

Tipo de artículo: Artículo original

Intervención fisioterapéutica en tobillo-pie para mejorar funcionalidad y sensibilidad en pacientes con neuropatía periférica diabética

Physiotherapy intervention in ankle-foot to improve functionality and sensitivity in patients with diabetic peripheral neuropathy

Paola Gabriela Ortiz Villalba ¹ , <https://orcid.org/0000-0001-6810-8841>

Víctor Manuel García Camacho ² , <https://orcid.org/0009-0008-1016-5198>

Andrea Carolina Peñafiel Luna ³ , <https://orcid.org/0000-0003-3360-4030>

Lisbeth Josefina Reales Chacón ^{4*} , <https://orcid.org/0000-0002-4242-3429>

¹ Licenciada en terapia física. Magister en Neurorrehabilitación. Universidad Técnica de Ambato, Ecuador. pg.ortiz@uta.edu.ec

² Licenciado en terapia física. Ecuador. victorgarciacamaho777@gmail.com

³ Licenciada en terapia física. Magister en Terapia Manual Ortopédica. Universidad Técnica de Ambato. Ecuador. ac.penafiel@uta.edu.ec

⁴ Especialista en Medicina Interna. PHD en Educación. Universidad Técnica de Ambato. Ecuador. lj.reales@uta.edu.ec

* Autor para correspondencia: lj.reales@uta.edu.ec

Resumen

La diabetes mellitus desencadena entre otras complicaciones la neuropatía periférica diabética, que tiene compromiso nervioso periférico, entre sus consecuencias principales es la disminución de la sensibilidad, la fuerza y la funcionalidad. El Objetivo de este estudio fue establecer un programa de ejercicios terapéuticos para restablecer la funcionalidad y sensibilidad de tobillo y pie en personas con neuropatía periférica diabética. De un total 34 pacientes, se realizaron las evaluaciones antes y posterior a la intervención fisioterapéutica que fueron ejercicios de equilibrio y fuerza, se evaluaron con el Test de Michigan Neuropathy Screening Instrument (MNSI) que es para valorar los síntomas y una exploración física, la prueba de lo Monofilamentos de Sammes-Weinstein (10g-MF) que sirve para evaluar la sensibilidad y para la valorar la fuerza con la Dinamometría Manual (HHD). Solo 17 pacientes culminaron este estudio, donde mostraron el test de Michigan no se encontró resultados estadísticamente significativos, pero si clínicamente, en cambio para la valoración con la prueba 10G-MF y HHD si se encontró cambios significativos. Los resultados obtenidos fueron insertados en una base de datos con el objetivo de crear un repositorio para futuros estudios en el Ecuador. Para insertar la información se desarrolló un sistema de gestión que permite registrar los datos sociodemográficos de los pacientes, registrar las patologías, la intervención fisioterapéutica implementada, y los resultados alcanzados para cada caso, en determinados periodos de tiempos que también son registrados. Este estudio mostró que los ejercicios implantados en tobillo y pie son beneficiosos para mejorar la sensibilidad y fuerza de los pacientes con DPN.

Palabras clave: base de datos; sistema de gestión; diabetes mellitus; neuropatía diabética; sensibilidad

Abstract

Diabetes mellitus triggers, among other complications, diabetic peripheral neuropathy, which has peripheral nervous involvement, among its main consequences is decreased sensitivity, strength and functionality. The objective of this study was to establish a



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

therapeutic exercise program to restore the functionality and sensitivity of the ankle and foot in people with diabetic peripheral neuropathy. Of a total of 34 patients, the evaluations were carried out before and after the physical therapy intervention, which were balance and strength exercises, they were evaluated with the Michigan Neuropathy Screening Instrument (MNSI) Test, which is to assess the symptoms and a physical examination, the Sammes-Weinstein Monofilament test (10g-MF) used to assess sensitivity and to assess strength with Manual Dynamometry (HHD). Only 17 patients completed this study, where they showed the Michigan test, no statistically significant results were found, but clinically, on the other hand, for the assessment with the 10G-MF and HHD test if significant changes were found. The results obtained were inserted into a database with the aim of creating a repository for future studies in Ecuador. To insert the information, a management system was developed that allows recording the sociodemographic data of the patients, recording the pathologies, the implemented physiotherapeutic intervention, and the results achieved for each case, in certain periods of time that are also recorded. This study showed that implanted ankle and foot exercises are beneficial in improving sensitivity and strength in DPN patients.

Keywords: *database; management system; Mellitus diabetes; diabetic neuropathy; sensitivity*

Recibido: 21/04/2023

Aceptado: 15/06/2023

En línea: 01/07/2023

Introducción

Para los especialistas del área de terapia física, es muy importante contar con herramientas para la gestión de la información de los pacientes que son atendidos, de manera que se pueda registrar los datos sociodemográficos de los pacientes, registrar las patologías, la intervención fisioterapéutica implementada, y los resultados alcanzados para cada caso. La información almacenada constituye una fuente de estudio para realizar diagnósticos médicos, comparaciones, evaluar tendencias y realizar análisis multidisciplinario. Con este objetivo se desarrolló un sistema de gestión que permita almacenar la intervención de las intervenciones fisioterapéuticas en una base de datos.

Para la presente investigación, se tomó como objeto de análisis una de las enfermedades más frecuentes en la actualidad, la Neuropatía Periférica Diabética (DPN). La DPN se presenta principalmente en adultos mayores con un aproximado del 70% en personas de más de 64 años, causando daños nerviosos y vasculares a nivel periférico (Pérez Rodríguez et al., 2022). Esta patología es desencadena tras conllevar diabetes mellitus (DM) tipo 1 en 20% diabetes mellitus tipo 2 con un 50% aproximadamente y con un grado menor al paciente que presentar una prediabetes (Hicks & Selvin, 2019). Esta patología acompaña el factor principal que es la hiperglucemia, que es la presencia excesiva de azúcar en la sangre, además existen otros factores como el alto consumo del alcohol, el aumento de presión arterial, la edad avanza, la obesidad, el tabaco (Di Lorenzi et al., 2020). Desencadenando signos y síntomas a nivel distal principalmente en los miembros inferiores, como piel seca, el dolor se presenta como un ardor, parestesia, disminución del arco de movimiento (ROM) sea en rodilla, tobillo o pie (Hicks & Selvin, 2019).

Las consecuencias extremas que ocasionan la DPN, es el daño de los axones, alteraciones de la circulación sanguínea mostrando como resultado la úlceras de pie plantar, a esto se suma una tardía cicatrización de las heridas, llevado de la



mano con una deficiente práctica de autocuidado e higiene, presentado un úlcera infectada, que se manifiesta en la amputación del pie en el peor de los casos (Bakker & Riley, 2005).

La prevalencia de la diabetes mellitus en el 2014 a nivel mundial según la Organización Mundial de la Salud (OMS) estuvo liderada por la región del Medio Oriente con un 13,7% y con un bajo porcentaje de 7,1% en la región de África. A esto se estima que para el 2025 los casos con esta patología llegaran a 333 millones (OMS, 2020).

Mientras que a nivel de prevalencia en Latinoamérica está liderada por el país de El Salvador (2019) 76,2%, Venezuela (2018) con 19,9%, Chile (2021) con un 13,2%, Paraguay (2016) un 13,7%, Perú (2021) con un 8,2%, Colombia (2017) con un 8%, Guatemala (2015) un 8%, Cuba (2019) un 6,67%, Bolivia (2017) un 6,6%, Brasil (2016) 6,2 %, Costa Rica (2016) un 0,19%, mientras que Ecuador en el año 2020 estuvo representado con un 14% con mayor predominancia en el género femenino (Cruz et al., 2023).

Mostrando que una de las complicaciones más frecuentes de la neuropatía periférica diabética en los adultos mayores es la disminución de la funcionalidad y sensibilidad en los pies de los pacientes, la fisioterapia entra como un elemento importante para el tratamiento, con la intervención de ejercicios que respondan a llevar una vida activa y saludable que aporte con el control y tratamiento de la enfermedad desde otro aspecto de la salud.

El objetivo de este estudio fue establecer un programa de ejercicios terapéuticos para restablecer la funcionalidad y sensibilidad de tobillo y pie en personas con neuropatía periférica diabética.

Materiales y métodos

Sistema para el registro de datos sobre intervenciones fisioterapéuticas

Se decidió desarrollar un sistema de gestión para registrar la información obtenida por especialistas de terapia física sobre las intervenciones fisioterapéuticas implementadas en cada caso. El sistema se desarrolló para que los especialistas de terapia física puedan disponer de un patrón de referencia que permita la comparabilidad territorial, gestión clínica, evaluación de calidad asistencial; así como la obtención de indicadores claves, tendencias y comportamientos comunes que puedan contribuir al diagnóstico médico. La figura 1 muestra la interfaz principal para el registro de los datos.



Figura 1. Interfaz principal del sistema para la gestión de la información fisioterapéutica.

La herramienta fue utilizada con un estudio sobre neuropatía periférica diabética en los adultos mayores de la parroquia Atahualpa.

Ejecución del estudio

El lugar donde se ejecutó el estudio fue la parroquia Atahualpa, perteneciente al catón Ambato y en cantón Cevallos, que forman parte de la provincia de Tungurahua. La población inicial fue de 34 pacientes, finalizando con la intervención 17 pacientes. Previamente se tomó en cuenta criterios de inclusión de pacientes: 1) cualquier género, 2) diabetes confirmada, 3) capacidad de caminar por lo menos 10 metros, y los criterios de exclusión: 1) demencia, 2) amputación del pie, 3) varices, 4) paciente protésico que le limite el movimiento de tobillo y pie.

Después de haber firmado el consentimiento voluntario de las personas de participar en este estudio, se procedió a la recolección de los datos sociodemográficos de los pacientes, fueron dos valoraciones una antes y otra después de la intervención. Para la evaluación de los signos y síntomas de los pacientes con neuropatía periférica diabética, se empleó el test de Michigan Neuropathy Screening Instrument (MNSI) conformado en 2 partes.

La primera parte se evaluó mediante un formulario de 15 preguntas cerradas con respuestas de un SI o un No sobre los síntomas como hormigueo, entumecimiento, calambres entre otros, que pudieron percibir una semana atrás, en este apartado la interpretación si los pacientes obtuvieron una puntuación ≥ 7 el test da como positivo. La segunda parte es el test de Michigan consistió en el examen físico donde se subdivide en apartados realizado propiamente por el



fisioterapeuta donde se evaluó las deformidades o anormalidades del pie, la interpretación en la existencia de una mutación o alteración tubo un número 1 y la ausencia valor de 0, para la evaluación de los reflejos se ejecutó con un martillo de reflejos para el tendón de Aquiles, donde su interpretación fue 0 cuando existió un reflejo, una puntuación de 0,5 cuando se le agregó a la prueba la maniobra de Jendrassink y un valor de 1 en la ausencia de cualquier reflejo (Rivas-Acuña et al., 2017; Ticse et al., 2013).

Para la valoración de sensación vibratoria se desarrolló en dedos hallux utilizando un diapasón con características de 128 Hz, donde su interpretación fue de 0 puntos para la normalidad, 0,5 normalidad con esfuerzo, y 1 para la ausencia, el componente del examen físico obtuvo 8 puntos en total, del cual si el paciente obtuvo $\geq 2,5$ se considera positivo (Cordero & Montero, 2017).

Para valorar la parte de la sensibilidad se utilizó la prueba de monofilamentos de Sammes-Weinstein de 10 gramos, donde se evaluaron 4 puntos de la planta del pie (el hallux, la cabeza del primer, tercer y quinto metatarsiano) de manera bilateral con un estensiómetro de nailon, para lo cual su interpretación sobre la sensibilidad normal con puntaje de 8/8 y una disminución o alteración menor a este valor (González, 2010; Monteiro et al., 2020).

Para evaluar la fuerza muscular del tobillo en el movimiento de flexión plantar, se empleó el dinamómetro manual, siendo este un instrumento subjetivo donde marcó la fuerza expresada en kilogramos de manera bilateral por unas 3 ocasiones, de estos se tomó el número más alto o el que se repite, existió descansos de 1 a 2 minutos en cada uno de las repeticiones (Jackson et al., 2017).

El programa de ejercicios en pacientes con neuropatía periférica diabética se desarrolló por un lapso de 8 semanas, donde consistió en ejercicios progresivos para plantiflexores y dorsiflexores (elevación de la punta del pie y talones, con su propio peso y con bandas de resistencia color azul), musculatura intrínseca del pie y ejercicios de equilibrio (marcar con un solo pie 5 puntos y dibujar el abecedario con un solo pie). El tiempo estimado fue 10 minutos de calentamiento, 15 minutos de ejercicios terapéuticos específicos para tobillo y pie y 5 minutos de ejercicios, con un 1 día de supervisión y los 4 días ejecutados en casa de manera autónoma por el paciente.

Resultados y discusión

Los resultados sociodemográficos del total de la población de los 34 pacientes demostrando que la paciente predominancia fue en mujeres con 67,6%, en adultos mayores, con una influencia con obesidad con un 38,2%, y mostrando que la mayoría de los pacientes con 32,5% no realizaban ningún tipo de ejercicio (Figura 2).



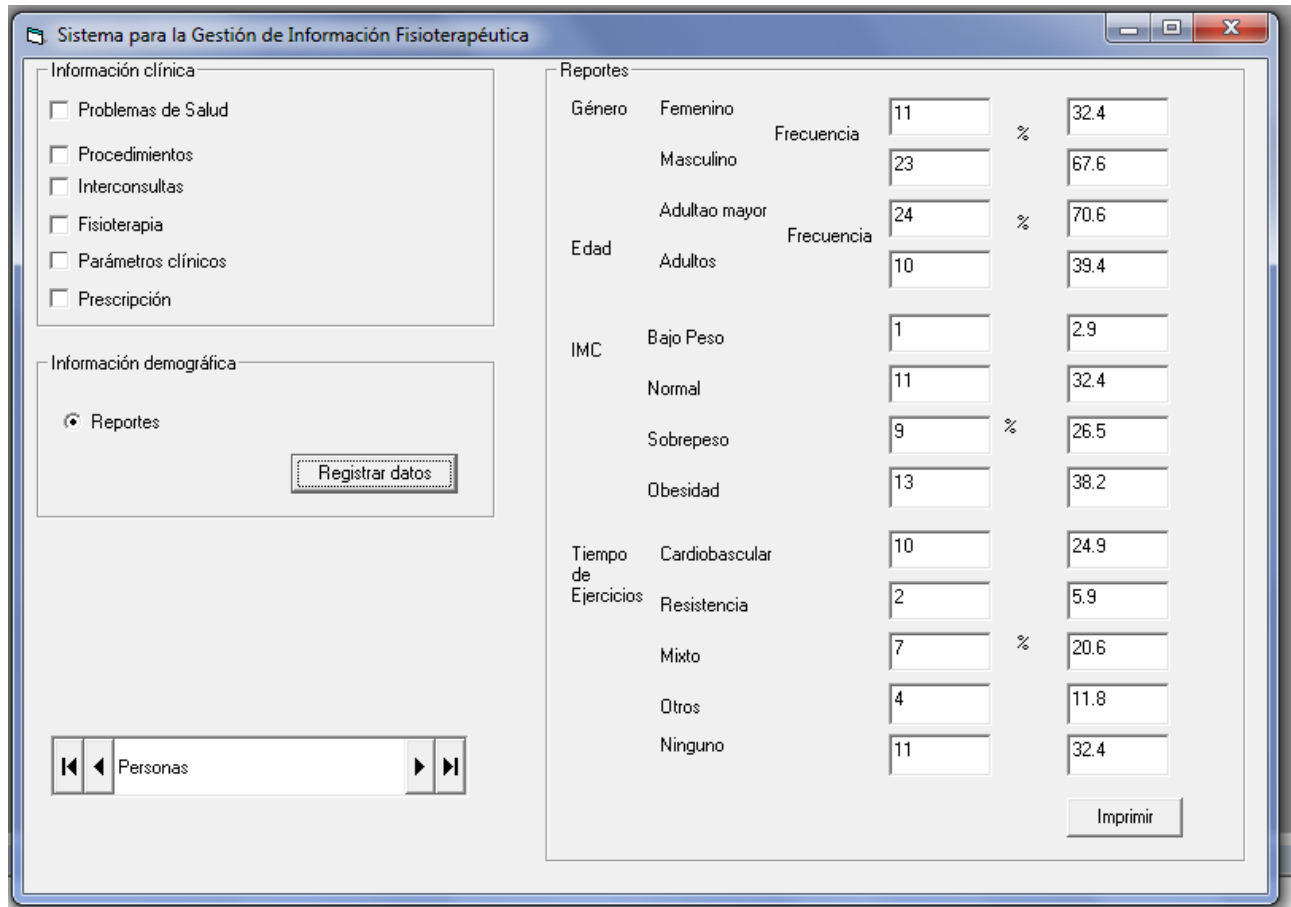


Figura 2: Resultados de los datos sociodemográficos de los participantes en cuanto al género, edad, índice de masa corporal, y el tipo de ejercicio.

Mientras los resultados de las evaluaciones iniciales y finales con el test de Michigan (MNSI) en su parte del cuestionario, en la evaluación final no existió cambios significativos estadísticamente con respecto a la evaluación inicial respecto a su media, donde su valor de $p = <0,185$, aunque en la clínica refiere que el paciente sentir mejoría en los síntomas de calambres y amortiguamientos. En cuanto en el examen físico existió cambios ligeramente significativos donde el valor de $p = <0,049$ (Figura 3).

En cuanto al evaluación de la sensibilidad los cambios fueron significativos donde $p = <0,00$. La fuerza muscular de igual forma mostró cambios significativos se pudo observar un aumento de la fuerza de 2,64 kg en el pie izquierdo, en cuanto al pie derecho existió un aumento de 1,58 kg respecto de la evaluación inicial a la final (Figura 3).



Variable	Evaluación Inicial		Evaluación Final		Diferencia entre evaluación inicial y final		Valor de P
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	
Cuestionario de Michigan (puntos)	4,88	1,57	3,18	1,33	-1,70	1,68	0,185
Examen físico de Michigan (puntos)	3,11	0,83	1,94	0,55	1,17	,75	0,049
Monofilamentos de pie (g)	6,94	1,51	7,71	,84	-,76	,90	,000
Dinamometría de pie izquierdo (kg)	15,06	3,57	17,71	3,14	-2,64	2,31	,000
Dinamometría de pie derecho (kg)	15,82	4,27	17,41	3,39	-1,58	2,78	,000

Figura 3: Resultados de las evaluaciones iniciales y finales.

Nota: DE: desviación estándar – g: gramos – kg: kilogramos

Discusión

En este estudio se utilizó los ejercicios de fuerza y equilibrio para tobillo y pie, en personas que conllevan neuropatía diabética no encontraron cambios estadísticamente pero si en la efectividad de los síntomas como calambres y amortiguamiento, que fue evaluado por el test de Michigan en su parte de cuestionario, mientras que en su parte de examen físico se encontró cambio favorables, se ha demostrado ser factibles la ejecución de la intervención para mejorar la respuesta de la sensibilidad a través de los ejercicios de equilibrio, que fue evaluado con la prueba de monofilamentos y la prueba de dinamometría manual como también el uso de los ejercicios de fuerza progresivamente, que estos últimos a su vez ocurriría la posibilidad disminuir la aparición de úlceras de pie diabético (UPD).

Existen estudios que corroboran o a su vez desaprueban con los resultados de este estudio, como es en un estudio de R. Monteiro, J. Ferreira, E. Silva et al. donde demuestra que los resultados en la prima parte (formulario de los síntomas) del test de Michigan, recalcaron que encontraron efectos positivos pero esto no se debía a la intervención de los ejercicios, sino al efecto placebo al interactuar con el fisioterapeuta y el paciente, por la inspección de 3 días, conllevó



una disposición pragmática en el tratamiento y junto con los cuidados e higiene de autocuidado en pacientes con neuropatía periférica diabética (Monteiro et al., 2020).

En un estudio de I. Ahmad, M. Noohu, S. Verma et al. que fue un programa de ejercicios de equilibrio y propiocepción en pacientes de mediana edad y adultos mayores con DPN, por un lapso de 8 semanas y con 3 días de supervisión, en el cual se evaluó la segunda parte (examen físico: deformidades, reflejos, vibración) del test de Michigan, donde sus valores de los resultados se redujeron, mostrando como beneficioso la intervención terapéutica, pero esto se debía más en adultos con media edad, mientras pasó lo contrario en adultos mayores donde obtuvieron un neuropatía moderada a grave, esto se debió por la diferencia de tiempo que padecen la diabetes los diferentes grupos de personas (Ahmad et al., 2019).

En un estudio de F. Navarro-Peternella, E. Teston, B. Dos Santos Santiago Robeiro et al. donde se realizó ejercicio de equilibrio, estimulación sensitiva cutánea y reeducación de la marcha, por un promedio de 12 semanas, en las evaluaciones dieron a conocer que mejoró la sensibilidad de los pies y su marcha de acuerdo a su velocidad, longitud de paso y zancada (Navarro-Peternella et al., 2019). Este artículo puede indexarle los ejercicios de estimulación y la reeducación de la marcha que es un punto a favor para ayudar a la funcionalidad y sensibilidad del paciente, pero también el lapso de tiempo es un poco más prolongado para encontrar mejores resultados.

En un artículo de E. Vrátnán, J. Husáková, R. Jarosíková et al. donde realizaron ejercicios de movilidad (dorsiflexión, plantiflexión, circunducción) de tobillo y pie, fortalecimiento (tríceps sural), estiramiento (flexores de los 5 dedos de pie, tríceps sural) y propiocepción por 4 veces por semanas, durante 12 meses, que se evaluó la fuerza muscular mediante el dinamómetro manual siendo cambios favorables para el miembro inferior izquierdo de 10 kg, dando a conocer que los ejercicios son efectivos para aumentar la fuerza y ayudar a la funcionalidad en miembros inferiores en pacientes con neuropatía diabética (Vrátná et al., 2022).

En un estudio de R. Faizah, F. Efendi, S. Suprajitno, donde se involucró a 168 pacientes con diabetes mellitus, divididos en 3 grupos, el primero solo con programas audiovisuales, el segundo programa audiovisuales más un grupo de apoyo, y el tercero solo era un grupo control, el programa duró 4 semanas, se valoraron mediante el índice de brazo-tobillo (ABPI), los monofilamentos, y una hora de observación para mirar el comportamiento de los ejercicios, mostrando que el segundo grupo obtuvo mayores beneficios (Faizah et al., 2021). Es decir que es mejor realizar los ejercicios en un grupo porque trae mayores resultados por motivación, el compañerismo, la competitividad, la seguridad en la realización en los ejercicios.

En un estudio M. Win, H. Nyunt et al. mostraron que la realización de ejercicios sencillos como rodar una pelota, movilizaciones y estiramientos para pies y manos, por 8 semanas con un control de 3 veces a la semana, los resultados



demonstraron que fueron evidentes en la función motora, la percepción de la vibración y sensibilidad pasó de 0,56 a 0,58, demostrando que cualquier ejercicio puede ayudar a la funcionalidad del cuerpo, reducir los síntomas, y mejorar la calidad de vida en personas con DPN, tratando de estar activo el cuerpo para que ayude de alguna forma a controlar que no avance la enfermedad (Win et al., 2020).

Un estudio realizado por Venkataraman, Knoo et al, demostraron que en los ejercicios de fuerza y equilibrio a corto plazo de 8 semanas, como fueron los ejercicios de amplitud articular con movimiento pasivos de rodilla (Flexión y extensión) tobillo (flexión y dorsiflexión plantar) antepié (inversión y eversión) dedos de los pies (flexión, extensión, abducción y aducción), ejercicio de fortalecimiento con resistencia con un theraband en todas las articulaciones de miembro inferior, ejercicios de equilibrio como el apoyo en un solo pie, ejercicios de punta-talón, tándem y semitaném con ojos abiertos y cerrados, ejercicios de marcha combinado con ejercicios de equilibrio dinámico, y ejercicios de resistencia como la caminata rápida (Venkataraman et al., 2019).

Las evaluaciones que realizaron fueron al inicio, a los 2 y 6 meses después de la intervención mediante pruebas funcionales como Timed Up and Go (TUG) $p = <0,181$, alcance funcional, escala de equilibrio (ABC) $p = <0,043$, fuerza muscular con la dinamometría manual aumentó 3kg en cada miembro, y el rango articular con un inclinómetro de mano, en todas estas mostraron cambios favorables, mientras en la prueba de la calidad de vida relacionada de la salud (CVRS) los resultados no fueron significativos, los autores resaltan que se debe para encontrar beneficios se tendría un periodo más largo de entrenamiento y se vuelva un hábito de vida, pero también demuestran que los pacientes no cuentan con dolor funcional y ninguno experimentó aparición ulceración o infección plantar en el estudio (Venkataraman et al., 2019).

Un estudio realizado por los autores M. Suryani, W. Samekto, et al. quienes muestra un que la intervención de ejercicios de movilización, flexibilidad y resistencia por doce semanas para paciente con antecedente de ulceraciones de pie ya curado por lo mínimo un año antes, con esta intervención demostraron que la intervención fisioterapéutica ayudan a prevenir la reaparición de úlceras de pie diabético (UPD), a las disminuciones de ellas mismo del cual muestran que paso de 3,60 a 1,58 cm al momento de la evaluación, de igual forma exponen que las 24 semanas sigue existiendo efectos en la reducción de las úlceras 4,38 a 3,15 cm, esto también conlleva a que la marcha mejore aumentando su velocidad en las 12 semanas de 0,06 a 0,12 mm/s y de 0,11 a 0,16 mm/s en las 24 semanas (Suryani et al., 2021).

Mientras un estudio de Ishad Ahmad, Verma entre otros autores, donde la intervención constó con ejercicios de equilibrio y propiocepción donde resalta ejercicios de equilibrio estático y dinámico, aplicados a personas de mediana edad y adultos mayores con neuropatía diabética durante 12 semanas, entre los hallazgos son los resultados tuvieron cambios significativos así como es el caso de la prueba del alcance funcional de $p = <0,013$, TUG $P = <0,02$, una prueba



que mide el equilibrio en una sola pierna (OLS) $p = < 0,041$, mientras que para la prueba de propiocepción usaron el Balance Test Pro con un $p = < 0,026$, el test de Michigan ($p = < 0,05$), con todo esto los autores llegaron a concluir que trae mayor efectividad el equilibrio estático en personas de edad media y en adultos mayores incluyendo adultos de media edad está el equilibrio dinámico (Ahmad et al., 2019).

Mientras que un artículo científico realizado por J. Kanjirtanthingal, R. Mullerpatan, G. Nehete et al. el cual integran a pacientes con DPN a un programa de ejercicio de equilibrio convencional es el estático y dinámico frente a ejercicios de equilibrio de yogasana que consistente cambios leves y suaves a posturas con diferente base de apoyo enforçadas la conciencia corporal durante el movimiento así mejorando el equilibrio (Yuan et al., 2020). Se integraron 35 personas, por un tiempo de 12 semanas, 3 veces por semana y una hora por día, en las valoraciones de la prueba de escalón frontal existió una leve diferencia entre el equilibrio de yogasana frente al convencional $p = < 0,003$, en la prueba de riesgo a caídas disminuyó en el grupo de yogasana contra a ejercicios equilibrio convencional donde $p = < 0,05$, observaron diferencia en el equilibrio bípedo con ejercicios de yogasana con los ojos abiertos $p = < 0,011$, los ojos cerrados $p = < 0,001$ frente al ejercicio de equilibrio convencional con los ojos abiertos $p = < 0,019$ y ojos cerrados $p = < 0,005$, los autores mostraron que el ejercicio de Yogasana son mejores frente al equilibrio dinámico con un 60% y una mejora moderada en equilibrio estático esto se debe porque el ejercicio estimula la conciencia posicional y el sistema vestibular (Yuan et al., 2020).

En otro estudio realizado por E. Hung, S. Chen et al. donde implican la intervención el entrenamiento de fuerza, equilibrio y la coordinación de las extremidades inferiores a través de videojuegos interactivos (IVGB) que imitaban los movimientos de la persona virtual por 30 minutos repartidos en 4 tareas, con la integración de 24 pacientes, divididos en grupo A que realizaban las primeras 6 semanas ejercicios IVGB y las 6 semanas restantes no realizaban ningún ejercicio (grupo control), el grupo B se realizó al contrario, los cambios fueron evidentes y favorables con la escala de Berg (BBS) mayor del 50%, UTS que valora la postura monopodal aumentó considerablemente en la pierna derecha, en la escala modificada de eficacia de caídas (MFES) mayor puntuación en el grupo A que B donde $p = 0,046$ frente $p = 0,109$ respectivamente, que fue indicativo que si es mayor la prueba MFES mejora el tiempo en la evaluación de Timed Up and Go (TUG). (21) Existió diferencias significativas de la intervención entre el grupo de intervención y el grupo control de los dos grupos en TUG $p = 0,013$ y BBS $p = 0,004$, demostrando que esta nueva implementación ayuda a mejorar el equilibrio funcional en pacientes con DPN, sin embargo, se necesita más estudios a largo plazo a futuro para consolidar como tratamiento efectivo (Ren et al., 2021).

En un artículo científico realizado por W. Ren, Y. Duan, y Jan et al, donde buscaban los beneficios en la microcirculación plantar y la resistencia de los tejidos, con la implementación de ejercicios de alto volumen (HEV) con



actividades como caminar rápido, baile del cuadrado, taichí, juego de la pelota, ciclismo y ejercicios de bajo volumen solo caminar de manera habitual (LEV), en 80 pacientes por el lapso de un año, encontraron diferencia significativa en el gasto de energía del HEV contra LEV de $p = <0.05$, en cuanto a la saturación de oxígeno plantar (SO_2) en el grupo de HEV fue mayor con 6,12% contra el grupo de LEV de 8,02% donde $p = <0,05$, mientras que la dureza de los tejidos fueron menor en el grupo de LEV en regiones como el dedo hallux, mediopié y retropié, con características en el grupo HEV – DPN > No DPN, en el grupo HEV – DPN > en el grupo LEV y con No DPN, mayor dureza en el tejido en el antepié: (n= 4) juego de pelota y (n= 1) caminaba a paso ligero, y menor dureza de los tejidos: (n= 2) bicicleta (Silva et al., 2021). Con esto los autores de este estudio pudieron determinar que los ejercicios de alto volumen no inciden en el desarrollo úlceras de pie diabético, por el contrario, mejora la microcirculación plantar y mayor dureza en los tejidos. En cuanto a un estudio realizado por É. Silva, D. Santos, R. Bateli et al. en la Universidad de Sao Pablo en Brasil, buscaron la efectividad de los ejercicios de tobillo y pie en domicilio, mediante un programa de ejercicio plasmados en hojas impresas, por 8 semanas, el control del estudio realizaron mediante llamadas telefónicas, video llamas, visitas a domicilio, mensajes de texto con el fin de recordar de las ejecuciones, de igual formaron también parte de la motivación, mostrando como resultados una escala de satisfacción llamada Likert con un puntaje de 5 y 4 de una representación del 51,9%, la seguridad de la guía de ejercicio con 5 puntos, volumen general del 95%, entre los cambios representativos son el aumento de rango articular del primer dedo del pie en relación con el antepié de 17 a 20 grados, y disminución del movimiento de dorsiflexión máxima del antepié relacionado con el retropié de 11,9 a 11,4 grados, y con mayor a 75% adherencia al programa de ejercicio de domicilio (Silva et al., 2021).

En un artículo científico realizado por F. Gholami, H. Nazari, et al. muestra que una intervención aparte de las usuales de fuerza y equilibrio, para de una manera controlar y disminuir los síntomas de la diabetes mellitus tipo 2 y la neuropatía diabética, es el ejercicio en cinta rodante por un lapso 30 minutos y con periodos de calentamiento y enfriamiento, por 3 meses y 3 veces por semana, donde se evaluaron el flujo sanguíneo de la arteria femoral que mejoró de 1,1% a 1,5% , el puntaje de los síntomas del cuestionario del test de Michigan bajó <7, es decir los niveles de glucosa disminuyo considerablemente con este tipo de ejercicio aeróbico, donde los autores de este artículo que sus beneficios es por ser un vasodilatador y aporta en las actividades antiaterogénicas (Gholami et al., 2020).

Mientras un artículo científico elaborado por Kanchanasamut, Wararom, Pensri, Praneet. Donde se realizaron una intervención fisioterapéutica a 21 pacientes por 8 semanas, con DPN, con ejercicios en un mini-trampolín que constaba en una serie de ejercicios progresivos distribuidos en cuatro niveles, eran principalmente elevaciones, soporte de peso, saltar ligeramente y marcha, las evaluaciones se ejecutaron al inicio, a las 8 semanas y un seguimiento a las 20 semanas. En el rango articular evaluaron por un goniómetro de acero inoxidable donde aumento la flexión en la metatarsosfalágica



izquierda $p = <0,040$, derecha $p = <0,012$ y extensión izquierda $p = <0,013$, mientras en la presión plantar para medir utilizaron una plantilla a través de un software evaluado el hallux, antepié lateral, medial, mediopié y talón, encontraron una reducción en lado derecho en la semana 20 de 31,46 a 39,56 en la semana de inicio donde $p = <0,016$, mientras en el lado izquierdo existió un cambio significativo, de igual forma en la semana de seguimiento las vibración aumentó contra el grupo control izquierda $p = <0,043$, derecha $p = <0,004$ (Kanchanasamut & Pensri, 2017). Con este estudio los investigadores indicaron que los ejercicios en el mini- trampolín redujeron el entumecimiento, aumento el ROM, y se podría considerar evitar la aparición de úlceras.

Limitaciones del estudio

Primero es la falta de compromiso con la inasistencia de los participantes, por diversas causas como el desinterés, ausencia de valor económico, problemas para trasladarse, la segunda limitación fue el periodo corto de tiempo de 8 semanas con un día de control, para próximas investigaciones se recomienda al menos que sean de 12 semanas de intervención con 3 días de supervisión, la tercera limitante fue la no inserción del autocuidado e higiene del pie aparte de la intervención terapéutica

Conclusiones

En conclusión, de este estudio que los paciente con neuropatía periférica diabética integrados a un programa de ejercicios de 8 semanas de fuerza y equilibrio para tobillo y pie, donde fueron diseñado por el autor de este trabajo investigativo, mostraron cambios favorables tanto en la respuesta de la sensibilidad medidos mediante los monofilamentos y la fuerza medidos por un dinamómetro manual, mientras que también los participantes indicaron que mostraron beneficios clínicos con el entumecimiento y calambres más no fueron cambios estadísticos en el test de Michigan.

Agradecimientos

Agradecemos al grupo de investigación científica MASHKANAPI ALLI-KAWSAI - INVESTIGACIÓN EN SALUD y Dirección de Investigación y Desarrollo (DIDE), al cual está adscrito el Proyecto titulado: "Estrategia de intervención multidisciplinaria de salud en pacientes con neuropatía periférica diabética para promover su calidad de vida. Cantón Ambato", aprobado en Resolución Nro. UTA-CONIN-2022-0169-R.

Conflictos de intereses

Los autores declaran que no existe ningún conflicto de interés.



Contribución de los autores

1. Conceptualización: Paola Gabriela Ortiz Villalba Lisbeth Josefina Reales Chacón.
2. Curación de datos: Paola Gabriela Ortiz Villalba, Andrea Carolina Peñafiel Luna, Lisbeth Josefina Reales Chacón
3. Análisis formal: Paola Gabriela Ortiz Villalba, Víctor Manuel García Camacho
4. Investigación: Paola Gabriela Ortiz Villalba, Víctor Manuel García Camacho, Lisbeth Josefina Reales Chacón
5. Metodología: Paola Gabriela Ortiz Villalba, Lisbeth Josefina Reales Chacón
6. Administración del proyecto: Paola Gabriela Ortiz Villalba, Lisbeth Josefina Reales Chacón
7. Recursos: Víctor Manuel García Camacho, Andrea Carolina Peñafiel Luna
8. Software: Paola Gabriela Ortiz Villalba, Víctor Manuel García Camacho
9. Supervisión: Paola Gabriela Ortiz Villalba, Lisbeth Josefina Reales Chacón
10. Validación: Paola Gabriela Ortiz Villalba, Andrea Carolina Peñafiel Luna, Lisbeth Josefina Reales Chacón
11. Visualización: Paola Gabriela Ortiz Villalba, Víctor Manuel García Camacho
12. Redacción – borrador original: Paola Gabriela Ortiz Villalba, Víctor Manuel García Camacho, Andrea Carolina Peñafiel Luna, Lisbeth Josefina Reales Chacón
13. Redacción – revisión y edición: Paola Gabriela Ortiz Villalba, Víctor Manuel García Camacho, Andrea Carolina Peñafiel Luna, Lisbeth Josefina Reales Chacón

Financiamiento

La investigación fue financiada por los autores.

Referencias

- Ahmad, I., Noohu, M. M., Verma, S., Singla, D., & Hussain, M. E. (2019). Effect of sensorimotor training on balance measures and proprioception among middle and older age adults with diabetic peripheral neuropathy. *Gait & posture*, 74, 114-120. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966636218316436>
- Bakker, K., & Riley, P. (2005). El año del pie diabético. *Diabetes voice*, 50(1), 11-14. https://www.fundaciondiabetes.org/upload/contenidos/351/article_318_es.pdf
- Cordero, M. A., & Montero, J. T. (2017). *Neuropatía diabética valorada por The Michigan Neuropathy Screening instrument y sus factores de riesgo en pacientes con diabetes del centro de salud Chimbacalle en el período agosto-septiembre del 2017 PUCE*. <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/14189>



- Cruz, G. K. P., Mejía, J. A. V., & Menéndez, R. B. (2023). Prevalencia y morbilidad de diabetes mellitus tipo 2 en adultos mayores en Latinoamérica. *MQRInvestigar*, 7(1), 248-268. <https://www.investigarmqr.com/ojs/index.php/mqr/article/view/165>
- Di Lorenzi, R., Bruno, L., Garau, M., Javiel, G., & Diaz, M. E. R. (2020). Prevalencia de neuropatía periférica en una Unidad de Diabetes. *Revista Uruguaya de Medicina Interna*, 5(2), 17-27. http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?pid=S2393-67972020000200017&script=sci_arttext
- Faizah, R., Efendi, F., & Suprajitno, S. (2021). The effects of foot exercise with audiovisual and group support foot exercises to diabetes mellitus patients. *Journal of Diabetes & Metabolic Disorders*, 20, 377-382. <https://link.springer.com/article/10.1007/s40200-021-00756-9>
- Gholami, F., Nazari, H., & Alimi, M. (2020). Cycle training improves vascular function and neuropathic symptoms in patients with type 2 diabetes and peripheral neuropathy: A randomized controlled trial. *Experimental Gerontology*, 131, 110799. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0531556519305832>
- González, C. P. (2010). Monofilamento de semmes-weinstein. *Diabetes práctica. Actualización y habilidades en Atención Primaria*, 1(1), 8-19. <http://www.diabetespractica.com/files/docs/publicaciones/1382025393habilidades.pdf>
- Hicks, C. W., & Selvin, E. (2019). Epidemiology of peripheral neuropathy and lower extremity disease in diabetes. *Current diabetes reports*, 19, 1-8. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11892-019-1212-8>
- Jackson, S. M., Cheng, M. S., Smith Jr, A. R., & Kolber, M. J. (2017). Intrarater reliability of hand held dynamometry in measuring lower extremity isometric strength using a portable stabilization device. *Musculoskeletal Science and Practice*, 27, 137-141. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1356689X16306890>
- Kanchanasamut, W., & Pensri, P. (2017). Effects of weight-bearing exercise on a mini-trampoline on foot mobility, plantar pressure and sensation of diabetic neuropathic feet; a preliminary study. *Diabetic foot & ankle*, 8(1), 1287239. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/2000625X.2017.1287239>
- Monteiro, R. L., Ferreira, J. S., Silva, É. Q., Donini, A., Cruvinel-Júnior, R. H., Veríssimo, J. L., Bus, S. A., & Sacco, I. C. (2020). Feasibility and preliminary efficacy of a foot-ankle exercise program aiming to improve foot-ankle functionality and gait biomechanics in people with diabetic neuropathy: A randomized controlled trial. *Sensors*, 20(18), 5129. <https://www.mdpi.com/821560>
- Navarro-Peternella, F. M., Teston, E. F., Ribeiro, B. M. d. S. S., & Marcon, S. S. (2019). Plantar cutaneous sensory stimulation improves foot sensibility and gait speed in older adults with diabetes: a clinical trial. *Advances in Skin & Wound Care*, 32(12), 568-573.



https://journals.lww.com/aswcjournal/Fulltext/2019/12000/Plantar_Cutaneous_Sensory_Stimulation_Improves.11.aspx

OMS. (2020). Informe mundial sobre la diabetes. *Inf Mund Sobre La Diabetes*, 3(2), 6-71. www.who.int

Pérez Rodríguez, A., Fera Pérez, A. d. I. C., Inclán Acosta, A., & Delgado Echezarreta, J. (2022). Algunos aspectos actualizados sobre la polineuropatía diabética. *MediSan*, 26(4). http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1029-30192022000400012&script=sci_arttext&tlng=en

Ren, W., Duan, Y., Jan, Y.-K., Ye, W., Li, J., Liu, W., Liu, H., Guo, J., Pu, F., & Fan, Y. (2021). Effect of exercise volume on plantar microcirculation and tissue hardness in people with type 2 diabetes. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 1207. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fbioe.2021.732628/full>

Rivas-Acuña, V., Mateo-Crisóstomo, Y., García-Barjau, H., Martínez-Serrano, A., Magaña-Castillo, M., & Gerónimo-Carrillo, R. (2017). Evaluación integral de la sensibilidad en los pies de las personas con diabetes mellitus tipo 2. *Revista Cuidarte*, 8(1), 1423-1432. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2216-09732017000101423

Silva, É. Q., Santos, D. P., Beteli, R. I., Monteiro, R. L., Ferreira, J. S., Cruvinel-Junior, R. H., Donini, A., Veríssimo, J. L., Suda, E. Y., & Sacco, I. C. (2021). Feasibility of a home-based foot-ankle exercise programme for musculoskeletal dysfunctions in people with diabetes: Randomised controlled FOOtCAre (FOCA) Trial II. *Scientific Reports*, 11(1), 12404. <https://www.nature.com/articles/s41598-021-91901-0>

Suryani, M., Samekto, W., Susanto, H., & Dwiantoro, L. (2021). Effect of foot-ankle flexibility and resistance exercise in the secondary prevention of plantar foot diabetic ulcer. *Journal of Diabetes and its Complications*, 35(9), 107968. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1056872721001653>

Ticse, R., Pimentel, R., Mazzeti, P., & Villena, J. (2013). Elevada frecuencia de neuropatía periférica en pacientes con Diabetes mellitus tipo 2 de un hospital general de Lima-Perú. *Revista Medica Herediana*, 24(2), 114-121. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1018-130X2013000200004&script=sci_arttext

Venkataraman, K., Tai, B. C., Khoo, E. Y., Tavintharan, S., Chandran, K., Hwang, S. W., Phua, M. S., Wee, H. L., Koh, G. C., & Tai, E. S. (2019). Short-term strength and balance training does not improve quality of life but improves functional status in individuals with diabetic peripheral neuropathy: a randomised controlled trial. *Diabetologia*, 62, 2200-2210. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00125-019-04979-7>

Vrátná, E., Husáková, J., Jarošíková, R., Dubský, M., Wosková, V., Bém, R., Jirkovská, A., Králová, K., Pyšková, B., & Lánská, V. (2022). Effects of a 12-Week Interventional Exercise Programme on Muscle Strength, Mobility



- and Fitness in Patients With Diabetic Foot in Remission: Results From BIONEDIAN Randomised Controlled Trial. *Frontiers in Endocrinology*, 13. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9294221/>
- Win, M. M. T. M., Fukai, K., Nyunt, H. H., & Linn, K. Z. (2020). Hand and foot exercises for diabetic peripheral neuropathy: A randomized controlled trial. *Nursing & Health Sciences*, 22(2), 416-426. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/nhs.12676>
- Yuan, R.-Y., Chen, S.-C., Peng, C.-W., Lin, Y.-N., Chang, Y.-T., & Lai, C.-H. (2020). Effects of interactive video-game-based exercise on balance in older adults with mild-to-moderate Parkinson's disease. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 17, 1-10. <https://link.springer.com/article/10.1186/s12984-020-00725-y>

