



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

Facultad de
MEDICINA

Efecto de los ejercicios de rehabilitación vascular sobre el diámetro de los vasos sanguíneos en pacientes con enfermedad renal crónica en hemodiálisis no aptos para fístula arteriovenosa

Effect of vascular rehabilitation exercises on blood vessel diameter in patients with chronic kidney disease on hemodialysis who are not suitable for arteriovenous fistula

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR POR EL
TÍTULO DE SEGUNDA ESPECIALIDAD PROFESIONAL EN
NEFROLOGÍA

AUTOR

MAURA ELIZABETH PACHAS PINEDO

ASESOR

CESAR ANTONIO LOZA MUNARRIZ

LIMA – PERÚ

2026



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

DECLARACION DE ORIGINALIDAD

Los egresados:

Nº	APELLIDOS Y NOMBRES
1.	PACHAS PINEDO MAURA ELIZABETH

(Agregar filas adicionales si hay más autores)

Pertenecientes al programa de **SEGUNDA ESPECIALIDAD PROFESIONAL EN NEFROLOGÍA**, autora del proyecto de investigación titulado: **Efecto de los ejercicios de rehabilitación vascular sobre el diámetro de los vasos sanguíneos en pacientes con enfermedad renal crónica en hemodiálisis no aptos para fístula arteriovenosa**, el cual ha sido elaborado y aprobado, para optar por el **TITULO DE SEGUNDA ESPECIALIDAD PROFESIONAL EN NEFROLOGÍA**, bajo la modalidad de **Proyecto de investigación**.

En calidad de docente (s) asesor (es) de la Universidad Peruana Cayetano Heredia:

Nº	APELLIDOS Y NOMBRES DEL DOCENTE	FACULTAD	NIVEL DE ASESORÍA
1.	LOZA MUNARRIZ CESAR ANTONIO	MEDICINA	ASESOR

Declaramos que el contenido del presente documento es original y que las citas y referencias a otros autores cumplen con las normas académicas establecidas. En ese sentido, hacemos constar que:

- El documento presenta un porcentaje de similitud de 17%, según el reporte emitido por el software **Turnitin®** (identificador de entrega: **3638201795**; fecha de entrega: **01/09/26**).
- Tras una revisión detallada del reporte y del contenido del trabajo en cuestión, no se han identificado indicios de plagio.
- Se certifica que el documento respeta los principios de integridad académica y cumple con los requisitos institucionales de originalidad.

Lugar y fecha: **Lima, 02 de Septiembre del 2026**

Firma del asesor
Nº DNI: 21456043
ORCID: 0000000345459969

Firma del Co-asesor
Nº DNI:
ORCID:

2.- RESUMEN:

La enfermedad renal crónica (ERC) avanzada requiere frecuentemente hemodiálisis, para la cual la fístula arteriovenosa (FAV) nativa constituye el acceso vascular preferido. Sin embargo, algunos pacientes presentan características vasculares inicialmente no favorables para su creación. Los ejercicios de rehabilitación vascular podrían producir cambios en los parámetros vasculares; no obstante, la evidencia en pacientes inicialmente no aptos para una FAV nativa es limitada. El objetivo será determinar el efecto de los ejercicios de rehabilitación vascular sobre el diámetro de los vasos sanguíneos en pacientes con ERC en hemodiálisis inicialmente no aptos para la creación de una FAV nativa. Se realizará un estudio cuasiexperimental, longitudinal y prospectivo en pacientes adultos en hemodiálisis del Hospital Nacional Cayetano Heredia. Se reclutarán 39 participantes. La intervención consistirá en un programa de rehabilitación vascular de 8 semanas, con dos sesiones semanales, que incluirá ejercicios de prensión manual y fortalecimiento con banda elástica, supervisados por el Servicio de Medicina Física y Rehabilitación. Se realizarán evaluaciones ecográficas Doppler basal, a las 4 y 8 semanas. El desenlace principal será el cambio en el diámetro de la vena cefálica entre la evaluación basal y la semana 8. La evaluación de la semana 4 permitirá valorar la evolución intermedia mediante un análisis longitudinal secundario. Los resultados contribuirán a generar evidencia sobre una estrategia no invasiva para optimizar las condiciones vasculares de estos pacientes.

Palabras clave: Enfermedad renal crónica; Ejercicios de rehabilitación vascular; Fístula arteriovenosa.

3.- INTRODUCCIÓN

La enfermedad renal crónica (ERC), definida como una alteración de la estructura o función renal presente durante más de tres meses con implicaciones para la salud (1), constituye un importante problema de salud pública mundial, afecta aproximadamente al 13,4 % de la población, con una carga creciente en las últimas décadas (2,3). En estadios terminales, la hemodiálisis crónica constituye la principal modalidad de terapia de reemplazo renal, por lo que disponer de un acceso vascular adecuado resulta fundamental (4,5).

La guía KDOQI recomiendan, cuando son compatibles con el plan de vida y los objetivos del paciente, priorizar los accesos arteriovenosos, como la fístula arteriovenosa (FAV) nativa o el injerto, frente a los catéteres venosos centrales (CVC), debido a su menor riesgo de complicaciones y mortalidad (6). El uso prolongado de CVC se asocia con infecciones, disfunción, trombosis, hospitalizaciones y mayores costos (7,8). En el Perú, la hemodiálisis representa el 83,1 % de las terapias de reemplazo renal registradas; aproximadamente el 95% de los pacientes inician mediante un CVC temporal y solos el 4.9% mediante una FAV, situación también observada en hospitales nacionales (3,9,10).

La FAV nativa ofrece mayor supervivencia del acceso y menos complicaciones relacionadas con el uso del CVC (11-13); sin embargo, su creación y maduración pueden verse limitadas por menos calibre vascular, alteraciones de la distensibilidad, disfunción endotelial y respuesta inadecuada al flujo, condiciones más frecuentes en adultos mayores, mujeres y pacientes con diabetes mellitus o enfermedad vascular periférica (14,15).

La ecografía Doppler permite valorar el diámetro vascular, permeabilidad, flujo y distensibilidad vascular para la planificación de la FAV (6,23).

Diversos estudios, evidenciaron que los ejercicios del miembro superior pueden favorecer la adaptación vascular, con incrementos del diámetro venoso y del flujo sanguíneo tras ejercicios isométricos y programas de acondicionamiento vascular (6,16-20). El estudio PHYSICALFAV y otras investigaciones han evaluado el ejercicio preoperatorio, mostrando resultados que respaldan su potencial para optimizar las condiciones vasculares antes de la cirugía (19,22,25). Sin embargo, la evidencia se concentra principalmente en pacientes ya candidatos a FAV o con un acceso establecido; en pacientes inicialmente no aptos para una FAV nativa es limitada, aunque algunos estudios sugieren modificaciones del diámetro venoso y la velocidad pico sistólica (18,21,24,25).

En este contexto, la rehabilitación vascular constituye una estrategia no invasiva y de bajo costo potencialmente útil para optimizar las condiciones vasculares. Por ello, este estudio determinará el efecto de un programa de ejercicios de rehabilitación vascular sobre el diámetro de los vasos sanguíneos en pacientes con ERC en hemodiálisis inicialmente no aptos para la creación de una FAV nativa. De demostrarse un efecto favorable, los hallazgos podrían servir como base para futuras investigaciones que evalúen su impacto sobre la creación y funcionamiento de las FAV.

4.- OBJETIVOS

4.1 Objetivo primario:

Determinar el efecto de los ejercicios de rehabilitación vascular sobre el diámetro de la vena cefálica en pacientes con ERC en hemodiálisis no aptos para la creación de una FAV nativa en el Hospital Nacional Cayetano Heredia, durante el periodo comprendido entre el 01 de octubre del 2026 hasta el 31 de marzo de 2027.

4.2.- Objetivos específicos:

- a) Evaluar la variación de la velocidad pico sistólica de la arteria radial y braquial, antes y después de los ejercicios de rehabilitación vascular.
- b) Determinar los cambios en la distensibilidad venosa posterior al programa de ejercicios de rehabilitación vascular.
- c) Determinar la proporción de pacientes que cumplen criterios ecográficos de aptitud para la creación de una FAV nativa a las 4 y 8 semanas de iniciado el programa de ejercicios de rehabilitación vascular.
- d) Determinar la frecuencia de efectos adversos relacionados con el programa de ejercicios de rehabilitación vascular durante el período de intervención.

5.- MATERIAL Y MÉTODO

a) Diseño del estudio: Estudio cuasiexperimental, longitudinal y prospectivo, en pacientes adultos con ERC en hemodiálisis inicialmente no aptos ecográficamente para la creación de una FAV nativa, a quienes se aplicará un programa de ejercicios de rehabilitación vascular durante ocho semanas.

b) Población: La población estará constituida por pacientes adultos con ERC en hemodiálisis atendidos en el Hospital Nacional Cayetano Heredia, evaluados por los Servicios de Nefrología y Cirugía de Tórax y Cardiovascular, que presenten

características ecográficas inicialmente no favorables para la creación inmediata de una FAV nativa, durante el periodo comprendido entre el 1 de setiembre del 2026 y el 31 de marzo de 2027.

Criterios de selección:

a.) Criterios de inclusión:

1. Pacientes mayores de 18 años y menores de 70 años con diagnóstico de ERC en hemodiálisis crónica.
2. Pacientes derivados para evaluación de acceso vascular y potencialmente candidatos a un programa de ejercicios de rehabilitación vascular para optimizar las condiciones anatómicas previo a la creación de una FAV nativa.
3. Pacientes que acepten participar voluntariamente en el estudio y firmen el consentimiento informado.

b.) Criterios de exclusión del participante:

1. Pacientes con trastornos psiquiátricos no controlados o alteraciones cognitivas que limiten la comprensión del estudio o la participación en el programa de ejercicios.
2. Pacientes con secuelas neurológicas secundarias a accidentes cerebrovasculares que comprometan la movilidad o funcionalidad de ambos miembros superiores e impidan la realización de los ejercicios de rehabilitación vascular.
3. Pacientes cuya evaluación ecográfica Doppler vascular basal determine condiciones anatómicas favorables para la creación inmediata de una

fístula arteriovenosa nativa, de acuerdo con los criterios establecidos por el Servicio de Cirugía de Tórax y Cardiovascular.

c.) Condiciones de exclusión del miembro superior:

Las siguientes condiciones determinarán la exclusión del miembro superior afectado para la evaluación ecográfica y eventual intervención, sin implicar necesariamente la exclusión del participante:

1. Antecedente de creación de FAV en el miembro superior.
2. Antecedente de permanencia de CVCT o CVC de larga permanencia (CVC-LP) durante un periodo igual o mayor a 3 meses en el miembro superior.
3. Antecedentes de cirugía vascular, procedimientos invasivos o traumatismos en el miembro superior.
4. Infección activa, lesiones cutáneas o enfermedad vascular periférica severa que contraindiquen la realización de la evaluación o del programa de rehabilitación vascular.
5. Antecedentes de venopunciones frecuentes o repetidas en el miembro superior durante los últimos 30 días.

Cuando estas condiciones comprometan un solo miembro superior, el participante podrá continuar en el estudio si el miembro contralateral es evaluable y cumple las condiciones de elegibilidad. Si ambos miembros superiores presentan condiciones que impidan su evaluación o intervención, el participante no será elegible para el estudio.

c) Muestra:

Unidad de análisis: Paciente adulto con ERC en hemodiálisis que cumpla los criterios de selección.

Unidad de muestreo: Paciente adulto con ERC en hemodiálisis inicialmente no apto para la creación inmediata de una FAV nativa y que cumpla los criterios de selección.

Tamaño muestral: Se reclutarán 39 participantes, esperando obtener al menos 35 participantes evaluables al finalizar el seguimiento. El cálculo del tamaño muestral se presenta en el Anexo 8.1.

Marco muestral: Estará constituido por los pacientes adultos con ERC en hemodiálisis del Hospital Nacional Cayetano Heredia, derivados para evaluación vascular con fines de planificación de una FAV durante el periodo de estudio.

Método de selección: Se realizará un muestreo no probabilístico consecutivo, incluyendo a los pacientes que cumplan los criterios de selección hasta completar el tamaño muestral.

d) Definición operacional:

Se adjunta relación de variables en el anexo 8.2, con las descripciones, como: tipo de variables, escala de medición y definición operacional.

e) Procedimientos y técnicas:

Reclutamiento y selección de pacientes: Los pacientes con ERC en hemodiálisis serán identificados en los Servicios de Nefrología y Cirugía de Tórax y Cardiovascular del Hospital Nacional Cayetano Heredia. Se verificarán los criterios de inclusión y exclusión y las condiciones de elegibilidad para el estudio. Los

pacientes elegibles recibirán información sobre la investigación y aquellos que acepten participar firmarán el consentimiento informado (Anexo 8.2).

Evaluación ecográfica Doppler vascular: A los participantes elegibles y que ya firmaron el consentimiento informado, se les realizará una evaluación ecográfica Doppler vascular basal, a las 4 y 8 semanas. La evaluación será realizada por un médico del Servicio de Cirugía de Tórax y Cardiovascular capacitado en ecografía vascular, utilizando un equipo ESAOTE MyLab™80 con transductor lineal de 7,5–13 MHz. El paciente será colocado en decúbito supino, con el miembro superior en ligera flexión del codo y supinación. Se evaluarán las arterias radial y braquial y las venas cefálica y basílica mediante modo B, Doppler color y Doppler pulsado.

Los parámetros vasculares evaluables se detallan en el anexo 8.3. Las evaluaciones de seguimiento se realizarán en el miembro y segmento vascular seleccionado, procurando mantener las mismas condiciones de medición.

Determinación de la aptitud para la creación de una FAV nativa: La aptitud vascular será determinada por el Servicio de Cirugía de Tórax y Cardiovascular de acuerdo con la guía de práctica clínica institucional y las recomendaciones de las guías KDOQI 2019 y ESVS 2018 (6,24). Las cuales incluyen la valoración clínica y los hallazgos ecográficos, de acuerdo con los criterios establecidos en el Anexo 8.4. Los participantes con condiciones anatómicas favorables para una FAV inmediata serán derivados para el manejo asistencial correspondiente. Los participantes inicialmente no aptos, pero con características potencialmente susceptibles de optimización mediante rehabilitación vascular, continuarán en el estudio. En ellos se seleccionará el miembro y segmento vascular con mayor

factibilidad para la intervención y serán derivados al Servicio de Medicina Física y Rehabilitación para su programación.

Programa de ejercicios de rehabilitación vascular: El programa será implementado específicamente para el presente estudio. Los participantes realizarán un programa de ejercicios durante 8 semanas, con 2 sesiones por semana, para un total de 16 sesiones. El programa incluirá ejercicios de prensión manual y ejercicios de fortalecimiento del miembro superior con banda elástica, con intensidad individualizada según la tolerancia y bajo supervisión del Servicio de Medicina Física y Rehabilitación. El desarrollo de las sesiones, progresión, medidas de seguridad, criterios de modificación o suspensión y registro de adherencia se describen en el Anexo 8.5.

Seguimiento: Se registrarán la asistencia, adherencia, tolerancia y los eventos adversos relacionados con la intervención. Las actividades del estudio serán coordinadas entre los Servicios de Nefrología, Cirugía de Tórax y Cardiovascular y Medicina Física y Rehabilitación, procurando adecuarlas a los horarios de hemodiálisis. Las sesiones de ejercicios de rehabilitación vascular y evaluaciones ecográficas serán programadas anticipadamente, a través de llamadas o mensajes recordatorios y, ante inasistencias, se contactará al participante para identificar el motivo y coordinar la reprogramación cuando corresponda.

Evaluación final: Los participantes que cumplan los criterios clínicos y anatómicos para la creación del acceso serán derivados para el manejo asistencial correspondiente, de acuerdo con la disponibilidad del servicio y los procedimientos institucionales.

f) Aspectos éticos del estudio

El estudio se desarrollará conforme a los principios de la Declaración de Helsinki y la normativa nacional vigente. Antes de su ejecución, el proyecto, el consentimiento informado y los instrumentos de investigación serán evaluados y aprobados por el Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Peruana Cayetano Heredia (CIEI-UPCH). Los participantes recibirán información clara sobre los objetivos, procedimientos, duración, posibles riesgos y beneficios del estudio. La participación será voluntaria y se formalizará mediante la firma del consentimiento informado (Anexo 8.2), pudiendo realizar preguntas, rechazar su participación o retirarse en cualquier momento sin afectar su atención médica.

La información será codificada para preservar la confidencialidad. Los datos personales no serán incluidos en la base de análisis y la información será utilizada exclusivamente con fines académicos y científicos, presentándose los resultados de forma agrupada.

La intervención comprende ejercicios de rehabilitación vascular y evaluaciones ecográficas Doppler no invasivas. Los posibles riesgos incluyen fatiga, dolor o molestias musculares transitorias y otros eventos relacionados con la actividad física. Los participantes serán supervisados durante las sesiones y los ejercicios podrán modificarse o suspenderse ante signos o síntomas que comprometan su seguridad; los eventos adversos serán registrados durante el seguimiento. Por las características de los procedimientos, el estudio se considera de riesgo mínimo, sujeto a la determinación y aprobación del CIEI-UPCH. La participación no modificará el tratamiento nefrológico ni la hemodiálisis habitual. No se garantiza

un beneficio individual ni que el participante llegue a ser candidato(a) para una FAV, cuya indicación dependerá de la evaluación clínica y vascular correspondiente.

g) Plan de análisis

Los datos serán analizados mediante Stata versión 19.5. Las variables cualitativas se describirán mediante frecuencias absolutas y porcentajes; las cuantitativas mediante media y desviación estándar o mediana y rango intercuartílico, según su distribución. La variable principal será el cambio del diámetro de la vena cefálica entre la evaluación basal y la octava semana, calculado como:

$$\Delta D = D_{8 \text{ semanas}} - D_{\text{basal}}$$

Este cambio se expresará en milímetros y se estimará con su intervalo de confianza del 95 %. La distribución de las variables cuantitativas y de las diferencias entre mediciones se evaluará mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Para comparar el diámetro de la vena cefálica en los tres momentos de evaluación (basal, 4 y 8 semanas) se utilizará ANOVA de medidas repetidas cuando se cumplan sus supuestos; en caso contrario, se empleará la prueba de Friedman. La comparación basal–8 semanas se realizará mediante t de Student para muestras relacionadas o Wilcoxon, según la distribución de las diferencias. Las variables vasculares secundarias serán analizadas mediante pruebas para datos apareados, de acuerdo con su distribución y número de mediciones. La aptitud ecográfica para creación de FAV nativa se describirá mediante frecuencias y porcentajes y, para comparaciones entre momentos, se utilizará la prueba de McNemar cuando corresponda. Los eventos adversos se describirán mediante frecuencias absolutas y porcentajes. Se

considerará estadísticamente significativo un valor de $p < 0,05$ y se reportarán IC del 95 % cuando corresponda.

6.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO) CKD Work Group. KDIGO 2024 clinical practice guideline for the evaluation and management of chronic kidney disease. *Kidney Int.* 2024;105(4 Suppl). doi: 10.1016/j.kint.2023.10.018.
2. Kovesdy CP. Epidemiology of chronic kidney disease: an update 2022. *Kidney Int Suppl* (2011). 2022 Apr;12(1):7-11. doi: 10.1016/j.kisu.2021.11.003. Epub 2022 Mar 18. PMID: 35529086; PMCID: PMC9073222.
3. Loza Munarriz CA. Tendencias en la prevalencia de la enfermedad renal crónica estadio 5 y disponibilidad de recursos humanos para su atención. *Bol Epidemiol Peru.* 2025;34(39):1171-1176.
4. GBD 2023 Chronic Kidney Disease Collaborators. Global, regional, and national burden of chronic kidney disease in adults, 1990-2023, and its attributable risk factors: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2023. *Lancet.* 2025;406(10518):2461-2482. doi:10.1016/S0140-6736(25)01853-7.
5. Liyanage T, Ninomiya T, Jha V, Neal B, Patrice HM, Okpechi I, Zhao MH, Lv J, Garg AX, Knight J, Rodgers A, Gallagher M, Kotwal S, Cass A, Perkovic V. Worldwide access to treatment for end-stage kidney disease: a systematic review. *Lancet.* 2015 May 16;385(9981):1975-82. doi: 10.1016/S0140-6736(14)61601-9. Epub 2015 Mar 13. PMID: 25777665.
6. Lok CE, Huber TS, Lee T, Shenoy S, Yevzlin AS, Abreo K, Allon M, Asif A, Astor BC, Glickman MH, Graham J, Moist LM, Rajan DK, Roberts C, Vachharajani TJ, Valentini RP; National Kidney Foundation. KDOQI Clinical Practice Guideline for Vascular Access: 2019 Update. *Am J Kidney Dis.* 2020 Apr;75(4 Suppl 2):S1-S164. doi: 10.1053/j.ajkd.2019.12.001. Epub 2020 Mar 12. Erratum in: *Am J Kidney Dis.* 2021 Apr;77(4):551. doi: 10.1053/j.ajkd.2021.02.002. PMID: 32778223.
7. Lok CE, Foley R. Vascular access morbidity and mortality: trends of the last decade. *Clin J Am Soc Nephrol.* 2013; 8:1213-1219. doi: 10.2215/CJN.01690213.
8. Arhuidese IJ, Orandi BJ, Nejm B, Malas M. Utilization, patency, and complications associated with vascular access for hemodialysis in the United States. *J Vasc Surg.* 2018 Oct;68(4):1166-1174. doi: 10.1016/j.jvs.2018.01.049. PMID: 30244924.
9. Centro Nacional de Epidemiología, Prevención y Control de Enfermedades. Resultados preliminares del registro hospitalario de pacientes con enfermedad

- renal crónica en estadio 5, periodo 2024-2025. *Bol Epidemiol Perú*. 2025;34(9). Venegas-Justiniano J, Hurtado-Arestegui A, Loza-Muñarriz C. Características de la colocación y permanencia de catéteres venosos centrales temporales para hemodiálisis en un hospital público 2015-2019. *Acta Med Peru*. 2022;39(2):128-37. doi:10.35663/amp.2022.392.2231
10. Bitunguramye A, Nkundimana G, Aboubasha AM, Kabahizi J, Rutikanga W, Nshimiyimana L, Rafiki MG. Incidence, Risk Factors, Organism Types, and Outcomes of Catheter-Related Bloodstream Infections in Hemodialysis Patients. *Cureus*. 2024 Sep 16;16(9):e69554. doi: 10.7759/cureus.69554. PMID: 39291254; PMCID: PMC11406115.
 11. Şibar EG, Şencan İ. Catheter-related bloodstream infections in hemodialysis: microbiology, antimicrobial resistance, complications and predictors of mortality. *BMC Infect Dis*. 2026 Apr 3. doi: 10.1186/s12879-026-13225-6. Epub ahead of print. PMID: 41928131.
 12. Ibeas J, Roca-Tey R, Vallespín J, Moreno T, Moñux G, Martí-Monrós A, et al. Guía clínica española del acceso vascular para hemodiálisis. *Nefrología*. 2017;37(S1):1-192. doi: 10.1016/j.nefro.2017.11.004
 13. Lok CE, Yuo T, Lee T. Hemodialysis Vascular Access : Core Curriculum 2025. *Am J Kidney Dis*. 2025 Feb ; 85(2): 236-252. doi : 10.1053/j.ajkd.2024.05.021. Epub 2024 Dec 3. PMID : 39625430.
 14. Remuzzi A, Bozzetto M. Biological and Physical Factors Involved in the Maturation of Arteriovenous Fistula for Hemodialysis. *Cardiovasc Eng Technol*. 2017 Sep;8(3):273-279. doi: 10.1007/s13239-017-0323-0. Epub 2017 Jul 27. PMID: 28752375.
 15. Nguyen M, Thankam FG, Agrawal DK. Sterile inflammation in the pathogenesis of maturation failure of arteriovenous fistula. *J Mol Med (Berl)*. 2021 Jun;99(6):729-741. doi: 10.1007/s00109-021-02056-4. Epub 2021 Mar 5. PMID: 33666676.
 16. López Alonso MT, Lozano Moledo V, Yuguero Ortiz A, Fontseré Baldellou N. Influencia del ejercicio físico en el desarrollo de fístulas arteriovenosas nativas. *Enferm Nefrol*. 2015;18(3):168-173. doi:10.4321/S2254-28842015000300004.
 17. Oder TF, Teodorescu V, Uribarri J. Effect of exercise on the diameter of arteriovenous fistulae in hemodialysis patients. *ASAIO J*. 2003 Sep-Oct;49(5):554-5. doi: 10.1097/01.mat.0000084179.72533.dc. PMID: 14524563.
 18. Li Y, Huang LJ, Hou JW, Hu DD. Impact of stage-specific limb function exercises guided by a self-management education model on arteriovenous fistula maturation status. *World J Clin Cases*. 2024 May 16;12(14):2316-2323. doi: 10.12998/wjcc.v12.i14.2316. PMID: 38765746; PMCID: PMC11099411.
 19. Aragoncillo Sauco I, Hevia C, Manzano Grossi S, Amezcua Y, Macias N, Caldes S, Ramirez Senent B, Hernandez Hernandez Y, Goicoechea M; Physicalfav Working Group. Effect of preoperative exercise on vascular caliber

and maturation of arteriovenous fistula: the physicalfav trial, a randomized controlled study. J Nephrol. 2021 Jun;34(3):763-771. doi: 10.1007/s40620-020-00907-w. Epub 2021 Jan 2. PMID: 33387342.

20. Ribeiro HS, Duarte MP, Andrade FP, Sousa MR, Baiao VM, Monteiro JS, Ferreira AP. Exercise guide to help on arteriovenous fistula maturation and maintenance. J Vasc Access. 2024 Jan;25(1):318-322. doi: 10.1177/11297298221103797. Epub 2022 Sep 17. PMID: 36120915.
21. Wongmahisorn Y, Kanchanasuttirak P, Stapanavatr W, Fusakul Y. Acute Effect of Two Different Hand Exercises on Vessel Size in Patients Undergoing Arteriovenous Fistula Creation. Ann Vasc Dis. 2025;18(1):24-00136. doi: 10.3400/avd.oa.24-00136. Epub 2025 Apr 17. PMID: 40264562; PMCID: PMC12014282.
22. Aragoncillo I, Ligerio JM, Hevia C, Morales AL, Amézquita Y, Cervera T, Vega A, Abad S, Macías N, Luño J. Rationale and design of the PHYSICALFAV trial: a randomized controlled trial to evaluate the effect of preoperative isometric exercise on vascular calibre and maturation of autologous arteriovenous fistulas. Clin Kidney J. 2018 Dec;11(6):841-845. doi: 10.1093/ckj/sfy046. Epub 2018 Jun 22. PMID: 30524719; PMCID: PMC6275438.
23. Schmidli J, Widmer MK, Basile C, de Donato G, Gallieni M, Gibbons CP, et al. Editor's Choice – Vascular Access: 2018 Clinical Practice Guidelines of the European Society for Vascular Surgery (ESVS). Eur J Vasc Endovasc Surg. 2018;55(6):757-818. doi:10.1016/j.ejvs.2018.02.001.
24. Ong CW, Lo ZJ, Liang S, Hong Q, Zhang L, Lingam P, et al. Pre-operative exercise therapy to increase blood vessel diameter in patients undergoing radiocephalic arteriovenous fistula creation. Proc Singapore Healthc. 2023; 32:1-8. doi:10.1177/20101058231188877.
25. Uy AL, Jindal RM, Herndon TW, Yuan CM, Abbott KC, Hurst FP. Impact of isometric handgrip exercises on cephalic vein diameter in non-AVF candidates, a pilot study. J Vasc Access. 2013;14(2):157-163. doi:10.5301/jva.5000116.

7.-PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA:

a.) Presupuesto:

Rubro	Procedimiento / recurso	Cantidad	Costo unitario (S/)	Costo total (S/)	Fuente de financiamiento
Evaluación vascular	Ecografía Doppler venosa bilateral-	39	92.00	3588.00	Institucional

	evaluación basal				
Evaluación vascular	Ecografía Doppler arterial bilateral-evaluación basal	39	88.00	3432.00	Institucional
Evaluación vascular	Ecografía Doppler venosa unilateral-semana 4	39	50.00	1950.00	Institucional
Evaluación vascular	Ecografía Doppler arterial unilateral-semana 4	39	44.00	1716.00	Institucional
Ecografía vascular	Ecografía Doppler venosa unilateral-semana 8	39	50.00	1950.00	Institucional
Ecografía vascular	Ecografía Doppler arterial unilateral-semana 8	39	44.00	1716.00	Institucional
Sesiones de ejercicios de rehabilitación vascular	Sesiones de rehabilitación	624	8.00	4992.00	Institucional
Equipos	Handgrip	12	20.00	240.00	Investigadora
	Dinamómetro	1	180.00	180.00	Investigadora
Materiales	Bandas elásticas	12	20.00	240.00	Investigadora
	Papel bond	2 millares	28.00	56.00	Investigadora
Materiales	Impresiones	1 servicio	100.00	100.00	Investigadora
	Útiles de escritorio	1 lote	50.00	50.00	Investigadora
Seguimiento	Servicio telefónico	2 meses	55.00	110.00	Investigadora
Procesamiento y análisis estadístico	Digitación, depuración y análisis estadístico	1 servicio	100.00	100.00	Investigadora
TOTAL			929.00	20,420.00	

b.) Cronograma:

AÑO	2026				2027		
ACTIVIDAD/MES	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo
Corrección del protocolo	x						
Presentación y aprobación por Posgrado	x						
Presentación y evaluación por CIEI	x	x					
Reclutamiento y selección de participantes			x	x			
Ecografía Doppler basal			x	x			
Programa de ejercicios de rehabilitación vascular			x	x	x		
Ecografía Doppler a la 4. ^a semana				x	x		
Ecografía Doppler a la 8. ^a semana					x	x	
Digitación y control de calidad de datos			x	x	x		
Análisis estadístico						x	
Interpretación y discusión de resultados						x	
Redacción del informe final							x
Correcciones y presentación final							x

8.- ANEXO**8.1.- CÁLCULO DEL TAMAÑO MUESTRAL:****8.1.1. Variable principal**

La variable principal será el cambio del diámetro de la vena cefálica entre la evaluación basal y la evaluación a las 8 semanas. Aunque se realizarán tres evaluaciones ecográficas (basal, semana 4 y semana 8), el cálculo del tamaño muestral se realizó considerando la comparación intraindividual basal–8 semanas,

correspondiente a la comparación principal del estudio. La evaluación de la semana 4 permitirá valorar la evolución intermedia de la variable y será considerada en el análisis longitudinal secundario.

8.1.2. Parámetros utilizados:

Para el cálculo se consideraron:

Parámetro	Valor
Tipo de estudio	Cuasiexperimental, un solo grupo
Variable principal	Cambio del diámetro de vena cefálica
Tamaño de efecto	$d = 0,30$
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$
Potencia estadística	80%
Población accesible histórica	56 pacientes no aptos
Pérdidas previstas	10%

8.1.3. Tamaño muestral inicial

Para una comparación intraindividual de medidas repetidas, considerando un tamaño de efecto estandarizado de $d = 0,30$, un nivel de significancia bilateral de $\alpha = 0,05$ y una potencia estadística de 80 %, se obtuvo un tamaño muestral teórico inicial de:

$$n_0 = [(Z_{1-\alpha/2} + Z_{1-\beta}) / d]^2$$

Sustituyendo:

$$n_0 = [(1,96 + 0,84) / 0,30]^2$$

$$n_0 = [2,80 / 0,30]^2$$

$$n_0 = (9,33)^2$$

$$n_0 = 87,11$$

Por lo tanto:

$$n_0 = 88 \text{ participantes}$$

8.1.4. Corrección por población finita

El registro histórico del Servicio de Cirugía de Tórax y Cardiovascular mostró que entre enero y junio de 2026 se realizaron 76 evaluaciones Doppler, de las cuales 20 (26,3 %) fueron clasificadas como aptas para FAV y 56 (73,7 %) como no aptas.

Dado que la población de interés para el presente estudio corresponde a los pacientes no aptos, se consideró una población accesible de:

$$N=56$$

Se aplicó la fórmula de corrección por población finita:

$$n = n_0 / [1 + (n_0 - 1) / N]$$

Sustituyendo:

$$n = 88 / [1 + (88 - 1) / 56]$$

$$n = 88 / [1 + 87 / 56]$$

$$n = 88 / 2,5536$$

$$n = 34,46$$

Redondeando: $n = 35$ (pacientes evaluables)

8.1.5. Ajuste por pérdidas

Considerando una proporción de pérdidas del **10 %** durante las ocho semanas de seguimiento, se utilizó:

Fórmula:

$$nf = n / (1 - p)$$

Sustituyendo:

$$nf = 35 / (1 - 0,10)$$

$$nf = 35 / 0,90$$

$$nf = 38,89$$

Redondeando: $nf = 39$

Por tanto, se requieren 39 pacientes para incluir en el estudio, considerando un 10 % de pérdidas durante el seguimiento.

8.1.6 Resultado final

Por tanto, se requieren 39 pacientes para reclutar, esperando obtener al menos 35 pacientes evaluables al finalizar el seguimiento.

La evaluación ecográfica se realizará en tres momentos: basal, a las 4 semanas y a las 8 semanas. Sin embargo, el cálculo del tamaño de muestra se basa en la comparación principal del diámetro de la vena cefálica entre la medición basal y la medición a las 8 semanas, que corresponde al desenlace principal del estudio.

8.2.- DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES:

VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN	VALOR / FORMA DE REGISTRO
Sexo	Característica biológica registrada en la historia clínica del participante al momento de su inclusión en el estudio.	Cualitativa dicotómica	Nominal	Femenino (1) Masculino (2)
Edad	Tiempo transcurrido desde el nacimiento hasta la fecha de inclusión en el estudio, expresado en años cumplidos.	Cuantitativa continua	Razón	Años
Etiología de la enfermedad renal crónica	Causa principal de la enfermedad renal crónica consignada en la historia clínica y corroborada por el diagnóstico establecido por el médico tratante.	Cualitativa politómica	Nominal	Diabetes mellitus (1)/Hipertensión arterial (2) / Glomerulopatía (3) / Enfermedad renal poliquística (4) / Uropatía obstructiva (5) / Enfermedad autoinmune (6) / No filiada (7)
Tiempo en hemodiálisis	Tiempo transcurrido desde el inicio de la terapia de hemodiálisis hasta la fecha de inclusión en el estudio, obtenido de la historia clínica y/o registros de la unidad de hemodiálisis.	Cuantitativa continua	Razón	Meses

Tipo de acceso vascular actual	Tipo de acceso vascular utilizado para la realización de hemodiálisis al momento de la inclusión en el estudio, registrado mediante revisión de la historia clínica y corroboración clínica.	Cualitativa politómica	Nominal	Catéter venoso central temporal (1) / Catéter venoso central de larga permanencia (2) / Fístula arteriovenosa nativa (3) / Injerto arteriovenoso (4)
Tiempo del acceso vascular actual	Tiempo transcurrido desde la creación o colocación del acceso vascular actualmente utilizado para hemodiálisis hasta la fecha de inclusión en el estudio, según corresponda, obtenido de la historia clínica y/o registros de hemodiálisis.	Cuantitativa continua	Razón	Meses
Adherencia al programa de ejercicios de rehabilitación vascular	Porcentaje de sesiones de rehabilitación vascular realizadas respecto al total de 16 sesiones programadas durante las 8 semanas de intervención. Se calculará como: $(\text{número de sesiones realizadas} / 16) \times 100$.	Cuantitativa continua	Razón	Porcentaje (%)

Diámetro de la arteria radial	Diámetro interno de la arteria radial en el segmento distal del miembro superior seleccionado, medido mediante ecografía Doppler vascular en milímetros. Se registrará en la evaluación basal y a las 4 y 8 semanas de iniciado el programa de ejercicios.	Cuantitativa continua	Razón	Milímetros (mm)
Diámetro de la vena cefálica (variable principal)	Diámetro interno de la vena cefálica del miembro superior seleccionado, medido mediante ecografía Doppler vascular en las localizaciones anatómicas definidas durante el mapeo vascular basal (antebrazo y/o brazo), con y sin torniquete, según el protocolo de evaluación. Se registrará en la evaluación basal y a las 4 y 8 semanas de iniciado el programa de ejercicios.	Cuantitativa continua	Razón	Milímetros (mm)

Diámetro de la arteria braquial	Diámetro interno de la arteria braquial en la región distal, a nivel de la fosa antecubital, del miembro superior seleccionado, medido mediante ecografía Doppler vascular. Se registrará en la evaluación basal y a las 4 y 8 semanas de iniciado el programa de ejercicios.	Cuantitativa continua	Razón	Milímetros (mm)
Diámetro de la vena basílica	Diámetro interno de la vena basílica del miembro superior seleccionado, evaluado en las localizaciones anatómicas correspondientes del antebrazo y/o brazo mediante ecografía Doppler vascular, con y sin torniquete. Se registrará en la evaluación basal y a las 4 y 8 semanas de iniciado el programa de ejercicios.	Cuantitativa continua	Razón	Milímetros (mm)
Velocidad pico sistólica arterial (VSP)	Velocidad máxima del flujo sanguíneo durante la fase sistólica, medida mediante Doppler pulsado en la arteria radial y/o braquial del miembro superior seleccionado. Se registrará en la evaluación basal y a las 4 y 8 semanas de iniciado el programa de ejercicios.	Cuantitativa continua	Razón	Centímetros por segundo (cm/s)

Distensibilidad venosa	Capacidad de la vena para incrementar su diámetro ante la aplicación de un estímulo mecánico. Se determinará mediante ecografía en modo B, comparando el diámetro de la vena cefálica y/o basílica sin torniquete y con torniquete. Se expresará como porcentaje de incremento del diámetro respecto al valor sin torniquete, mediante la fórmula: Distensibilidad venosa (%) = $\frac{[(\text{diámetro con torniquete} - \text{diámetro sin torniquete}) / \text{diámetro sin torniquete}] \times 100}{1}$	Cuantitativa continua	Razón	Porcentaje (%)
Aptitud ecográfica para la creación de FAV nativa	Condición determinada mediante evaluación ecográfica Doppler vascular, según los criterios establecidos por el Servicio de Cirugía de Tórax y Cardiovascular, que permite clasificar al paciente como apto o no apto para la creación de una fístula arteriovenosa nativa. Se evaluará al inicio del estudio y se reevaluará a las 4 y 8 semanas de iniciado el programa de ejercicios de rehabilitación vascular	Cualitativa dicotómica	Nominal	No apto (0) Apto (1)

Efectos adversos asociados a los ejercicios de rehabilitación vascular	Evento clínico no deseado presentado durante o después de las sesiones de ejercicios, registrado durante el periodo de intervención y seguimiento y temporalmente relacionado con la realización del programa.	Cualitativa politómica	Nominal	Ninguno (0) / Dolor (1) / Edema (2) / Parestesias (3) / Hematoma (4) / Fatiga muscular (5) / Otros (6)
---	--	------------------------	---------	--

8.2.- CONSENTIMIENTO INFORMADO:

“Efecto de los ejercicios de rehabilitación vascular sobre los diámetros de los vasos sanguíneos en pacientes con enfermedad renal crónica en hemodiálisis no aptos para fístula arteriovenosa nativa”

Código del participante:

Fecha:

Nombres y apellidos:

Edad: años

DNI:

Teléfono:

1. INVITACIÓN A PARTICIPAR

Usted está siendo invitado(a) a participar en un estudio de investigación dirigido a personas con enfermedad renal crónica que reciben tratamiento de hemodiálisis y cuyos vasos sanguíneos del brazo, en la evaluación inicial, no presentan por el momento las características necesarias para realizar una fístula arteriovenosa.

La fístula arteriovenosa es una operación mediante la cual se une una arteria con una vena del brazo para crear un acceso que permita realizar la hemodiálisis.

Antes de decidir si desea participar, es importante que conozca en qué consiste el estudio, qué procedimientos se realizarán, cuánto tiempo durará, cuáles son las posibles molestias y beneficios, y cuáles son sus derechos como participante.

Puede hacer todas las preguntas que considere necesarias antes de decidir.

Usted está siendo invitado(a) a participar en un estudio de investigación dirigido a personas con enfermedad renal crónica que reciben tratamiento de hemodiálisis y

cuyos vasos sanguíneos del brazo no presentan, en la evaluación inicial, las características necesarias para realizar una fístula arteriovenosa.

La fístula arteriovenosa es una cirugía mediante la cual se une una arteria con una vena del brazo para crear un acceso que permita realizar la hemodiálisis.

Antes de decidir si desea participar, es importante que conozca en qué consiste el estudio, qué procedimientos se realizarán, cuánto tiempo durará, cuáles podrían ser las molestias o riesgos y cuáles son sus derechos como participante.

Usted podrá realizar todas las preguntas que considere necesarias antes de tomar una decisión.

2. ¿CUÁL ES EL OBJETIVO DEL ESTUDIO?

El objetivo de este estudio es conocer si un programa de ejercicios realizados con el brazo puede producir cambios en el tamaño de las venas y arterias y si estos cambios pueden favorecer las características de los vasos sanguíneos para una futura creación de una fístula arteriovenosa para hemodiálisis.

No podemos asegurar que los ejercicios aumenten el tamaño de los vasos sanguíneos ni que usted llegue a ser candidato(a) para una fístula arteriovenosa. Esto es precisamente lo que el estudio busca evaluar.

3. ¿QUÉ TENDRÉ QUE HACER SI ACEPTO PARTICIPAR?

Si usted acepta participar, se realizarán los siguientes procedimientos:

a) Evaluación inicial

Se recopilará información sobre su enfermedad renal, antecedentes médicos, tratamiento actual y otros datos necesarios para el estudio.

b) Ecografía Doppler de los vasos sanguíneos

Se realizará una ecografía Doppler, que es un examen que permite observar y medir las venas y arterias del brazo mediante un equipo que se coloca sobre la piel.

Este examen no utiliza agujas ni radiación. La evaluación será realizada por un médico capacitado en ecografía vascular.

Se medirán principalmente el tamaño de algunas venas y arterias del brazo, incluyendo la vena cefálica en diferentes zonas.

c) Programa de ejercicios

Si cumple los criterios establecidos para participar, realizará un programa de ejercicios durante 8 semanas, con 2 sesiones por semana, para un total de 16 sesiones.

Los ejercicios serán realizados en el Servicio de Medicina Física y Rehabilitación y serán supervisados por el personal correspondiente.

El programa incluirá:

- **Ejercicio de prensión manual:** utilizará un dispositivo llamado *handgrip*, que deberá apretar con la mano. La fuerza que deberá utilizar será determinada previamente mediante un equipo que mide la fuerza de la mano.
- **Ejercicios con banda elástica:** realizará ejercicios de flexión y extensión del brazo de manera lenta y controlada, utilizando una banda cuya resistencia será adecuada a su capacidad y tolerancia.

Cada sesión tendrá una duración aproximada de 40 minutos.

d) Evaluaciones durante el estudio

Se realizarán nuevas ecografías Doppler para comparar los cambios en los vasos sanguíneos: Antes de comenzar los ejercicios; a las 4 y 8 semanas.

Durante las sesiones se registrará si realizó los ejercicios indicados, cómo los toleró y si presentó alguna molestia.

4. ¿CUÁNTO TIEMPO DURARÁ MI PARTICIPACIÓN?

Su participación tendrá una duración aproximada de 8 semanas, además del tiempo necesario para realizar las evaluaciones ecográficas programadas.

5. ¿CUÁLES SON LOS POSIBLES RIESGOS O MOLESTIAS?

Los ejercicios son de intensidad controlada y serán supervisados por personal de salud.

Durante o después de los ejercicios podría presentar: cansancio, fatiga muscular leve, dolor o molestias musculares transitorias, molestias en el brazo o la mano, mareo u otra molestia relacionada con el esfuerzo físico.

La ecografía Doppler es un examen no invasivo. Puede producir una molestia leve y transitoria por la presión del equipo sobre la piel.

Si durante los ejercicios presenta dolor importante, mareo, debilidad, malestar u otro síntoma, deberá comunicarlo inmediatamente al personal que supervisa la sesión.

En ese caso, el ejercicio podrá ser detenido o modificado y se evaluará su estado de salud. Si fuera necesario, recibirá atención médica por el servicio correspondiente.

Si se produjera algún daño directamente relacionado con los procedimientos de investigación, se le brindará la atención correspondiente de acuerdo con las normas institucionales vigentes.

6. ¿CUÁLES SON LOS POSIBLES BENEFICIOS?

Es posible que usted no obtenga un beneficio directo por participar en este estudio.

Los ejercicios podrían producir cambios favorables en el tamaño y las características de los vasos sanguíneos del brazo; sin embargo, esto no está garantizado.

Tampoco podemos asegurar que, después de participar, usted pueda realizarse una fístula arteriovenosa.

La información obtenida podría ayudar a conocer mejor si los ejercicios pueden ser útiles para preparar los vasos sanguíneos de personas que reciben hemodiálisis y que inicialmente no presentan características adecuadas para una fístula arteriovenosa.

7. ¿MI PARTICIPACIÓN ES VOLUNTARIA?

Sí. Su participación es completamente voluntaria.

Usted puede decidir no participar.

Si acepta participar, puede retirarse del estudio en cualquier momento, sin tener que explicar el motivo.

Decidir no participar o retirarse no afectará su tratamiento de hemodiálisis, su atención médica ni su relación con el personal de salud.

8. ¿QUÉ PASARÁ CON MI INFORMACIÓN?

La información obtenida durante el estudio será manejada de manera confidencial.

A cada participante se le asignará un código. Este código será utilizado principalmente para identificar la información de la investigación.

Los datos personales serán protegidos y solo serán utilizados por el equipo autorizado para los fines establecidos en este estudio.

Los resultados podrán ser utilizados en trabajos académicos, informes, presentaciones o publicaciones científicas. En ningún caso se publicará su nombre ni información que permita identificarlo(a).

9. ¿TENDRÉ QUE PAGAR O RECIBIRÉ ALGÚN PAGO?

La participación en este estudio **no tendrá ningún costo adicional para usted.**

No recibirá dinero ni otra compensación económica por participar.

10. ¿QUÉ PASARÁ SI OCURRE ALGÚN DAÑO?

Si durante el estudio se presenta una lesión, malestar o evento adverso relacionado directamente con los procedimientos de investigación, se realizará la evaluación y atención correspondiente de acuerdo con las normas institucionales.

Si presenta alguna molestia durante una sesión de ejercicios, deberá comunicarlo inmediatamente al personal que supervisa la actividad.

11. ¿CON QUIÉN PUEDO COMUNICARME SI TENGO ALGUNA DUDA?

Si tiene preguntas sobre el estudio, puede comunicarse con:

Investigadora: _____

Teléfono: _____

Correo electrónico: _____

Si desea realizar consultas sobre sus derechos como participante de una investigación, puede comunicarse con el Comité Institucional de Ética en Investigación del Hospital Nacional Cayetano Heredia, mediante los datos de contacto proporcionados por la institución.

DECLARACIÓN DE CONSENTIMIENTO

He leído o me han leído la información contenida en este documento.

He tenido la oportunidad de hacer preguntas sobre el estudio y mis dudas han sido respondidas satisfactoriamente.

Comprendo que mi participación es voluntaria y que puedo retirarme del estudio en cualquier momento, sin que esto afecte mi atención médica ni mi tratamiento de hemodiálisis.

Comprendo los procedimientos que se realizarán, así como las posibles molestias y riesgos.

Entiendo que no se me garantiza que los ejercicios produzcan cambios en mis vasos sanguíneos ni que posteriormente pueda realizarme una fístula arteriovenosa.

Después de haber recibido la información necesaria y haber comprendido lo explicado, **acepto voluntariamente participar en este estudio de investigación.**

PARTICIPANTE

Nombres y apellidos:

DNI:

Firma:

Huella digital:

Fecha: ____ / ____ / ____

INVESTIGADOR(A) QUE OBTIENE EL CONSENTIMIENTO

Nombres y apellidos:

Firma:

Fecha: ____ / ____ / ____

TESTIGO, SI CORRESPONDE

Nombres y apellidos:

Firma:

Fecha: ____ / ____ / ____

8.3.- FICHA DE RECOLECCION DE DATOS ECOGRÁFICOS VASCULARES:

A.- Datos generales y características clínicas:

Código del participante:

Fecha:

Edad:

Sexo: ☐ Femenino ☐ Masculino

Etiología de la enfermedad renal crónica:

Tiempo en hemodiálisis:

- ☐ Diabetes mellitus
- ☐ Hipertensión arterial
- ☐ Glomerulopatía
- ☐ Enfermedad renal poliquística
- ☐ Uropatía obstructiva
- ☐ Enfermedad autoinmune
- ☐ No filiada
- ☐ Otra:

Tipo de acceso vascular actual:

Tiempo de acceso vascular actual:

- ☐ CVC temporal
- ☐ CVC de larga permanencia
- ☐ FAVG
- ☐ Injerto arteriovenoso

Centro de Hemodiálisis actual:

B.- Evaluación de elegibilidad de los miembros superiores:

Miembro superior derecho: ☐ Elegible ☐ No elegible Motivo:
Miembro superior izquierdo: ☐ Elegible ☐ No elegible Motivo:
Miembro seleccionado para la evaluación Doppler basal:
 ☐ Derecho ☐ Izquierdo ☐ Ambos

C.- Evaluación ecográfica vascular:

PARÁMETROS	UBICACIÓN	BASAL	4° SEMANA	8° SEMANA
Diámetro de arteria radial (mm)				
Velocidad pico sistólica de la arteria radial (cm/s)				
Diámetro vena cefálica (mm)	Antebrazo	S/torniquete:	S/torniquete:	S/torniquete:
		C/torniquete:	C/torniquete:	C/torniquete:
	Brazo	S/torniquete:	S/torniquete:	S/torniquete:
		C/torniquete:	C/torniquete:	C/torniquete:
Distensibilidad de vena cefálica (%)	Antebrazo	S/torniquete:	S/torniquete:	S/torniquete:
		C/torniquete:	C/torniquete:	C/torniquete:

	Brazo	S/torniquete:	S/torniquete:	S/torniquete:
		C/torniquete:	C/torniquete:	C/torniquete:

PARÁMETROS	UBICACIÓN	BASAL	4° SEMANA	8° SEMANA
Diámetro arteria braquial (mm)				
Velocidad pico sistólica de arteria braquial (cm/s)				
Diámetro de la vena basílica (mm)	Antebrazo	S/torniquete:	s/torniquete	s/torniquete
		C/torniquete:	c/torniquete	c/torniquete
	Brazo	S/torniquete:	s/torniquete	s/torniquete
		C/torniquete:	c/torniquete	c/torniquete
Distensibilidad de la vena basílica (%)	Antebrazo	S/torniquete:	s/torniquete	s/torniquete
		C/torniquete:	c/torniquete	c/torniquete
	Brazo	S/torniquete:	s/torniquete	s/torniquete
		C/torniquete:	c/torniquete	c/torniquete

C. Miembro y segmento vascular seleccionado para la intervención:

Miembro superior seleccionado: ☐ Derecho ☐ Izquierdo

Localización anatómica: ☐ Antebrazo ☐ Brazo

Tipo de FAV considerada:

☐ Radiocefálica ☐ Braquiocefálica ☐ Braquibasílica

D.- Clasificación de aptitud para creación de FAV nativa:

Momento de evaluación	Apto	No apto
Basal	☐ Sí	☐ No
4.^a semana	☐ Sí	☐ No
8.^a semana	☐ Sí	☐ No

Observaciones:

Nombre del médico evaluador:

Firma

8.4.- CRITERIOS ECOGRÁFICOS PARA LA EVALUACIÓN DE LA APTITUD VASCULAR PARA FÍSTULA ARTERIOVENOSA NATIVA

Los criterios ecográficos descritos en el presente anexo corresponden a la guía de práctica clínica utilizada por el Servicio de Cirugía de Tórax y Cardiovascular del Hospital Nacional Cayetano Heredia para la evaluación de candidatos a FAV. Dicha guía ha sido elaborada principalmente sobre la base de las recomendaciones de las guías KDOQI 2019 para accesos vasculares y complementada con las recomendaciones de la guía de la European Society for Vascular Surgery (ESVS, 2018).

PARÁMETRO ECOGRÁFICO	CRITERIO	INTERPRETACIÓN
Diámetro de arteria radial	$\geq 2\text{mm}$	Determina la factibilidad de FAV radio cefálica
	$1.5 - < 2 \text{ mm}$	Candidato para ingresar al programa de rehabilitación vascular
	$< 1.5 \text{ mm}$	Desfavorable para la creación de FAV radio cefálica.
Diámetro de vena cefálica	$\geq 2.5\text{mm}$	Compatible con anatomía favorable para creación de FAV
	$1.8 - 2.4 \text{ mm}$	Candidato para ingresar al programa de rehabilitación vascular y reevaluación ecográfica
	$< 1.8 \text{ mm}$	Desfavorable para la creación de FAV
Diámetro arteria braquial	$\geq 3 \text{ mm}$	Compatible con anatomía para creación de FAV proximal

	1.6 - 2.9 mm	Candidato para ingresar al programa de ejercicios de rehabilitación vascular y reevaluación ecográfica
	<1.6	Desfavorable para la creación de FAV
Diámetro de vena basílica	≥ 2.5 mm	Característica favorable para evaluación de FAV nativa (principalmente braquiobasílica)
	1.8 - 2.4 mm	Candidato para ingresar al programa de rehabilitación vascular y reevaluación ecográfica
	< 1.8 mm	Desfavorable para la creación de FAV
Velocidad pico sistólica arteria radial	40 - 90 cm/s	Parámetro hemodinámico basal de referencia
Velocidad pico sistólica arteria braquial	50 - 100 cm/s	Parámetro hemodinámico basal de referencia
Distensibilidad venosa	Adecuada: incremento ≥20% del diámetro venoso con torniquete respecto al diámetro sin torniquete	Indica adecuada capacidad de distensión venosa y condiciones favorables para la creación y maduración de la FAV.
	Limítrofe: Incremento del 10 al 19%	Capacidad de distensión venosa intermedia; se considerará candidata a reevaluación posterior al programa de rehabilitación vascular.
	Insuficiente: Incremento < 10%	Sugiere limitada capacidad de distensión venosa y menor probabilidad de obtener una respuesta vascular favorable; requiere valoración individualizada por Cirugía de Tórax y Cardiovascular.

Nota: Los criterios ecográficos consignados en este anexo corresponden al protocolo de evaluación preoperatoria utilizado por el Servicio de Cirugía Cardiovascular del Hospital Nacional Cayetano Heredia, elaborado con base en las recomendaciones de KDOQI 2019 y la valoración clínica especializada.

8.5.- PROTOCOLO DE EJERCICIOS DE REHABILITACIÓN VASCULAR PARA PACIENTES EN HEMODIÁLISIS NO CANDIDATOS INICIALES A FAV NATIVA

1. Introducción

Los pacientes con enfermedad renal crónica (ERC) en hemodiálisis requieren un acceso vascular que permita realizar el tratamiento dialítico de manera adecuada y sostenida. La fístula arteriovenosa (FAV) nativa constituye una de las alternativas preferidas de acceso vascular; sin embargo, algunos pacientes presentan características vasculares que dificultan o impiden su creación, particularmente cuando existe un diámetro vascular reducido.

Los ejercicios de rehabilitación vascular constituyen una estrategia no invasiva que puede favorecer la adaptación y el desarrollo de los vasos sanguíneos del miembro superior mediante estímulos repetitivos de contracción muscular y aumento del flujo sanguíneo local.

El presente programa se basa en una adaptación del protocolo utilizado en el estudio PHYSICALFAV y ha sido ajustado a las características de los pacientes con ERC en hemodiálisis del Hospital Nacional Cayetano Heredia, así como a las condiciones de ejecución del Servicio de Medicina Física y Rehabilitación.

El programa combina ejercicios de prensión manual y ejercicios de resistencia mediante banda elástica durante 8 semanas. La respuesta vascular será evaluada mediante ecografía Doppler en tres momentos: basal, semana 4 y semana 8.

2. Objetivo del protocolo

Favorecer el desarrollo vascular del miembro superior seleccionado para la intervención mediante la implementación de un programa estructurado de ejercicios de rehabilitación vascular y evaluar los cambios producidos en los parámetros vasculares durante las 8 semanas de intervención.

3. Población a quien está dirigido

Pacientes adultos con ERC en hemodiálisis, evaluados por el Servicio de Cirugía de Tórax y Cardiovascular, que presenten características ecográficas iniciales no favorables para la creación inmediata de una FAV nativa y que cumplan los criterios de selección.

Los 39 participantes deberán presentar un miembro superior seleccionado para la intervención de acuerdo con los criterios ecográficos establecidos en el Anexo 8.4.

El miembro superior seleccionado será el que presente las características vasculares definidas previamente por el protocolo y será mantenido como referencia durante el seguimiento, salvo que una condición clínica obligue a modificarlo.

4. Responsable de la intervención

El programa de ejercicios de rehabilitación vascular será aplicado bajo supervisión del Servicio de Medicina Física y Rehabilitación.

El diseño y adaptación del programa se realizará en coordinación con dicho servicio, considerando las características clínicas de los pacientes en hemodiálisis, la tolerancia al ejercicio y las condiciones de seguridad necesarias para su aplicación.

5. Características generales del programa

- **Duración total:** 8 semanas.
- **Frecuencia:** 2 sesiones supervisadas por semana.
- **Número total de sesiones:** 16 sesiones por participante.
- **Modalidad:** Ejercicios supervisados del miembro superior seleccionado.
- **Tipos de ejercicios:**
 - Ejercicio isométrico de prensión manual (handgrip).
 - Ejercicios de fortalecimiento mediante banda elástica.
- **Extremidad intervenida:** Miembro superior seleccionado para la evaluación vascular y eventual creación de FAV nativa.

- **Supervisión:** Servicio de Medicina Física y Rehabilitación.
- **Control de intensidad:** Mediante dinamometría para el ejercicio de handgrip y mediante percepción del esfuerzo, tolerancia y respuesta clínica para los ejercicios con banda elástica.
- **Evaluación vascular:** Al inicio del programa, a las 4 semanas y a las 8 semanas mediante ecografía Doppler vascular.

Las 2 sesiones semanales constituyen una adaptación del programa de intervención al contexto asistencial de los pacientes en hemodiálisis, considerando que estos reciben tratamiento dialítico habitualmente 3 por semana. Las sesiones serán programadas preferentemente en días en los que el participante no tenga programada su sesión de hemodiálisis.

5.1. Organización de los participantes

Para facilitar la supervisión individualizada y garantizar una adecuada valoración de la ejecución, intensidad, progresión y tolerancia a los ejercicios, los participantes serán organizados en grupos operativos de hasta 5 participantes por sesión.

De acuerdo con el esquema de hemodiálisis de cada participante y la disponibilidad del Servicio de Medicina Física y Rehabilitación, se establecerán 2 grupos principales de atención: 1 grupo con sesiones programadas los martes y jueves y otro grupo con sesiones programadas los días miércoles y viernes.

Las sesiones podrán distribuirse en 2 turnos en la mañana y 2 turnos en la tarde, de acuerdo con la disponibilidad del servicio y el número de participantes programados. Esta distribución tendrá exclusivamente fines logísticos y no constituirá una asignación a grupos de comparación. Todos los participantes recibirán el mismo protocolo de ejercicios.

6. Descripción de los ejercicios

6.1. Ejercicio isométrico de presión manual (handgrip)

El ejercicio de presión manual corresponde al componente isométrico del programa. Se realizará utilizando un dispositivo de presión manual y con la mano

correspondiente al miembro superior seleccionado para la eventual creación de la FAV.

Antes de iniciar el programa se realizará una evaluación de la fuerza máxima de prensión mediante dinamometría.

La intensidad inicial del ejercicio corresponderá al 50 % de la fuerza máxima obtenida mediante dinamometría. Durante el programa, la intensidad podrá ajustarse de acuerdo con la respuesta y tolerancia del participante, procurando mantener una percepción subjetiva del esfuerzo de 2 a 3 puntos sobre 10 en la escala de Borg.

El ejercicio se realizará de la siguiente manera:

- 2 series de 30 contracciones de prensión manual.
- Descanso de 1 minuto por cada 10 contracciones.
- Descanso de 5 minutos entre ambas series.
- Intensidad inicial individualizada mediante dinamometría.
- Ajuste de la resistencia durante el programa de acuerdo con la respuesta del participante y la percepción subjetiva del esfuerzo.

La dinamometría será utilizada para valorar la fuerza de prensión y orientar el ajuste de la intensidad durante el seguimiento.

6.2. Ejercicios de fortalecimiento con banda elástica

Los ejercicios con banda elástica constituirán el componente de fortalecimiento muscular del programa.

Se realizarán mediante movimientos lentos y controlados del miembro superior seleccionado:

- 20 repeticiones de flexión.
- 20 repeticiones de extensión.

La resistencia de la banda elástica será individualizada de acuerdo con la tolerancia del participante, la correcta ejecución del movimiento y la percepción del esfuerzo, evitando fatiga excesiva o aparición de síntomas.

A diferencia del ejercicio de handgrip, la resistencia de la banda elástica no será determinada mediante dinamometría, sino que será ajustada de acuerdo con la respuesta clínica y funcional del participante.

6.3. Dosificación y distribución de las sesiones

Semana	Sesiones	Handgrip isométrico	Banda elástica	Control de intensidad
1	1–2	2 × 30 contracciones	20 flexiones + 20 extensiones	Dinamometría + Borg 2–3/10
2	3–4	2 × 30 contracciones	20 flexiones + 20 extensiones	Dinamometría + Borg 2–3/10
3	5–6	2 × 30 contracciones	20 flexiones + 20 extensiones	Dinamometría + Borg 2–3/10
4	7–8	2 × 30 contracciones	20 flexiones + 20 extensiones	Dinamometría + Borg 2–3/10
5	9–10	2 × 30 contracciones	20 flexiones + 20 extensiones	Dinamometría + Borg 2–3/10
6	11–12	2 × 30 contracciones	20 flexiones + 20 extensiones	Dinamometría + Borg 2–3/10
7	13–14	2 × 30 contracciones	20 flexiones + 20 extensiones	Dinamometría + Borg 2–3/10
8	15–16	2 × 30 contracciones	20 flexiones + 20 extensiones	Dinamometría + Borg 2–3/10

Durante las ocho semanas se mantendrá la estructura general de los ejercicios. No se establecerán incrementos rígidos de carga predeterminados para cada semana. La intensidad será individualizada y podrá modificarse de acuerdo con la evolución de la fuerza, tolerancia y percepción subjetiva del esfuerzo del participante.

7.- Estructura de cada sesión

Cada sesión seguirá una estructura estandarizada:

Preparación: Se verificará la condición general del participante y se identificarán síntomas o molestias presentes antes del inicio.

Calentamiento: Se realizarán movimientos suaves del miembro superior para preparar la musculatura y favorecer la ejecución segura de los ejercicios.

Ejercicios de prensión manual: Se realizarán las series de contracciones isométricas con *handgrip* según la intensidad individual previamente detallada.

Ejercicios con banda elástica: Se realizarán los ejercicios de resistencia seleccionados por el personal de Medicina Física y Rehabilitación.

Recuperación: Al finalizar los ejercicios se permitirá un periodo de recuperación y se verificará la tolerancia del participante.

8. Progresión de la intervención

La progresión del programa será individualizada y estará determinada por la respuesta del participante durante las sesiones.

En el ejercicio de *handgrip*, la intensidad inicial se establecerá mediante dinamometría y podrá modificarse de acuerdo con la evolución de la fuerza y procurando mantener una percepción subjetiva del esfuerzo de 2–3/10 en la escala de Borg.

En los ejercicios con banda elástica, la progresión se realizará mediante el ajuste de la resistencia de acuerdo con la tolerancia del participante, manteniendo una ejecución lenta y controlada y evitando la aparición de dolor, fatiga excesiva o síntomas cardiovasculares.

La progresión será realizada bajo supervisión del personal de Medicina Física y Rehabilitación y quedará registrada en la ficha de seguimiento de cada participante.

8. Supervisión y seguridad

Antes de cada sesión se realizará una valoración clínica breve de la tolerancia al ejercicio y de la presencia de síntomas que puedan contraindicar temporalmente la actividad.

Durante las sesiones se vigilará la respuesta clínica del participante y la aparición de síntomas como dolor, mareos, disnea, debilidad marcada, intolerancia al ejercicio u otras manifestaciones que indiquen la necesidad de disminuir la intensidad o suspender temporalmente la sesión.

La sesión podrá ser modificada o suspendida según criterio del profesional responsable de Medicina Física y Rehabilitación.

Asimismo, se registrará la asistencia, cumplimiento de los ejercicios, tolerancia, modificaciones de intensidad y presencia de eventos adversos relacionados con el programa. Las bandas elásticas y los dispositivos de prensión manual serán de uso compartido durante las sesiones supervisadas. Los equipos serán sometidos a limpieza y desinfección entre participantes, de acuerdo con las medidas de bioseguridad establecidas por el Servicio de Medicina Física y Rehabilitación.

9. Evaluación durante el programa

La evaluación vascular se realizará mediante ecografía Doppler en tres momentos:

- Evaluación basal: antes del inicio del programa de ejercicios.
- Evaluación a las 4 semanas: durante el periodo de intervención.
- Evaluación a las 8 semanas: al finalizar el programa.

En estas evaluaciones se determinarán los parámetros vasculares establecidos en el protocolo de investigación, incluyendo el diámetro de la vena cefálica y los demás parámetros ecográficos definidos para el estudio.

9.1 Criterios de suspensión

- Dolor intenso del miembro superior seleccionado.
- Mareo o lipotimia.
- Disnea no habitual.
- Dolor torácico.
- Fatiga excesiva.
- Hipotensión sintomática.

- Otras condiciones clínicas que, a criterio del profesional responsable, comprometan la seguridad del participante.

Los eventos que determinen la suspensión de una sesión serán registrados en la ficha de seguimiento.

10. Cumplimiento y adherencia al programa de ejercicios

Se llevará un registro individual de las 16 sesiones programadas para cada participante. La adherencia al programa será calculada mediante la siguiente fórmula:

Adherencia (%) = (número de sesiones realizadas / 16 sesiones programadas) × 100.

Además de la asistencia, se registrará si los ejercicios fueron completados de manera total o parcial, la tolerancia al ejercicio, las modificaciones de intensidad y cualquier incidencia ocurrida durante la sesión.

La información será registrada por el personal de Medicina Física y Rehabilitación en la ficha de seguimiento correspondiente

11. Ficha de registro y seguimiento del protocolo de ejercicios

Código del participante:

Fecha de inicio:

Fecha de término:

Miembro evaluado: ☐ Derecho ☐ Izquierdo

Medico responsable:

A. Prescripción inicial del handgrip

- **Fuerza máxima de prensión por dinamometría:** _____ kg
- **Intensidad prescrita (50% de fuerza máxima):** _____ kg

B. Registro de cada sesión

Sesión	Fecha	Handgrip 2 × 30 contracciones	Borg (0–10)	Banda elástica: 20 flexiones + 20 extensiones	Tolerancia	Modificación de intensidad	Observaciones
1		☐ Completa ☐ Incompleta		☐ Completa ☐ Incompleta			
2		☐ Completa ☐ Incompleta		☐ Completa ☐ Incompleta			
3		☐ Completa ☐ Incompleta		☐ Completa ☐ Incompleta			
4		☐ Completa ☐ Incompleta		☐ Completa ☐ Incompleta			

5		☐ Completa ☐ Incompleta		☐ Completa ☐ Incompleta			
6		☐ Completa ☐ Incompleta		☐ Completa ☐ Incompleta			
7		☐ Completa ☐ Incompleta		☐ Completa ☐ Incompleta			
8		☐ Completa ☐ Incompleta		☐ Completa ☐ Incompleta			
9		☐ Completa ☐ Incompleta		☐ Completa ☐ Incompleta			
10		☐ Completa ☐ Incompleta		☐ Completa ☐ Incompleta			
11		☐ Completa ☐ Incompleta		☐ Completa ☐ Incompleta			
12		☐ Completa ☐ Incompleta		☐ Completa ☐ Incompleta			
13		☐ Completa ☐ Incompleta		☐ Completa ☐ Incompleta			
14		☐ Completa ☐ Incompleta		☐ Completa ☐ Incompleta			
15		☐ Completa ☐ Incompleta		☐ Completa ☐ Incompleta			
16		☐ Completa ☐ Incompleta		☐ Completa ☐ Incompleta			

Tolerancia: ☐ Buena ☐ Regular ☐ Mala

Evento adverso: ☐ No ☐ Sí. Especificar:

C.- Adherencia:

Sesiones programadas: 16 **Sesiones realizadas:** _____ **Adherencia:** _____ %

Sesiones no realizadas/reprogramadas: _____

Motivo principal de inasistencia: _____

Observaciones finales: _____