisión de Fang y colaboradores (2020). Es importante destacar que la tasa de hipotensión fue aceptable y no se registraron episodios anginosos, confirmando que el protocolo es seguro y tolerable en esta población. Finalmente, el análisis post-hoc no identificó diferencias significativas en el desempeño de la PC6M basadas en subgrupos como la edad (≥ 65 años), la presencia de anemia ($Hb < 9.0$ gr/dl), la frecuencia de diálisis, o la dosis de ejercicio (rotaciones). Este resultado es consistente con la variabilidad reportada por Valenzuela y colaboradores (2018), quienes sugirieron que la respuesta a la intervención es altamente dependiente de las características basales individuales del paciente, y no solo de la dosis o las comorbilidades (Valenzuela et al., 2018). En conclusión, este estudio apoya la implementación del ejercicio intradialítico de cicloergómetro como una estrategia segura y factible para mejorar la capacidad funcional y el control del volumen interdialítico en pacientes en hemodiálisis, incluso en una población con un alto grado de comorbilidad. Se recomienda un ensayo clínico aleatorizado de mayor duración para confirmar si la reducción observada en la GID se traduce en mejores desenlaces cardiovasculares y de supervivencia a largo plazo.

Capítulo VII. Anexos

Anexo 2 Formato de control de variables en las sesiones de hemodiálisis con ejercicio intradialítico (reverso)

Semana 1	Fecha _____ Cumplió (Si/no) _____ Distancia _____ UF _____ Dolor de piernas <input type="checkbox"/> Hipotensión <input type="checkbox"/> Hospitalización <input type="checkbox"/>	Fecha _____ Cumplió (Si/no) _____ Distancia _____ UF _____ Dolor de piernas <input type="checkbox"/> Hipotensión <input type="checkbox"/> Hospitalización <input type="checkbox"/>	Fecha _____ Cumplió (Si/no) _____ Distancia _____ UF _____ Dolor de piernas <input type="checkbox"/> Hipotensión <input type="checkbox"/> Hospitalización <input type="checkbox"/>
Semana 2	Fecha _____ Cumplió (Si/no) _____ Distancia _____ UF _____ Dolor de piernas <input type="checkbox"/> Hipotensión <input type="checkbox"/> Hospitalización <input type="checkbox"/>	Fecha _____ Cumplió (Si/no) _____ Distancia _____ UF _____ Dolor de piernas <input type="checkbox"/> Hipotensión <input type="checkbox"/> Hospitalización <input type="checkbox"/>	Fecha _____ Cumplió (Si/no) _____ Distancia _____ UF _____ Dolor de piernas <input type="checkbox"/> Hipotensión <input type="checkbox"/> Hospitalización <input type="checkbox"/>
Semana 3	Fecha _____ Cumplió (Si/no) _____ Distancia _____ UF _____ Dolor de piernas <input type="checkbox"/> Hipotensión <input type="checkbox"/> Hospitalización <input type="checkbox"/>	Fecha _____ Cumplió (Si/no) _____ Distancia _____ UF _____ Dolor de piernas <input type="checkbox"/> Hipotensión <input type="checkbox"/> Hospitalización <input type="checkbox"/>	Fecha _____ Cumplió (Si/no) _____ Distancia _____ UF _____ Dolor de piernas <input type="checkbox"/> Hipotensión <input type="checkbox"/> Hospitalización <input type="checkbox"/>
Semana 4	Fecha _____ Cumplió (Si/no) _____ Distancia _____ UF _____ Dolor de piernas <input type="checkbox"/> Hipotensión <input type="checkbox"/> Hospitalización <input type="checkbox"/>	Fecha _____ Cumplió (Si/no) _____ Distancia _____ UF _____ Dolor de piernas <input type="checkbox"/> Hipotensión <input type="checkbox"/> Hospitalización <input type="checkbox"/>	Fecha _____ Cumplió (Si/no) _____ Distancia _____ UF _____ Dolor de piernas <input type="checkbox"/> Hipotensión <input type="checkbox"/> Hospitalización <input type="checkbox"/>
Semana 5	Fecha _____ Cumplió (Si/no) _____ Distancia _____ UF _____ Dolor de piernas <input type="checkbox"/> Hipotensión <input type="checkbox"/> Hospitalización <input type="checkbox"/>	Fecha _____ Cumplió (Si/no) _____ Distancia _____ UF _____ Dolor de piernas <input type="checkbox"/> Hipotensión <input type="checkbox"/> Hospitalización <input type="checkbox"/>	Fecha _____ Cumplió (Si/no) _____ Distancia _____ UF _____ Dolor de piernas <input type="checkbox"/> Hipotensión <input type="checkbox"/> Hospitalización <input type="checkbox"/>
Semana 6	Fecha _____ Cumplió (Si/no) _____ Distancia _____ UF _____ Dolor de piernas <input type="checkbox"/> Hipotensión <input type="checkbox"/> Hospitalización <input type="checkbox"/>	Fecha _____ Cumplió (Si/no) _____ Distancia _____ UF _____ Dolor de piernas <input type="checkbox"/> Hipotensión <input type="checkbox"/> Hospitalización <input type="checkbox"/>	Fecha _____ Cumplió (Si/no) _____ Distancia _____ UF _____ Dolor de piernas <input type="checkbox"/> Hipotensión <input type="checkbox"/> Hospitalización <input type="checkbox"/>
Semana 7	Fecha _____ Cumplió (Si/no) _____ Distancia _____ UF _____ Dolor de piernas <input type="checkbox"/> Hipotensión <input type="checkbox"/> Hospitalización <input type="checkbox"/>	Fecha _____ Cumplió (Si/no) _____ Distancia _____ UF _____ Dolor de piernas <input type="checkbox"/> Hipotensión <input type="checkbox"/> Hospitalización <input type="checkbox"/>	Fecha _____ Cumplió (Si/no) _____ Distancia _____ UF _____ Dolor de piernas <input type="checkbox"/> Hipotensión <input type="checkbox"/> Hospitalización <input type="checkbox"/>
Semana 8	Fecha _____ Cumplió (Si/no) _____ Distancia _____ UF _____ Dolor de piernas <input type="checkbox"/> Hipotensión <input type="checkbox"/> Hospitalización <input type="checkbox"/>	Fecha _____ Cumplió (Si/no) _____ Distancia _____ UF _____ Dolor de piernas <input type="checkbox"/> Hipotensión <input type="checkbox"/> Hospitalización <input type="checkbox"/>	Fecha _____ Cumplió (Si/no) _____ Distancia _____ UF _____ Dolor de piernas <input type="checkbox"/> Hipotensión <input type="checkbox"/> Hospitalización <input type="checkbox"/>

Anexo 3 Consentimiento informado




UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE MEDICINA Y HOSPITAL UNIVERSITARIO

FORMATO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Título del Estudio	Seguridad y cambios en el desempeño físico del ejercicio intradialítico en pacientes con hemodiálisis de mantenimiento
Nombre del Investigador Principal	Mónica Sánchez Cárdenas
Servicio / Departamento	Nefrología
Teléfono de Contacto	8135862686 y 8114899778
Contacto de emergencias 24 horas	8114899778
Persona de Contacto	Rogelio de Jesús Castor Hernández
Versión de Documento	3
Fecha de Documento	23 de agosto de 2024

Usted ha sido invitado(a) a participar en un estudio de investigación. Este documento contiene información importante acerca del propósito del estudio, lo que Usted hará si decide participar, y la forma en que nos gustaría utilizar su información personal y la de su salud. Puede contener palabras que Usted no entienda. Por favor solicite a su médico o al personal del estudio que le explique cualquier palabra o información que no le quede clara.

1.- ¿CUÁL ES EL PROPÓSITO DEL ESTUDIO?

El propósito de este estudio es demostrar la eficacia del ejercicio intradialítico para mejorar el rendimiento físico de los pacientes que reciben hemodiálisis, así como su seguridad.

Se le pide participar porque el ejercicio intradialítico supone un beneficio para la salud global de los pacientes que reciben hemodiálisis.

La investigación en la que Usted participará es importante porque con los resultados obtenidos se espera poder incentivar la inclusión del ejercicio intradialítico en programas locales de hemodiálisis.

2.- ¿CUÁL SERÁ LA DURACIÓN DEL ESTUDIO Y CUÁNTOS PARTICIPANTES HABRÁ EN ESTE ESTUDIO?

La duración del estudio será de 10 meses, del 1 de agosto 2024 al 1 de junio 2025

Se incluirán 40 sujetos de investigación en este centro.

Su participación durará 8 semanas.



1
Formato de Consentimiento Informado V. 3
agosto del 2024

**CENTRO REGIONAL DE ENFERMEDADES RENALES
ROBERTO GONZÁLEZ BARRERA**
Av. Francisco I. Madero s/n y Av. González,
Col. Miras Centro C.P. 64490 Monterrey, N.L., México
Tels. Directos: 8347-6314 / 1453-0125
Commutador del Hospital: 8389-1148 Exts. 2203,3303 y 3253
serviciodinefrologia@yahoo.com





3.-¿CUÁLES SON LOS REQUISITOS QUE SE TOMARÁN EN CUENTA PARA MI PARTICIPACIÓN?

Los criterios de inclusión son: edad mayor de 18 años, pacientes con al menos 6 meses de tratamiento en hemodiálisis, cumplimiento de al menos 80% de las sesiones programadas, contar con consentimiento informado escrito, capacidad de marchar sin auxiliar.

Los criterios de exclusión son: incapacidad para la marcha, no desea participar en el estudio, contar con alguna contraindicación para la prueba de caminata de 6 minutos (infarto agudo al miocardio o angina inestable de menos de 1 semana, arritmias no controladas que causan síntomas, endocarditis, estenosis aórtica, falla cardíaca no controlada, tromboembolismo pulmonar, sospecha de aneurisma aórtico, asma no controlada, edema pulmonar, saturación <85% sin oxígeno, insuficiencia respiratoria aguda, enfermedad no cardiopulmonar que altere capacidad física, alteración mental que impida la cooperación del paciente)

4.-¿CUÁL ES EL TRATAMIENTO DEL ESTUDIO?

Si Usted decide participar en este estudio de investigación su tratamiento consistirá en realizar un programa de ejercicio durante la sesión de hemodiálisis de 20 minutos por cada hora de la sesión.

5.-¿CUÁLES SON LOS PROCEDIMIENTOS QUE SE ME REALIZARÁN?

Los procedimientos que se le realizarán serán los siguientes:

Se harán preguntas sobre su estado de salud, se tomarán signos vitales, peso, talla y laboratorios al inicio del estudio se realizará una prueba de caminata durante 6 minutos en piso plano, se implementará el programa de ejercicio con bicicleta estacionaria durante las sesiones de hemodiálisis 20 minutos cada hora de la sesión por 8 semanas consecutivas, al terminar el programa se volverá a medir signos vitales, peso, talla, laboratorios y prueba de caminata de 6 minutos.

6.-¿QUÉ VA A HACER SI USTED DECIDE PARTICIPAR EN ESTE ESTUDIO?

Si Usted da su consentimiento para participar, se le pedirá que realice el programa de ejercicio en al menos 80% de las sesiones.

Sus responsabilidades consistirán principalmente en acudir a sesiones de hemodiálisis programadas y llevar a cabo el ejercicio durante la sesión.

7.-¿CUÁLES SON LOS POSIBLES RIESGOS O MOLESTIAS?

Los riesgos de los procedimientos del estudio incluyen dolor de piernas, mareos, dolor de pecho, falta de aire, presión arterial baja, daño al catéter o fistula de hemodiálisis, y presión arterial alta. En caso de que usted presente algún síntoma durante el ejercicio se detendrá el ejercicio hasta ser valorado por el equipo médico del centro quienes decidirán si puede continuar con el mismo o si necesita suspenderse de manera temporal o definitiva así como se proporcionará la atención pertinente al padecimiento que presente.

8.-¿CUÁLES SON LOS POSIBLES BENEFICIOS PARA USTED O PARA OTROS?

2
Formato de Consentimiento Informado V. 3
agosto del 2024

Número de emergencias 24 horas: 8114899778



Es probable que Usted no tenga un beneficio directo por participar en este estudio de investigación.

Los posibles beneficios para Usted de este estudio incluyen mejoría en el desempeño físico, mejoría en la estabilización de presión arterial, mejor calidad de vida.

La participación en este estudio puede ayudar a los médicos científicos a comprender mejor los alcances del ejercicio intradiálisis.

9.-¿QUÉ OTROS PROCEDIMIENTOS O TRATAMIENTOS PODRÍAN ESTAR DISPONIBLES PARA USTED?

Usted no tiene que participar en este estudio de investigación si no lo desea. En lugar de este estudio, puede realizar ejercicio en casa. Sin embargo, no estará participando en este estudio de investigación.

10.-¿SU PARTICIPACIÓN EN ESTE ESTUDIO LE GENERARÁ ALGÚN COSTO?

No habrá costos para Usted por participar en este estudio.

Se realizarán pruebas o procedimientos que son parte de este estudio, los cuales serán pagados por el médico del estudio, y otros exámenes y procedimientos que son parte de su cuidado médico habitual que no serán pagados. Si Usted no cuenta con un seguro médico o su seguro no cubre los gastos de atención médica habitual, Usted será el responsable de cubrir esos gastos.

En caso de alguna emergencia usted será canalizado a Hospital Universitario "Dr. José Eleuterio González"

11.-¿SE LE PROPORCIONARÁ ALGUNA COMPENSACIÓN ECONÓMICA PARA GASTOS DE TRANSPORTACIÓN?

A Usted no se le proporcionará ninguna compensación para sus gastos de transportación.

12.-¿RECIBIRÁ ALGÚN PAGO POR SU PARTICIPACIÓN EN ESTE ESTUDIO?

Usted no recibirá ningún pago por la participación en este estudio.

13.-¿SE ALMACENARÁN MUESTRAS DE SANGRE O TEJIDOS PARA FUTURAS INVESTIGACIONES?

No se almacenarán muestras de sangre o tejidos para otras investigaciones.

14.-¿QUÉ DEBE HACER SI LE PASA ALGO COMO RESULTADO DE PARTICIPAR EN ESTE ESTUDIO?

Si Usted sufre una lesión o enfermedad durante su participación en el estudio, debe informárselo inmediatamente al médico del estudio para que le diga a que institución de salud debe acudir para buscar

COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN
COMITÉ DE INVESTIGACIÓN

Número de emergencias 24 horas: 8114899778

tratamiento, en caso de que sea una emergencia buscar tratamiento a través de su médico de cabecera o centro de atención médica de elección.

Los gastos que genere dicha lesión o enfermedad sólo lo serán pagados si el médico del estudio ha decidido que la lesión / enfermedad está directamente relacionada con los procedimientos del estudio, y no es el resultado de una condición pre-existente de la progresión normal de su enfermedad, o porque no se han seguido las indicaciones que el médico de estudio ha recomendado.

15.- ¿CUÁLES SON SUS DERECHOS COMO SUJETO DE INVESTIGACIÓN?

Si decide participar en este estudio, Usted tiene derecho a ser tratado con respeto, incluyendo la decisión de continuar o no su participación en el estudio. Usted es libre de terminar su participación en este estudio en cualquier momento. En caso de que usted decida darse de baja del estudio, debe presentar un documento donde se declare esto y tiene que estar firmado y fechado.

16.- ¿PUEDE TERMINAR SU PARTICIPACIÓN EN CUALQUIER MOMENTO DEL ESTUDIO?

Su participación es estrictamente voluntaria. Si desea suspender su participación, puede hacerlo con libertad en cualquier momento. Si elige no participar o retirarse del estudio, su atención médica presente y/o futura no se verá afectada y no incurrirá en sanciones ni perderá los beneficios a los que usted tendría derecho de algún otro modo.

Su participación también podrá ser suspendida o terminada por el médico del estudio, sin su consentimiento, por cualquiera de las siguientes circunstancias:

- Que el estudio haya sido cancelado
- Que el médico considere que es lo mejor para Usted.
- Que necesita algún procedimiento o medicamento que interfiere con esta investigación.
- Que no ha seguido las indicaciones del médico lo que pudiera traer como consecuencias problemas en su salud.

Si Usted decide retirarse de este estudio, deberá realizar lo siguiente:

- Notificar a su médico tratante del estudio
- Deberá de regresar todo el material que su médico le solicite.

Si su participación en el estudio se da por terminada, por cualquier razón, por su seguridad, el médico continuará con seguimientos clínicos. Además, su información médica recabada hasta ese momento podrá ser utilizada para fines de la investigación.

17.- ¿CÓMO SE PROTEGERÁ LA CONFIDENCIALIDAD DE SUS DATOS PERSONALES Y LA INFORMACIÓN DE SU EXPEDIENTE CLÍNICO?

Si acepta participar en la investigación, el médico del estudio recabará y registrará información personal confidencial acerca de su salud y de su tratamiento. Esta información no contendrá su nombre completo ni

COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN
COMITÉ DE INVESTIGACIÓN



[Handwritten Signature]

4
Formato de Consentimiento Informado V. 3
agosto del 2024

Número de emergencias 24 horas: 8114899778

su domicilio, pero podrá contener otra información acerca de Usted, tal como iniciales y su fecha de nacimiento. Toda esta información tiene como finalidad garantizar la integridad científica de la investigación. Su nombre no será conocido fuera de la Institución al menos que lo requiera nuestra Ley.

Usted tiene el derecho de controlar el uso de sus datos personales de acuerdo a la Ley Federal de Protección de datos Personales en Posición de Particulares, así mismo de solicitar el acceso, corrección y oposición de su información personal. La solicitud será procesada de acuerdo a las regulaciones de protección de datos vigentes. Sin embargo, cierta información no podrá estar disponible hasta que el estudio sea completado, esto con la finalidad de proteger la integridad del Estudio.

La Facultad de Medicina y Hospital Universitario, así como el Investigador serán los responsables de salvaguardar la información de acuerdo con las regulaciones locales.

Usted tiene el derecho de solicitar por escrito al médico un resumen de su expediente clínico.

La información personal acerca de su salud y de su tratamiento del estudio podrá procesarse o transferirse a terceros en otros países para fines de investigación y de reportes de seguridad, incluyendo agencias reguladoras locales (Secretaría de Salud SSA a través de la COFEPRIS), así como al Comité de Ética en Investigación y al Comité de Investigación de nuestra Institución.

Para los propósitos de este estudio, autoridades sanitarias como la Secretaría de Salud y el Comité de Ética en Investigación y/o el Comité de Investigación de nuestra Institución, podrán inspeccionar su expediente clínico, incluso los datos que fueron recabados antes del inicio de su participación, los cuales pueden incluir su nombre, domicilio u otra información personal.

En caso necesario estas auditorías o inspecciones podrán hacer fotocopias de parte o de todo su expediente clínico. La razón de esto es asegurar que el estudio se está llevando a cabo apropiadamente con la finalidad de salvaguardar sus derechos como sujeto en investigación.

Los resultados de este estudio de investigación podrán presentarse en reuniones o en publicaciones.

La información recabada durante este estudio será recopilada en bases de datos del investigador, los cuales podrán ser usados en otros estudios en el futuro. Estos datos no incluirán información médica personal confidencial. Se mantendrá el anonimato.

Al firmar este documento, Usted autoriza el uso y revelaciones de la información acerca de su estado de salud y tratamiento identificado en esta forma de consentimiento. No perderá ninguno de sus derechos legales como sujeto de investigación. Si hay cambios en el uso de su información, su médico le informará.

18.- SI TIENE PREGUNTAS O INQUIETUDES ACERCA DE ESTE ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN, ¿A QUIÉN PUEDE LLAMAR?

En caso de tener alguna pregunta relacionada a sus derechos como sujeto de investigación de la Facultad de Medicina y Hospital Universitario podrá contactar al Dr. Oscar de la Garza Castro, presidente del

COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN

5

Formato de Consentimiento Informado V. 3
agosto del 2024

Número de emergencias 24 horas: 8114899778

CENTRO REGIONAL DE ENFERMEDADES RENALES
ROBERTO GONZÁLEZ BARRERA
Av. Francisco I. Madero s/n y Av. González,
Col. Miras Centro C.P. 64480 Monterrey, N.L., México
Tels. Director: 8347-6214 / 1423-0125
Consultador del Hospital: 8389-1148 Exts. 2203,3000 y 3253
serviciosenfropologia@yahoo.com





Comité de Ética en Investigación de nuestra Institución o al Lic. Jaime Iván Agonte Vázquez en caso de tener dudas con relación a sus derechos como paciente.

Comité de Ética en Investigación del Hospital Universitario "Dr. José Eleuterio González".
Av. Francisco I. Madero y Av. Gonzalitos s/n
Col. Mitras Centro, Monterrey, Nuevo León México.
CP 64400
Teléfonos: 8183294050 ext. 2870 a 2874
Correo electrónico: investigacionclinica@meduanl.com

RESUMEN CONSENTIMIENTO

PARA LLENAR POR EL SUJETO DE INVESTIGACIÓN

- Mi participación es completamente voluntaria.
- Confirmando que he leído y entendido este documento y la información proporcionada del estudio.
- Confirmando que se me ha explicado el estudio, que he tenido la oportunidad de hacer preguntas y que se me ha dado el tiempo suficiente para decidir sobre mi participación. Sé con quién debo comunicarme si tengo más preguntas.
- Entiendo que las secciones de mis anotaciones médicas serán revisadas cuando sea pertinente por el Comité de Ética en Investigación o cualquier otra autoridad reguladora para proteger mi participación en el estudio.
- Acepto que mis datos personales se archiven bajo códigos que permitan mi identificación.
- Acepto que mi médico general sea informado de mi participación en este estudio.
- Acepto que la información acerca de este estudio y los resultados de cualquier examen o procedimiento pueden ser incluidos en mi expediente clínico.
- Confirmando que se me ha entregado un duplicado de este documento de consentimiento firmado.



COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN
COMITÉ DE INVESTIGACIÓN

[Handwritten signature]

Nombre del Sujeto de Investigación _____

Firma _____

Fecha _____

Número de emergencias 24 horas: 8114899778

Formato de Consentimiento Informado V. 3
agosto del 2024

CENTRO REGIONAL DE ENFERMEDADES RENALES
ROBERTO GONZÁLEZ BARRERA
Av. Francisco I. Madero s/n y Av. Gonzalitos
Col. Mitras Centro C.P. 64460 Monterrey, N.L., México
Tels. Director: 8347-4314 / 1453-0129
Consultador del Hospital: 8389-1148 Exts. 2259, 3309 y 3253
serviciodenefrologia@yahoo.com



PRIMER TESTIGO

Nombre del Primer Testigo _____ Firma _____

Dirección _____

Fecha _____ Relación con el Sujeto de Investigación _____

SEGUNDO TESTIGO

Nombre del Segundo Testigo _____ Firma _____

Dirección _____

Fecha _____ Relación con el Sujeto de Investigación _____

PERSONA QUE OBTIENE CONSENTIMIENTO

He discutido lo anterior y he aclarado las dudas. A mí más leal saber y entender, el sujeto está proporcionando su consentimiento tanto voluntariamente como de una manera informada, y él/ella posee el derecho legal y la capacidad mental suficiente para otorgar este consentimiento.

Nombre de la Persona que obtiene el Consentimiento _____ Firma _____

Fecha _____

Formato de Consentimiento Informado V. 3
7
agosto del 2024

Número de emergencias 24 horas: 8114899778

Capítulo VIII. Bibliografía

Referencias

- Anding-Rost, K., von Gersdorff, G., von Korn, P., Ihorst, G., Josef, A., Kaufmann, M., Huber, M., Bär, T., Zeißler, S., Höfling, S., Breuer, C., Gärtner, N., Haykowsky, M. J., Degenhardt, S., Wanner, C., & Halle, M. (2023). Exercise during Hemodialysis in Patients with Chronic Kidney Failure. *NEJM Evidence*, 2(9). <https://doi.org/10.1056/evidoa2300057>
- Argaiz, E. R., Morales-Juárez, L., Razo, C., Ong, L., Rafferty, Q., Rincón-Pedrero, R., & Gamba, G. (2023). The burden of chronic kidney disease in Mexico. Data analysis based on the Global Burden of Disease 2021 study. *Gaceta Médica de México*, 159(6), 501–508. <https://doi.org/10.24875/GMM.23000393>
- Bello, A. K., Okpechi, I. G., Osman, M. A., Cho, Y., Htay, H., Jha, V., Wainstein, M., & Johnson, D. W. (2022). Epidemiology of haemodialysis outcomes. En *Nature Reviews Nephrology* (Vol. 18, Número 6, pp. 378–395). Nature Research. <https://doi.org/10.1038/s41581-022-00542-7>
- Chen, C. C., Huang, Y. Y., Hua-Zhang, Xia-Liu, Li, X. Q., Long, Y. Q., Chen, Z. W., & Jin, T. (2024). Impact of resistance exercise on patients with chronic kidney disease. *BMC Nephrology*, 25(1). <https://doi.org/10.1186/s12882-024-03547-5>
- Chen, T. K., Hoenig, M. P., Nitsch, D., & Grams, M. E. (2023). Advances in the management of chronic kidney disease. En *BMJ*. BMJ Publishing Group. <https://doi.org/10.1136/bmj-2022-074216>
- De Jager, D. J., Grootendorst, D. C., Jager, K. J., Van Dijk, P. C., Tomas, L. M. J., Ansell, D., Collart, F., Finne, P., Heaf, J. G., De Meester, J., Wetzels, J. F. M., Rosendaal, F. R., & Dekker, F. W. (2009). *Cardiovascular and Noncardiovascular Mortality Among Patients Starting Dialysis*. www.jamaarchivescme.com
- Escamilla-Núñez, M. C., Castro-Porras, L., Romero-Martínez, M., Zárate-Rojas, E., & Rojas-Martínez, R. (2023). Screening, previous diagnosis, and treatment of chronic non-communicable diseases in Mexican adults. Ensanut 2022. *Salud Pública de México*, 65. <https://doi.org/10.21149/14726>
- Fang, H. Y., Burrows, B. T., King, A. C., & Wilund, K. R. (2020). A Comparison of Intradialytic versus Out-of-Clinic Exercise Training Programs for Hemodialysis Patients. *Blood Purification*, 49(1–2), 151–157. <https://doi.org/10.1159/000503772>
- Foreman, K. J., Marquez, N., Dolgert, A., Fukutaki, K., Fullman, N., McGaughey, M., Pletcher, M. A., Smith, A. E., Tang, K., Yuan, C. W., Brown, J. C., Friedman, J., He, J., Heuton, K. R., Holmberg, M., Patel, D. J., Reidy, P., Carter, A., Cercy, K., ... Murray, C. J. L. (2018). Forecasting life expectancy, years of life lost, and all-cause and cause-specific mortality for 250 causes of death: reference and alternative scenarios for 2016–40 for 195 countries and territories. *The Lancet*, 392(10159), 2052–2090. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)31694-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31694-5)
- González, A., Diz, J. C., García, Ó., Carbajales, D., Diz-Ferreira, E., & Ayán Pérez, C. (2023). Effectiveness of intradialytic semi-supervised exercise on patients' functional capacity: An exploratory study. En *Nefrología* (Vol. 43, Número 6, pp. 796–798). Elsevier Espana S.L.U. <https://doi.org/10.1016/j.nefro.2021.09.022>

- Graham-Brown, M. P. M., March, D. S., Young, R., Highton, P. J., Young, H. M. L., Churchward, D. R., Dungey, M., Stensel, D. J., Bishop, N. C., Brunskill, N. J., Smith, A. C., McCann, G. P., McConnachie, A., & Burton, J. O. (2021). A randomized controlled trial to investigate the effects of intra-dialytic cycling on left ventricular mass. *Kidney International*, 99(6), 1478–1486. <https://doi.org/10.1016/j.kint.2021.02.027>
- Greenwood, S. A., Koufaki, P., Macdonald, J. H., Bulley, C., Bhandari, S., Burton, J. O., Dasgupta, I., Farrington, K., Ford, I., Kalra, P. A., Kumwenda, M., Macdougall, I. C., Messow, C. M., Mitra, S., Reid, C., Smith, A. C., Taal, M. W., Thomson, P. C., Wheeler, D. C., ... Mercer, T. H. (2021). Exercise programme to improve quality of life for patients with end-stage kidney disease receiving haemodialysis: The pedal rct. *Health Technology Assessment*, 25(40), VII–49. <https://doi.org/10.3310/HTA25400>
- Johansen, K. L., Kaysen, G. A., Dalrymple, L. S., Grimes, B. A., Glidden, D. V., Anand, S., & Chertow, G. M. (2013). Association of physical activity with survival among ambulatory patients on dialysis: The comprehensive dialysis study. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*, 8(2), 248–253. <https://doi.org/10.2215/CJN.08560812>
- Koh, K. P., Fassett, R. G., Sharman, J. E., Coombes, J. S., & Williams, A. D. (2009). *Effect of Intradialytic Versus Home-Based Aerobic Exercise Training on Physical Function and Vascular Parameters in Hemodialysis Patients: A Randomized Pilot Study*. <https://doi.org/10.1053/j>
- Kopple, J. D., Wang, H., Casaburi, R., Fournier, M., Lewis, M. I., Taylor, W., & Storer, T. W. (2007). Exercise in maintenance hemodialysis patients induces transcriptional changes in genes favoring anabolic muscle. *Journal of the American Society of Nephrology*, 18(11), 2975–2986. <https://doi.org/10.1681/ASN.2006070794>
- Manfredini, F., Mallamaci, F., D'Arrigo, G., Baggetta, R., Bolignano, D., Torino, C., Lamberti, N., Bertoli, S., Ciurlino, D., Rocca-Rey, L., Barillà, A., Battaglia, Y., Rapanà, R. M., Zuccalà, A., Bonanno, G., Fatuzzo, P., Rapisarda, F., Rastelli, S., Fabrizi, F., ... Zoccali, C. (2017). Exercise in patients on dialysis: A multicenter, randomized clinical trial. *Journal of the American Society of Nephrology*, 28(4), 1259–1268. <https://doi.org/10.1681/ASN.2016030378>
- Matthew Clarkson, X. J., Bennett, P. N., Fraser, S. F., & Stuart Warmington, X. A. (2019). Exercise interventions for improving objective physical function in patients with end-stage kidney disease on dialysis: a systematic review and meta-analysis Exercise interven-tions for improving objective physical function in patients with end-stage kidney disease on dialysis: a systematic review and meta-analysis. *Am J Physiol Renal Physiol*, 316, 856–872. <https://doi.org/10.1152/ajprenal.00317.2018.-Patients>
- Pu, J., Jiang, Z., Wu, W., Li, L., Zhang, L., Li, Y., Liu, Q., & Ou, S. (2019). Efficacy and safety of intradialytic exercise in haemodialysis patients: A systematic review and meta-analysis. En *BMJ Open* (Vol. 9, Número 1). BMJ Publishing Group. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2017-020633>
- Sánchez-Cedillo, A., Cruz-Santiago, José, Mariño-Rojas, F. B., Hernández-Estrada, S., & García-Ramírez, C. (2020). Carga de la enfermedad: insuficiencia renal, diálisis-hemodiálisis y trasplante renal en México. Costo de

la enfermedad. *Revista Mexicana de Trasplantes*, 9(1), 15–25.
<https://doi.org/10.35366/94025>

- Tabibi, M. A., Wilund, K. R., Salimian, N., Nikbakht, S., Soleymany, M., Roshanaeian, Z., Nazemi, F., & Ahmadi, S. (2023). The effect of intradialytic exercise on calcium, phosphorus and parathyroid hormone: a randomized controlled trial. *BMC Nephrology*, 24(1). <https://doi.org/10.1186/s12882-023-03327-7>
- Tentori, F., Elder, S. J., Thumma, J., Pisoni, R. L., Bommer, J., Fissell, R. B., Fukuhara, S., Jadoul, M., Keen, M. L., Saran, R., Ramirez, S. P. B., & Robinson, B. M. (2010). Physical exercise among participants in the Dialysis Outcomes and Practice Patterns Study (DOPPS): Correlates and associated outcomes. *Nephrology Dialysis Transplantation*, 25(9), 3050–3062.
<https://doi.org/10.1093/ndt/gfq138>
- Valenzuela, P. L., de Alba, A., Pedrero-Chamizo, R., Morales, J. S., Cobo, F., Botella, A., González-Gross, M., Pérez, M., Lucia, A., & Marín-López, M. T. (2018). Intradialytic exercise: One size doesn't fit all. *Frontiers in Physiology*, 9(JUL). <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.00844>
- Young, H. M. L., March, D. S., Graham-Brown, M. P. M., Jones, A. W., Curtis, F., Grantham, C. S., Churchward, D. R., Highton, P., Smith, A. C., Singh, S. J., Bridle, C., & Burton, J. O. (2018). Effects of intradialytic cycling exercise on exercise capacity, quality of life, physical function and cardiovascular measures in adult haemodialysis patients: A systematic review and meta-analysis. *Nephrology Dialysis Transplantation*, 33(8), 1436–1445.
<https://doi.org/10.1093/ndt/gfy045>

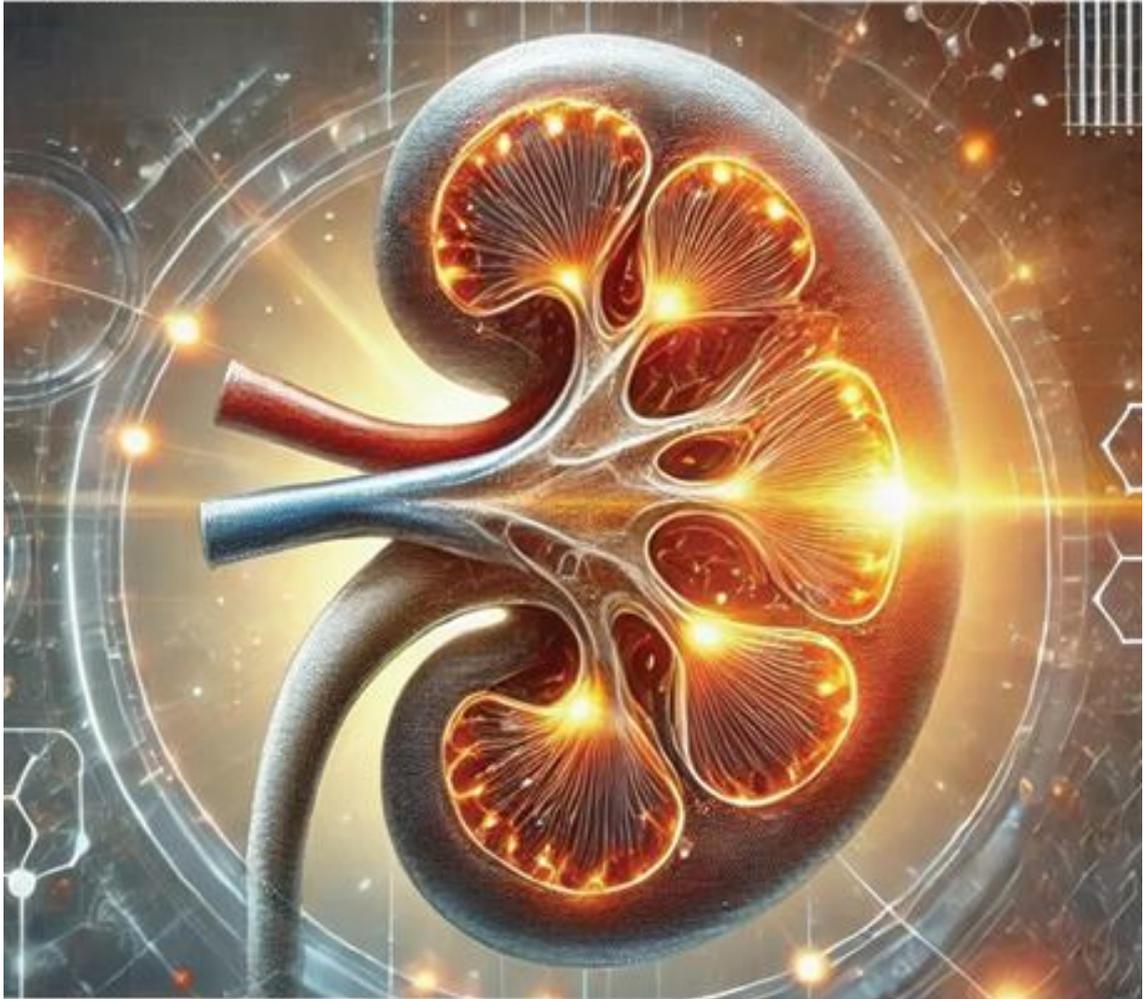
Capítulo IX. Publicaciones del tesista

NEFROLOGÍA MEXICANA

Revista Oficial del Colegio de Nefrólogos de México A.C. Fundado en 1967

Volumen 46 - Suplemento 1 - 2025 | www.revistanefrologiamexicana.com

ISSN: 0187-7801



COLEGIO DE NEFRÓLOGOS DE MÉXICO, A.C.
DIRECCIÓN GENERAL DE PROFESIONES P-257



Seguridad y cambios en el desempeño físico del ejercicio intradialítico

Castor Hernández Rogelio de Jesús, Irma Isabel Flores, Mónica Sánchez Cárdenas, Tanya Paola Rodríguez Cerda, Axel Alejandro Medina Cerda, Delmar Yahir Domínguez García, Kenia Camillo Martínez

Nefrología, Hospital Universitario, Monterrey, Nuevo León, México.

Introducción: La enfermedad renal crónica (ERC) es una entidad que afecta el 10% de la población mundial y tiene implicaciones sustanciales en morbilidad y mortalidad. México tiene una prevalencia de 9785 por 100 000 habitantes y una tasa de mortalidad de 53.4 defunciones por 100 000 habitantes siendo la quinta causa de muerte en el país y con tendencia ascendente. Los pacientes con ERC que reciben hemodiálisis de mantenimiento típicamente tienen niveles bajos de actividad física, lo cual aumenta su morbilidad y mortalidad. Debido a que la diálisis es un proceso catabólico, hay un riesgo incrementado de gasto de energía que puede exacerbar la descomposición de proteínas musculares. Los efectos en la salud cardiovascular y función física del ejercicio intradialítico se han documentado en estudios con ciclismo intradialítico. En un metaanálisis se observó reducción pequeña pero significativa de presión arterial sistólica y diastólica pero otro metaanálisis no encontró efectos significativos en la presión arterial

Objetivo: Describir la eficacia y seguridad

Material y métodos: Este estudio reclutó a pacientes que reciben hemodiálisis de mantenimiento en un hospital de tercer nivel en Monterrey, México. Incluye pacientes mayores de edad, que reciban sesiones de hemodiálisis dos o tres veces a la semana que puedan caminar y puedan realizar ejercicio con bicicleta estacionaria. Se aplicó ejercicio con bicicleta durante 60 minutos por cada sesión de hemodiálisis en un período de 8 semanas. El desenlace primario fueron cambios en la distancia recorrida en prueba de caminata de 6 minutos antes y después de la intervención para comprobar eficacia y se midió la frecuencia de eventos adversos para comprobar seguridad.

Resultado: Se evaluaron 59 pacientes y se excluyeron 27 que no cumplían con los requerimientos, 32 pacientes iniciaron la intervención de los cuales dos retiraron consentimiento informado y uno murió durante el estudio.

Conclusiones: En nuestro estudio, se demuestra que el ejercicio intradialítico es eficaz y con una baja proporción de eventos adversos a pesar de no contar con una población idónea.

programa de ejercicios estacionario y estacionario estacionario son esenciales para preservar la función renal y prevenir la progresión a enfermedad renal crónica terminal.

Objetivo: Describir el curso clínico, hallazgos histopatológicos y respuesta terapéutica en una paciente adulta joven con glomerulonefritis paucimune ANCA positiva, con evolución a terapia sustitutiva renal.

Material y métodos: Paciente femenina de 18 años, previamente sana y deportista de alto rendimiento. En agosto de 2024 presentó hematuria macroscópica y escleritis. Se documentó positividad para ANCA-MPO. La biopsia renal mostró glomerulonefritis extracapilar paucimune con necrosis fibrinoide, semilunas activas (70%) y fibrosis intersticial grado I. Se inició tratamiento inmunosupresor con esteroides a altas dosis y cuatro pulsos de ciclofosfamida IV.

Resultado: A pesar del tratamiento, evolucionó a insuficiencia renal crónica con oliguria, uremia e hipertensión arterial severa, requiriendo hemodiálisis crónica desde diciembre de 2024.

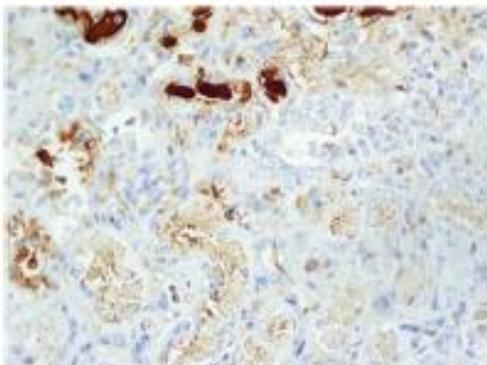
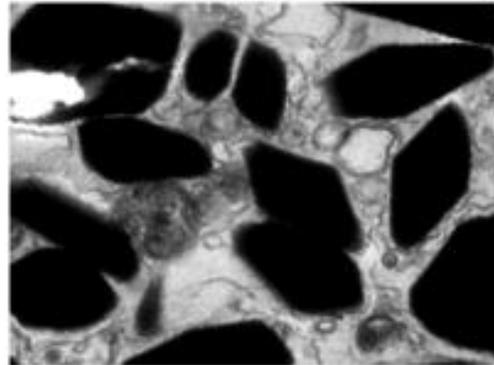
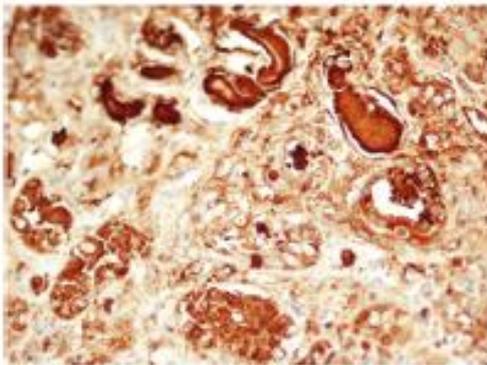
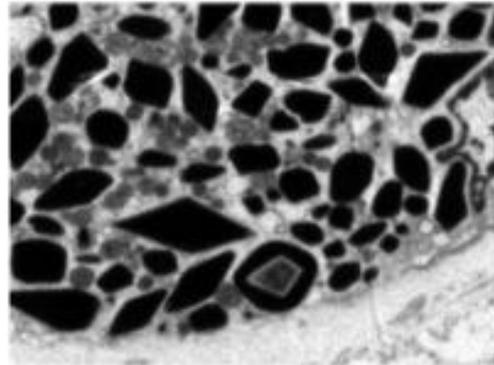
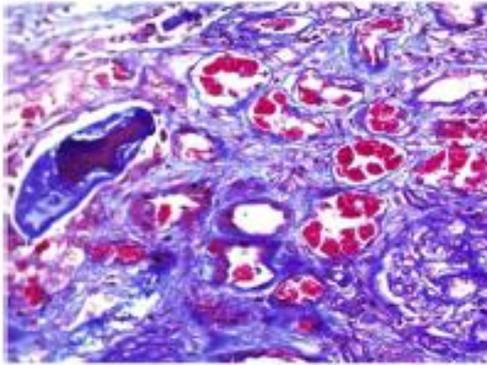
Conclusiones: La vasculitis asociada a ANCA, particularmente con positividad para anticuerpos anti-mieloperoxidasa (MPO), puede manifestarse como una glomerulonefritis rápidamente progresiva con afectación renal aislada, incluso en pacientes jóvenes previamente sanos. El caso presentado ilustra la importancia del reconocimiento temprano de manifestaciones atípicas, como escleritis, hematuria macroscópica y elevación de creatinina sérica, que deben motivar una evaluación inmunológica y nefrológica inmediata.

Experiencia en un centro de hemodiálisis de tercer nivel con el sistema de recirculación adsorbente molecular (mars) en pacientes con falla hepática aguda de diversas etiologías

Maldonado Tapia Diana, Beatriz Rocío Cerezo Samperio, Julio Alfonso de los Santos Trejo, Mónica López Mendoza, Joaquer Stiven Cárdenas Hurtado

Hemodiálisis, Centro Médico Nacional "20 de Noviembre", ISSSTE, Ciudad de México, México.

Introducción: La insuficiencia hepática aguda y la agudización de hepatopatías crónicas representan escenarios clínicos de alta mortalidad, donde el soporte hepático extracorpóreo puede ser determinante en la evolución del paciente. El sistema MARS (Molecular Adsorbent Recirculating System) es una modalidad de diálisis hepática que permite la eliminación de toxinas unidas a proteínas, especialmente albúmina, que no son removidas por técnicas convencionales de hemo-



Conclusions: These findings are indicative of acute tubular damage secondary to excess filtration of kappa light chains. Two varieties of tubulopathy associated with the presence of light chain are observed: the crystalline form as in our case, in which numerous crystals predominantly kappa light chains of different sizes are found in the proximal tubule within lysosomes or freely in the cytoplasm. The second is a Non-crystalline form in which the lysosomal inclusions usually Lambda chain, distends or occupy the cytoplasm of the proximal tubule epithelium. Our patient underwent a bone marrow biopsy, shows an infiltration in 90% of the specimen by pathological plasma cells with kappa light chain restriction. The patient is currently undergoing a second cycle of chemotherapy (Dara-VTD protocol), presenting improvement in kidney function.

I have no potential conflict of interest to disclose.

WCN24-1636

SJOGREN SYNDROME WITH RENAL FEATURES: CASE SERIES

Rogelio de Jesús Castor-Hernández^{1*}

Iris Camelia Farias Navarro², Nayeri Nicté López Villa³,

María Virgilia Soto Abraham⁴, Mara Cecilia Olivo Gutiérrez²,

Giovanna Yazmin Arteaga Müller³

¹Monterrey, Nephrología, Mexico; ²Nefrología, Hospital Universitario "Dr. José Eleuterio González", Monterrey; ³Nefrología, Hospital Universitario "Dr. José Eleuterio González", Monterrey; ⁴Patología, Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez", Ciudad de México



Introduction: Primary Sjögren's syndrome (pSS) is a chronic autoimmune systemic disease with an estimated prevalence of 0.01 to 3%, characterized by the involvement of exocrine glands. Renal involvement occurs in less than 10%. Tubulointerstitial nephritis (TIN) is one of the commonly found abnormalities in renal biopsy and renal tubular acidosis (RTA) may be present.

Methods: The objective is to report a case series with diagnosis of pSS and renal involvement.

We report 3 patients with pSS with renal features at onset; renal biopsy was performed, except for one pregnant patient.

Results: All 3 patients were female, with an average age of 21.6 years. All patients had kidney involvement as initial manifestation of pSS. Two of them (40%) were pregnant at the time of diagnosis. The average baseline serum creatinine was 3 mg/dl, with an estimated glomerular filtration rate by CKD-EPIcr (eGFR) of 46.2 ml/min/1.73m². Two patients (60%) required renal replacement therapy (RRT) during their hospitalization, and three (60%) had RTA at the time of diagnosis. All kidney biopsies performed reported TIN. Glomerular injury was reported as focal segmental glomerulosclerosis observed in just one patient (20%). All patients were treated with prednisone and hydroxychloroquine, pregnant patients also received azathioprine and just one patient (20%) required maintenance renal replacement therapy.

Conclusions: This case series shows 3 patients with pSS with kidney dysfunction as an unusual presentation. Acute or chronic tubulointerstitial nephritis (TIN) was found, in all patients which correlates with the literature. The age of presentation is below the average age at which SS is typically diagnosed. Renal manifestations in SS exhibit systemic symptoms that lead patients to seek medical attention, ultimately leading to the primary diagnosis of Sjögren's syndrome.

I have no potential conflict of interest to disclose.

WCN24-1756

URINE EOSINOPHILS: IS THERE STILL A PLACE FOR THEM?

Sofia Sousa¹, Ana Cunha², Beatriz Braga², Sofia Ventura³, Guilherme Rocha⁴, Ana Castro⁵, José Válcão⁶, Marta Rego⁷
¹Ponte Delgada, Nephrology, Portugal; ²Nephrology, Centro Hospitalar Universitário de Santo António, Porto; ³Nephrology, Hospital do Divino Espírito Santo de Ponte Delgada, PORTO; ⁴Pathological Anatomy, Centro Hospitalar Universitário de Santo António, PORTO; ⁵Clinical Chemistry, Centro Hospitalar Universitário de Santo António, PORTO

Introduction: Acute interstitial nephritis (AIN) is an important cause of acute kidney injury (AKI) that has been historically associated with the presence of urine eosinophils (UE). In more recent studies, this association between AIN and UE has grown weaker and, to our knowledge, only one study used kidney biopsy as the diagnosis standard. In recent years, new AKI and AIN urine biomarkers, such as interleukin-9 and tumour necrosis factor- α , have gained interest, yet these are not widely available. To investigate the performance of UE screening test in cases of suspected AIN, we evaluated their association with biopsy proven AIN and whether UE was associated with the decision to biopsy.

Methods: We conducted a retrospective study with adult patients who underwent both UE screening and native kidney biopsy performed in a maximum seven days period at Centro Hospitalar Universitário de Santo António between 2010 and 2020. We also analysed the patients with UE screening and no biopsy. We considered UE positive screening when >1% of eosinophils were seen in citospin smears of urinary sediment, using Leishman staining. Samples with less than two white blood cells (WBC) per high power field in urinary sediment (< 10 WBC/hpf) were considered negative. Data was analysed using Microsoft Excel®, chi-square test was used to determine association and a p-value of 0.001 was considered statistically significant.

Results: We have identified 1686 requests for UE screening, after exclusion of duplicated orders and patients that didn't meet inclusion criteria. From the 1686 patients, 103 patients (6.2%) underwent biopsy: 47 females and 58 males, with ages between 18 and 88 years old and median age of 63 years old. UE were present in 18 urinary sediments and AIN in 15 biopsies. Among the patients with UE positive screening,

patients, 180 had >1% UE. Using chi-square test, we obtained a p value of 0.027, determining that there was no association between UE presence and the decision to biopsy.

Conclusions: Urine eosinophils were found in a wide range of biopsy proven kidney diseases, and they demonstrated a low sensibility and positive predictive value for AIN. These findings are in line with the only robust data published and with the experts' opinion. Although they exhibited higher specificity and negative predictive values, they do not allow the diagnosis or exclusion of AIN. Since the presence of urinary eosinophils does not alter the decision to carry out a kidney biopsy and it is not a sensitive or specific test, the diagnosis and therapeutic decisions should be supported by kidney biopsy.

I have no potential conflict of interest to disclose.

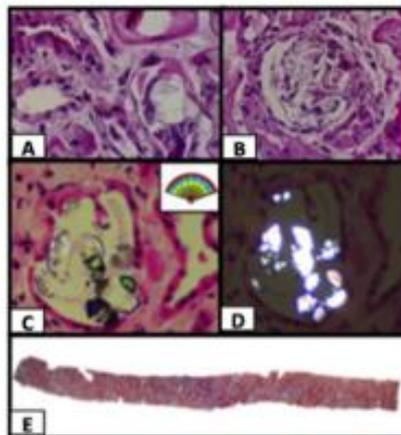
WCN24-1807

POLYETHYLENE GLYCOL AS AN EXCIPIENT: UNCOMMON CAUSE OF OXALATE NEPHROPATHY

Omar Fueyo¹, Ana Cristina González Medina², Elena Del Barrio Coca³, Norma Ofelia Uribe Uribe⁴, Lilianna Hernández Hernández⁵, Claudia Aline Navarrete López⁶, Juan Carlos Ramírez Sandoval⁷

¹Estado de Mexico, Department of Nephrology and Mineral Metabolism, Mexico; ²Department of Nephrology and Mineral Metabolism, Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán, Mexico; ³Medicina, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Mexico; ⁴Department of Pathology, Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán, Mexico

Introduction: Acute kidney injury (AKI) due to the precipitation and deposition of intratubular crystals is common and occurs in various clinical contexts, glycols and alcohols poisoning within know causes, predominantly secondary to accidentally ingestion. Here, we would like to highlight a rarely suspected cause of calcium oxalate crystal nephropathy: polyethylene glycol as an excipient.



Methods: Case Presentation: A 72-year-old woman with hepatitis C-related liver cirrhosis and venous insufficiency treated with diuretics started a two weeks ago, presented to the emergency department brought by her family due to decreased alertness, oliguria, nausea and vomiting. At initial examination, she was found to be

Capítulo X. Resumen biográfico del tesista

Biografía del tesista

El Dr. Rogelio de Jesús Castor Hernández, nació el 23 de enero de 1992 en Saltillo, Coahuila, donde completó su educación básica antes de trasladarse a Monterrey, Nuevo León, para continuar sus estudios superiores. Recibió el título de Médico Cirujano y Partero en 2017 por parte de la Universidad de Monterrey (UDEM), institución donde desarrolló un marcado interés por la medicina interna.

Posteriormente, completó su especialización en Medicina Interna en el Hospital Metropolitano "Dr. Bernardo Sepúlveda", adscrito al Tecnológico de Monterrey (ITESM), de 2019 a 2023. Durante este periodo, se tituló con la tesis: "Mortalidad, estancia hospitalaria e incidencia de complicaciones locales en pacientes diagnosticados con pancreatitis aguda inducida por hipertrigliceridemia tratados con infusión de insulina a dosis alta en comparación con los tratados con dosis baja". Su participación en eventos nacionales e internacionales de gastroenterología y nefrología afianzó su decisión de continuar su formación en esta última.

Actualmente, cursa la subespecialidad de Nefrología en la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), en el Hospital Universitario "Dr. José Eleuterio González" (2023-2026). Su trayectoria investigativa en la subespecialidad incluye la coautoría de un capítulo en la edición de casos clínicos del Colegio de Medicina Interna del Noreste, así como la autoría y exposición de múltiples trabajos de investigación en congresos de alto impacto, incluyendo el Congreso Mundial de Nefrología, la Kidney Week, el IMIN y el Congreso Nacional de Nefrología. Además, ha realizado estancias formativas de alto nivel en el Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán y el Toronto General Hospital en Canadá, con un enfoque particular en el trasplante renal.

La presente tesis representa la culminación de su formación como nefrólogo y su compromiso con la investigación clínica aplicada al manejo integral del paciente renal.