

Equilibrio estado-dinámico, fuerza muscular, parámetros de la marcha y capacidad del ejercicio en adultos mayores con diabetes tipo 2

State-dynamic balance, muscle strength, gait parameters and exercise capacity in older adults with type 2 diabetes

ALVARADO-SANTIAGO, TANIA¹; MEDINA, REGINA¹; LOVATO, NITA¹; HERENCIA, VICTOR²

¹Universidad Nacional Federico Villarreal. Lima, Perú.

²Universidad Tecnológica del Perú. Lima, Perú

Autor de correspondencia
talvarado@unfv.edu.pe

Fecha de recepción
01/05/2024

Fecha de aceptación
20/06/2024

Fecha de publicación
01/11/2024

Autores

Tania Alvarado-Santiago
Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima, Perú
Correo-e: talvarado@unfv.edu.pe
ORCID: 0000-0003-4776-609X

Regina Medina Espinoza
Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima, Perú
Correo-e: rmedina@unfv.edu.pe
ORCID: 0000-0002-2647-9983

Nita Giannina Lovato Sánchez
Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima, Perú
Correo-e: nlovato@unfv.edu.pe
ORCID: 0000-0002-5827-9732

Victor Reynaldo Herencia Torres
Universidad Tecnológica del Perú, Lima, Perú
Correo-e: vherenciat@gmail.com
ORCID: 0000-0003-1922-7590

Citación:

Alvarado-Santiago, T., Medina, R., Lovato, N. y Herencia, V. (2024). Equilibrio estado-dinámico, fuerza muscular, parámetros de la marcha y capacidad del ejercicio en adultos mayores con diabetes tipo 2. *GICOS*, 9(3), 15-27

DOI:



RESUMEN

Objetivo: comparar características basales y funcionales entre adultos mayores con y sin diabetes tipo 2, identificando equilibrio, fuerza muscular y velocidad de la marcha, que puedan estar asociadas con la presencia de diabetes tipo 2. **Método:** diseño de casos y controles con adultos mayores de 60 años de Lima Metropolitana. Los criterios de inclusión para los casos fue tener un diagnóstico de Diabetes mellitus tipo 2 (DM2), uso regular de fármacos antidiabéticos recetados y un control glucémico regular, mientras que los criterios de exclusión incluyeron complicaciones de la DM2 y limitaciones que afectaran la capacidad de marcha. Para los controles, se incluyeron adultos mayores de 60 años con controles de salud recientes, excluyendo condiciones que afectaran la capacidad de marcha. Se recolectaron datos utilizando instrumentos específicos para evaluar el equilibrio estado-dinámico, fuerza muscular, parámetros de la marcha, edad, sexo, peso, talla e índice de masa corporal. **Resultados:** no se encontraron diferencias significativas en las características basales entre los dos grupos. Sin embargo, se observaron diferencias notables en funciones como el equilibrio, la fuerza muscular y la velocidad de marcha, siendo inferiores en los adultos mayores con diabetes tipo 2. **Conclusiones:** se confirmó una relación significativa entre la disminución de las capacidades funcionales y la presencia de diabetes tipo 2. Los hallazgos sugieren que la evaluación de las capacidades funcionales es crucial en adultos mayores para detectar y manejar eficazmente la diabetes tipo 2. Mejorar estas capacidades podría ser clave en el control de la enfermedad y en la mejora de la calidad de vida.

Palabras clave: diabetes tipo 2, adultos mayores, equilibrio, fuerza muscular, velocidad de la marcha, calidad de vida.

ABSTRACT

Objective: to compare baseline and functional characteristics between older adults with and without type 2 diabetes, identifying balance, muscle strength and gait speed, which may be associated with the presence of type 2 diabetes. **Method:** case-control design with older adults 60 years old from Metropolitan Lima. Inclusion criteria for cases were having a diagnosis of Diabetes mellitus type 2 (T2DM), regular use of prescribed antidiabetic drugs, and regular glycemic control, while exclusion criteria included complications of T2DM and limitations affecting walking ability. For controls, adults over 60 years of age with recent health checkups were included, excluding conditions that affected walking ability. Data were collected using specific instruments to evaluate state-dynamic balance, muscle strength, gait parameters, age, sex, weight, height, and body mass index. **Results:** no significant differences were found in baseline characteristics between the two groups. However, notable differences were observed in functions such as balance, muscle strength and walking speed, being lower in older adults with type 2 diabetes. **Conclusions:** a significant relationship was confirmed between the decrease in functional abilities and the presence of type 2 diabetes. The findings suggest that the evaluation of functional abilities is crucial in older adults to detect and effectively manage type 2 diabetes. Improving these abilities could be key in controlling the disease and improving the quality of life.

Keyword: type 2 diabetes, older adults, balance, muscle strength, walking speed, quality of life.

INTRODUCCIÓN

El envejecimiento de la población mundial conlleva la aparición de enfermedades crónicas, entre ellas, la diabetes tipo 2 (DM2). Esta enfermedad se encuentra en constante aumento en todo el mundo y puede afectar el equilibrio estado-dinámico, la fuerza muscular, los parámetros de la marcha y la capacidad del ejercicio en los adultos mayores. Dicha afectación puede llevar a un mayor riesgo de caídas, disminución de la calidad de vida y aumento de la dependencia en la realización de actividades de la vida diaria.

El equilibrio estado-dinámico, la fuerza muscular, los parámetros de la marcha y la capacidad del ejercicio son importantes para la funcionalidad de los adultos mayores. Sin embargo, los efectos de la DM2 en estas variables no han sido completamente estudiados en adultos mayores. Por lo tanto, es necesario investigar si existen diferencias en estas variables entre adultos mayores con DM2 y controles sanos.

La identificación de las diferencias en estas variables puede llevar a una mejor comprensión de los efectos de la DM2 en la funcionalidad de los adultos mayores. Además, los resultados de la investigación pueden proporcionar información valiosa para los clínicos que tratan a personas con DM2 en cuanto a la prevención y tratamiento de la afectación de estas variables en adultos mayores.

La diabetes mellitus tipo 2 (DM2) es un problema sanitario a nivel global. Al respecto, se le considera la novena causa de mortalidad, en relación con su prevalencia; se estima que la padece un 15% de las personas de 50 a 69 años, esto aumenta a un 22% en las personas mayores de 70 años y en relación al impacto de esta en los años de vida saludablemente perdidos (AVISA) es considerada como la séptima enfermedad con mayor AVISA a nivel global (Khan et al., 2020).

En Perú la incidencia de la DM2 es considerada como una de las más altas a nivel mundial. La incidencia acumulada ponderada de diabetes luego de cuatro años de seguimiento a una cohorte sana ha sido estimada en un 7.2% (Seclen et al., 2017).

Se proponen varias explicaciones de la elevada prevalencia e incidencia de la DM2. Una de ellas es la denominada transición nutricional que incide en los cambios en los estilos de vida a nivel nutricional como de la actividad física producto de la dinámica demográfica (Popkin & Gordon-Larsen, 2004). A ello se aúna recientemente la denominada transición de la obesidad (Jaacks et al., 2019), una epidemia en sí misma que se relaciona con enfermedades metabólicas como la DM2 y cardio vasculares como la hipertensión arterial y las afecciones cardiovasculares isquémicas.

En síntesis, las transiciones sociales hacia una vida urbana, la mejora de los ingresos y la migración, son los sustratos básicos de este problema. En ese sentido, se ha cuantificado como la urbanización se ha relacionado a enfermedades crónicas como la DM2 (Allender et al., 2008), así como la DM2 puede asociarse al nivel socioeconómico (de Silva et al., 2018). En Perú se han documentado importantes impactos en la incidencia de DM2 atribuidos a la exposición urbana y migración (Ruiz-Alejos et al., 2018).

La presencia de DM2 genera manifestaciones específicas, las más frecuentes son el aumento de los niveles de glucosa en sangre, la neuropatía diabética y la disminución de la fuerza muscular. Se conoce que la DM2 produce problemas neuromusculares importantes (Andersen et al., 2004; Muramatsu, 2020). Al respecto, se han investigado otras variables asociadas a la DM2 como la disminución de la fuerza muscular (Andersen et al., 2004; Koo et al., 2021; Kraiwong et al., 2019), capacidad del ejercicio (Awotidebe et al., 2014, 2016; Caron et al., 2018; Gulsin et al., 2020; Jones et al., 2020; Kenny et al., 2013; Mickute et al., 2021), disminución del equilibrio y caídas (Hewston & Deshpande, 2016, 2018b; Morrison et al., 2012; Vinik et al., 2015, 2017; Yang et al., 2016; Yümin et al., 2021) y patrón de la marcha (Awotidebe et al., 2016; Donoghue et al., 2021; Hazari et al., 2019; Hewston & Deshpande, 2018a, 2018b; Ko et al., 2011; Roman De Mettelinge et al., 2013).

En algunos casos se está viendo la reversibilidad de estas variables involucradas por ejemplo en el estudio realizado por Qiu et al. (2021), quienes buscaron determinar la relación entre la fuerza muscular y la progresión o regresión de la prediabetes en adultos mayores de mediana edad. Los resultados mostraron que los participantes que progresaron a diabetes presentaron una menor fuerza muscular en comparación con aquellos que se mantuvieron en prediabetes, mientras que aquellos que regresaron a la normoglucemia mostraron lo contrario. Además, se encontró que la fuerza muscular, medida por la fuerza de agarre, estaba asociada de manera significativa con una disminución en las probabilidades de progresión a diabetes.

En la misma relación, Tiainen et al. (2022) examinó la relación entre la diabetes tipo 2 y el declive de la fuerza muscular en adultos mayores durante un período de 11 años. Los participantes se dividieron en grupos de diabetes, prediabetes y no diabetes según los niveles de glucemia en ayunas o el uso de medicamentos para la diabetes. Se midió la fuerza de agarre al inicio y al final del período de seguimiento. Los resultados mostraron que, en los hombres, el grupo de diabetes tuvo una disminución significativamente mayor en la fuerza muscular en comparación con el grupo sin diabetes después de ajustar por otros factores. En las mujeres, no se encontró diferencia en el declive de la fuerza muscular entre los grupos. Estos hallazgos sugieren que la presencia de diabetes tipo 2 puede estar asociada con un mayor declive de la fuerza muscular en hombres mayores y subraya la importancia del manejo de la diabetes en la prevención del deterioro de la fuerza muscular en los adultos mayores.

A pesar de la gran prevalencia e incidencia de la diabetes mellitus tipo 2 (DM2) y su impacto en la salud, la investigación sobre la relación de esta enfermedad con la función neuromuscular es limitada. Aunque se ha investigado la disminución de la fuerza muscular, la capacidad del ejercicio, el equilibrio y el patrón de la marcha en relación con la DM2, aún existen lagunas en el conocimiento sobre estos temas y verificar si existe una relación entre ellas.

Por lo tanto, se requiere investigaciones adicionales en esta área para mejorar la comprensión de las posibles relaciones entre la DM2 y la función neuromuscular, y así poder desarrollar estrategias de tratamiento y prevención más efectivas. La presente investigación busca abordar esta limitación al cuantificar las diferencias en el equilibrio estado-dinámico, fuerza muscular, parámetros de la marcha y capacidad del ejercicio entre adultos mayores con DM2 y controles sanos, lo que contribuirá a la originalidad del conocimiento en este

campo. En este sentido, el objetivo de la investigación fue verificar las diferencias en el equilibrio estado-dinámico, fuerza muscular, parámetros de la marcha y capacidad del ejercicio en adultos mayores con diabetes tipo 2 y controles sanos.

MÉTODO

El diseño fue de estudio de casos y controles. La variable de desenlace es la presencia de diabetes, la variable de exposición fue el equilibrio estado-dinámico, la fuerza muscular y los parámetros de la marcha. Las variables de confusión el sexo, la edad y el índice de masa corporal (IMC).

La población en estudio estuvo conformada por adultos mayores de 60 años o más del distrito de Barranco en Lima Metropolitana durante el mes de agosto de 2023, los cuales debieron cumplir con los siguientes criterios de selección: criterios de inclusión para los casos: tener un diagnóstico de DM2 confirmado por un médico, uso regular de fármacos antidiabéticos recetados, y un control glucémico regular. Los criterios de exclusión para estos casos fueron: presentar complicaciones de la DM2 como pie diabético, control glucémico irregular y cualquier condición que afecte la capacidad de la marcha, así como el uso de ayudas para caminar. Limitaciones graves de la función cognitiva que afecten la capacidad para seguir instrucciones o realizar pruebas. Dificultades graves de visión o audición que afecten la capacidad para realizar pruebas. Criterios de inclusión para los controles: adultos mayores de 60 años o más que hayan tenido un control de salud en los últimos 12 meses y un glicémico en los últimos 3 meses, que aparenten estar sanos y que no refieran enfermedades crónicas como hipertensión arterial o padecimientos cardiovasculares. Criterios de exclusión para los controles: presentar cualquier condición que afecte la capacidad de la marcha, y el uso de ayudas para caminar o realizar las pruebas.

El muestreo fue no probabilístico por conveniencia, para los casos se buscó tener muestras pareadas respecto a la edad, sexo e IMC. El tamaño de la muestra se calculó con el programa G-Power 3.1.9.7 con la finalidad de establecer diferencias de medias en variables cuantitativas. El análisis fue de dos colas, una probabilidad del error alfa de 0.05 un poder estadístico de 0.80 y un tamaño de efecto (diferencia estandarizada de medias) de 0.8 obteniéndose un tamaño de muestra final de 52 participantes, 26 de casos y 26 controles.

Para la recolección de datos, se realizó una entrevista y la aplicación de un cuestionario de criterios de selección para seleccionar a los participantes que cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión establecidos. La variable de desenlace, presencia o ausencia de DM2, se verificó mediante la entrevista y la revisión de los registros médicos de los participantes.

Para medir la variable de exposición de equilibrio estado-dinámico, se utilizó la prueba Timed and go y el acelerómetro G-Walk para evaluar el equilibrio dinámico durante la marcha. Para la medición de la fuerza muscular, se utilizó un dinamómetro de mano y para la medición de los parámetros de la marcha se utilizó un acelerómetro G-Walk.

Se aseguró que los instrumentos utilizados fueran válidos para su uso en adultos mayores y se siguieron los

protocolos de uso recomendados por los fabricantes. Los evaluadores fueron capacitados para utilizar los instrumentos de manera estandarizada y se realizarán pruebas piloto para verificar la calidad de los datos recolectados. La recolección de datos se llevó a cabo en un ambiente controlado y seguro para garantizar la seguridad de los participantes.

Los procedimientos a seguir fueron:

- Identificación de la población: se identificó una muestra de adultos mayores de 60 años o más, que cumplieron con los criterios de selección establecidos.
- Obtención del consentimiento informado: antes de proceder a la recolección de datos, se obtuvo el consentimiento informado de cada uno de los participantes.
- Evaluación del equilibrio estado-dinámico: se evaluó el equilibrio estado-dinámico de los participantes utilizando el test Timed and go, el cual consiste en que el participante se levanta de una silla, camina tres metros, se da vuelta y regresa a la silla, sentándose nuevamente. Este test se realizó en una sola ocasión y se tomó el tiempo que tarda el participante en realizar la tarea.
- Evaluación de la fuerza muscular: se midió la fuerza muscular de la mano utilizando un dinamómetro de mano, en una sola medición.
- Evaluación de los parámetros de la marcha: se midieron los parámetros de la marcha utilizando un acelerómetro G-Walk, en una sola medición.
- El análisis de datos para este estudio fue llevado a cabo utilizando el software estadístico Stata 17. El análisis de los datos se realizó de manera descriptiva, bivariada y multivariada para determinar las diferencias entre los valores del equilibrio estado- dinámico, fuerza muscular, parámetros de la marcha y capacidad del ejercicio entre los participantes con diabetes tipo 2 y los controles sanos.
- En primer lugar, se llevó a cabo un análisis descriptivo para calcular las medidas de tendencia central y dispersión de las variables. Se calculó la media, la desviación estándar, el mínimo y el máximo para cada variable, y se presentaron en forma de tablas y gráficos.
- Posteriormente, se realizó un análisis bivariado para comparar las diferencias entre las variables del equilibrio estado-dinámico, fuerza muscular, parámetros de la marcha entre los participantes con diabetes tipo 2 y los controles sanos. Se utilizaron pruebas estadísticas adecuadas según el tipo de variables para determinar las diferencias significativas, como la prueba t de Student, la prueba de Mann-Whitney y la prueba de chi-cuadrado.
- Finalmente, se llevó a cabo un análisis multivariado utilizando modelos de regresión logística para calcular los valores del Odds Ratio (OR) y determinar las relaciones entre las variables.
- El análisis de datos se realizó con un nivel de significancia del 5% y se presentaron los resultados de

manera clara y concisa en forma de tablas y gráficos.

RESULTADOS

Características basales entre adultos mayores con diabetes tipo 2 y controles sanos

Las características basales de los adultos mayores con diabetes tipo 2 y controles sanos se presentan en la Tabla 1. En total, se evaluaron 58 individuos, consistiendo en 29 casos y 29 controles. La edad promedio de los casos fue de 68.1 años (DE = 6.47) y de 67.9 años (DE = 6.7) para los controles, sin diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos ($p = 0.490$).

En cuanto a la distribución por sexo, en el grupo de casos, el 52% eran masculinos (15 individuos) y el 48% femeninos (14 individuos), mientras que, en el grupo de controles, el 48% eran masculinos (14 individuos) y el 52% femeninos (15 individuos). La diferencia en la proporción de sexos entre los grupos no fue estadísticamente significativa ($p = 0.999$).

El peso medio de los adultos mayores con diabetes tipo 2 fue de 66.6 kg (DE = 6.6), mientras que para los controles sanos fue de 66.1 kg (DE = 10.7). Esta diferencia no fue significativa ($p = 0.327$). La talla promedio en los casos fue de 161.8 cm (DE = 6.8) en comparación con 162.4 cm (DE = 3.9) en los controles, sin diferencias significativas entre los grupos ($p = 0.722$).

El índice de masa corporal (IMC) promedio en el grupo de casos fue de 24.5 kg/m² (DE = 1.24) y en el grupo de controles fue de 24.9 kg/m² (DE = 1.19). Aunque el grupo de controles tuvo un IMC ligeramente superior, la diferencia no alcanzó significación estadística ($p = 0.590$). ver Tabla 1.

Tabla 1.

Características Basales entre Adultos Mayores con Diabetes Tipo 2 y Controles Sanos

Características	Casos		Controles		Diferencia	p
	Media	DE	Media	DE		
Edad	68.1	6.47	67.9	6.7	0.20	0.490*
Sexo						
Masculino	15	52	14	48	NA	0,999**
Femenino	14	48	15	52		
Peso (Kg)	66.6	6.6	66.1	10.7	0.50	0.327*
Talla (cm)	161.8	6.8	162.4	3.9	-0.60	0.722*
IMC, kg/cm2	24.5	1.24	24.9	1.19	-0.40	0.59**

* U-Mann Whitney; ** Prueba Chi2

Los parámetros funcionales de adultos mayores con diabetes tipo 2 y controles sanos se detallan en la Tabla 2. Se observaron diferencias significativas en todos los parámetros evaluados entre ambos grupos.

El equilibrio estado-dinámico, evaluado a través del tiempo requerido para realizar la prueba, mostró un promedio significativamente más prolongado en el grupo de adultos mayores con diabetes tipo 2, con un tiempo medio de 13.8 segundos (DE = 0.82), en comparación con 9.44 segundos (DE = 0.36) en los controles sanos ($p < 0.001$).

En cuanto a la fuerza muscular, los adultos mayores con diabetes tipo 2 presentaron una fuerza promedio de 22.1 kg (DE = 1.96), significativamente menor que los controles sanos que registraron 28.7 kg (DE = 2.09) ($p < 0.001$).

La velocidad de la marcha también mostró diferencias notables entre los grupos. El grupo de casos registró una velocidad promedio de 8 segundos (DE = 0.62) en la prueba de 10 metros, mientras que los controles sanos tuvieron un tiempo medio de 10 segundos (DE = 0.62) ($p < 0.001$).

Además, el índice de asimetría de la marcha, que mide la diferencia en el movimiento entre los miembros izquierdo y derecho, fue mayor en los adultos mayores con diabetes tipo 2 con un promedio de 11.5% (DE = 1.07) en comparación con el 8.13% (DE = 1.16) observado en los controles sanos ($p < 0.001$), ver Tabla 2.

Tabla 2.

Comparación de parámetros funcionales entre adultos mayores con diabetes tipo 2 y controles sanos

Características	Casos		Controles		Diferencia	p*
	Media	DE	Media	DE		
Equilibrio estado-dinámico (s)	13.8	0.82	9.44	0.36	4.36	<0.001
Fuerza muscular (Kg)	22.1	1.96	28.7	2.09	-6.6	<0.001
Velocidad de la marcha, **	8	0.62	10	0.62	-2	<0.001
Índice de asimetría de la marcha (%)	11.5	1.07	8.13	1.16	3.37	<0.001

*U-Mann Whitney. ** Segundos en 10 metros

La Tabla 3 presenta los odds ratio crudos (ORc) para determinar la fuerza de asociación entre varios parámetros funcionales y la probabilidad de padecer diabetes tipo 2 en adultos mayores. Un tiempo de prueba prolongado en el equilibrio estático-dinámico (TUG) está significativamente asociado con la diabetes tipo 2, donde los individuos con mayor tiempo tienen 5.8 veces más probabilidades de tener la enfermedad que aquellos con tiempos más cortos (OR = 5.8; IC del 95%: 2.4-14.1; $p < 0.001$).

En relación con la fuerza muscular, se muestra que una menor fuerza está vinculada a un incremento de la probabilidad de padecer diabetes tipo 2. La comparación entre aquellos con menor y mayor fuerza muscular arroja un OR de 0.5, indicando que una mayor fuerza muscular podría estar relacionada con una menor probabilidad de padecer diabetes tipo 2 (OR = 0.5; IC del 95%: 0.3-0.66; $p < 0.001$).

Así mismo encontramos que la velocidad de la marcha y el índice de asimetría de esta, también muestran una asociación significativa con la diabetes tipo 2. Una menor velocidad de marcha se asocia con una probabilidad

reducida del 5% de no tener la enfermedad en comparación con los más rápidos (OR = 0.05; IC del 95%: 0.01-0.21; $p < 0.001$). Además, un mayor índice de asimetría de la marcha implica más de cuatro veces el riesgo de tener diabetes tipo 2 (OR = 4.03; IC del 95%: 2.23-7.3; $p < 0.001$ (Tabla 3).

Tabla 3.

OR de padecer Diabetes Tipo 2 según Parámetros Funcionales entre Adultos Mayores

Características	ORc	IC95%	p
Equilibrio estado-dinámico, seg	5.8	2.4 a 14.1	<0.001
Fuerza muscular, kg	0.5	0.3 a 0.66	<0.001
Velocidad de la marcha*	0.05	0.01 a 0.21	<0.001
Índice de asimetría de la marcha %	4.03	2.23 a 7.3	<0.001

*Segundos en 10 metros

DISCUSIÓN

Los resultados de nuestro estudio revelan diferencias significativas en varios parámetros funcionales entre adultos mayores con diabetes tipo 2 y controles sanos, lo cual está en consonancia con investigaciones previas. Se ha observado que la diabetes tipo 2 se asocia con deterioros en el equilibrio, la fuerza muscular, la velocidad de la marcha e índices de asimetría de la marcha.

En términos del equilibrio estático-dinámico, hemos encontrado que los adultos mayores con diabetes tipo 2 presentan un tiempo de prueba más prolongado en comparación con los controles sanos. Este hallazgo concuerda con la investigación de Donoghue et al. (2020), que sugiere que la diabetes tipo 2 puede estar vinculada a un deterioro del equilibrio, posiblemente debido a la neuropatía periférica y otras complicaciones relacionadas con la diabetes.

Respecto a la fuerza muscular, los resultados indican que los adultos mayores con diabetes tipo 2 tienen una fuerza muscular significativamente menor que los controles sanos. Estos resultados son respaldados por estudios como el de Andersen et al. (2004), que demuestran una asociación entre la diabetes tipo 2 y la reducción de la fuerza muscular, factores que podrían contribuir al desarrollo de discapacidad y sarcopenia en esta población.

En cuanto a la velocidad de la marcha, los adultos mayores con diabetes tipo 2 mostraron una velocidad significativamente más lenta que los controles sanos. Este hallazgo refuerza la idea de que la diabetes tipo 2 tiene un impacto negativo en la movilidad de los adultos mayores. Investigaciones anteriores han señalado que una menor velocidad de marcha puede ser un indicador predictor de la salud general y la función en este grupo de edad.

El índice de asimetría de la marcha también reveló diferencias significativas, siendo mayor en los adultos mayores con diabetes tipo 2 en comparación con los controles sanos. Este resultado sugiere un efecto adverso en la coordinación y simetría del movimiento, lo cual es respaldado por estudios como el de Montero-Odasso et al. (2012), que indican que las alteraciones en la marcha pueden aumentar el riesgo de caídas y otros eventos adversos en esta población.

Las limitaciones de nuestro estudio de casos y controles, un diseño de investigación que intrínsecamente no permite establecer relaciones causales, son fundamentales para interpretar nuestros hallazgos. A continuación, se presentan las limitaciones clave y la discusión sobre la posible extrapolación de nuestros resultados a una población más amplia.

Dada la naturaleza observacional del estudio de casos y controles, no podemos inferir causalidad directa entre la diabetes tipo 2 y los parámetros funcionales observados. Aunque emparejamos los grupos y no encontramos diferencias significativas en variables sociodemográficas, existe el riesgo de sesgo de selección. Esto se debe a la posibilidad de que los casos no sean completamente representativos de todos los individuos con diabetes tipo 2, ni los controles de la población general sin la enfermedad.

Aunque se controlaron ciertas variables sociodemográficas, otros factores como el estilo de vida, comorbilidades o medicaciones no fueron examinados en detalle, lo que podría introducir confusión en nuestros resultados.

Efecto Hawthorne y Generalización de resultados: La conciencia de estar siendo observados podría haber influido en el comportamiento de los participantes (efecto Hawthorne). Además, debido a la selección de la muestra, nuestros hallazgos podrían no ser generalizables a todas las poblaciones de adultos mayores con diabetes tipo 2.

En cuanto a la extrapolación de los datos a una población mayor, es importante proceder con cautela. Aunque nuestros resultados proporcionan aproximaciones valiosas sobre la relación entre la diabetes tipo 2 y la funcionalidad física en adultos mayores, la representatividad de nuestra muestra y la presencia de posibles sesgos limitan la generalización de los hallazgos. Futuras investigaciones con muestras más amplias y diversas y diseños de estudio que permitan controlar mejor los factores de confusión y los sesgos de selección e información podrían fortalecer la capacidad de extrapolar estos hallazgos a una población más general de adultos mayores con diabetes tipo 2.

CONCLUSIONES

El estudio comparó las características basales y funcionales de adultos mayores con y sin diabetes tipo 2, encontrando que, si bien no existen diferencias significativas en aspectos basales como edad, sexo, peso y talla, sí se observan diferencias notables en funciones como el equilibrio, la fuerza muscular y la velocidad de marcha. Estas diferencias indican que los adultos mayores con diabetes tipo 2 tienen un rendimiento funcional inferior comparado con los controles sanos.

Además, se estableció una relación significativa entre la disminución de capacidades funcionales y la presencia de diabetes tipo 2. Parámetros como un equilibrio más lento y menor fuerza muscular se asociaron con un mayor riesgo de tener la enfermedad, sugiriendo que estos podrían ser indicadores de riesgo en esta población.

Los hallazgos subrayan la importancia de monitorear y evaluar las capacidades funcionales en adultos mayores para la detección y manejo efectivo de la diabetes tipo 2. Estos resultados sugieren que mejorar las capacidades funcionales podría ser clave en el control de la enfermedad y en la mejora de la calidad de vida en esta población.

RECOMENDACIONES

Se recomienda la implementación de programas de evaluación y entrenamiento enfocados en mejorar las capacidades funcionales, como el equilibrio y la fuerza muscular, en adultos mayores, especialmente aquellos con diabetes tipo 2 o en riesgo de desarrollarla. Estos programas deberían incluir ejercicios específicos para mejorar el equilibrio y la fuerza, así como actividades para aumentar la velocidad y agilidad de la marcha. Además, es esencial una evaluación regular de estos parámetros funcionales en la atención médica de rutina de los adultos mayores, para detectar precozmente cualquier deterioro que pueda indicar un riesgo elevado de diabetes tipo 2. La colaboración entre profesionales de la salud, como médicos, fisioterapeutas y entrenadores especializados en geriatría, es crucial para desarrollar un enfoque integral que no solo aborde la prevención y manejo de la diabetes, sino también la mejora general de la calidad de vida en esta población.

CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran no presentar conflictos de interés.

REFERENCIAS

- Allender, S., Foster, C., Hutchinson, L., & Arambepola, C. (2008). Quantification of Urbanization in Relation to Chronic Diseases in Developing Countries: A Systematic Review. *Journal of Urban Health : Bulletin of the New York Academy of Medicine*, 85(6), 938. <https://doi.org/10.1007/S11524-008-9325-4>
- Andersen, H., Nielsen, S., Mogensen, C. E., & Jakobsen, J. (2004). Muscle Strength in Type 2 Diabetes. *Diabetes*, 53(6), 1543–1548. <https://doi.org/10.2337/DIABETES.53.6.1543>
- Awotidebe, T. O., Adedoyin, R. A., Yusuf, A. O., Mbada, C. E., Opiyo, R., & Maseko, F. C. (2014). Comparative functional exercise capacity of patients with type 2-diabetes and healthy controls: a case control study. *The Pan African medical journal*, 19, 257. <https://doi.org/10.11604/pamj.2014.19.257.4798>
- Awotidebe, T. O., Ativie, R. N., Oke, K. I., Akindele, M. O., Adedoyin, R. A., Olaogun, Browne W, & Nair BKR. (2019). The Timed Up and Go test. *Medical Journal of Australia*, 210(1), 13-14. doi: 10.5694/mja2.12045.
- Caron, N., Peyrot, N., Caderby, T., Verkindt, C., & Dalleau, G. (2018). Effect of type 2 diabetes on energy cost and preferred speed of walking. *European journal of applied physiology*, 118(11), 2331–2338. <https://doi.org/10.1007/S00421-018-3959-Z>
- de Silva, A. P., de Silva, S. H. P., Haniffa, R., Liyanage, I. K., Jayasinghe, S., Katulanda, P., Wijeratne, C. N., Wijeratne, S., & Rajapaksa, L. C. (2018). Inequalities in the prevalence of diabetes mellitus and its risk factors in Sri Lanka: a lower middle income country. *International Journal for Equity in Health*, 17(1). <https://doi.org/10.1186/S12939-018-0759-3>
- Donoghue, O. A., Leahy, S., & Kenny, R. A. (2021). Longitudinal Associations Between Gait, Falls, and

- Disability in Community-Dwelling Older Adults With Type II Diabetes Mellitus: Findings From The Irish Longitudinal Study on Ageing(TILDA). *The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences*, 76(5), 906–913. <https://doi.org/10.1093/GERONA/GLAA263>
- Gulsin, G. S., Henson, J., Brady, E. M., Sargeant, J. A., Wilmot, E. G., Athithan, L., Hazari, A., Maiya, A. G., & Shivashankara, K. N. (2019). Foot Kinetic and Kinematic Profile in Type 2 Diabetes Mellitus with Peripheral Neuropathy A Hospital-Based Study from South India. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 109(1), 36–49. <https://doi.org/10.7547/17-059>
- Hewston, P., & Deshpande, N. (2016). Falls and Balance Impairments in Older Adults with Type 2 Diabetes: Thinking Beyond Diabetic Peripheral Neuropathy. *Canadian journal of diabetes*, 40 (1), 6-9. doi: 10.1016/j.jcjd.2015.08.005.
- Hewston, P., & Deshpande, N. (2018a). Head and Trunk Control While Walking in Older Adults with Diabetes: Effects of Balance Confidence. *Journal of motor behavior*, 50(1), 65–72. <https://doi.org/10.1080/00222895.2017.1283291>
- Hewston, P., & Deshpande, N. (2018b). Fear of Falling and Balance Confidence in Older Adults With Type 2 Diabetes Mellitus: A Scoping Review. *Canadian journal of diabetes*, 42(6), 664–670. <https://doi.org/10.1016/J.JCJD.2018.02.009>
- Hollman JH, McDade EM, Petersen RC. Normative spatiotemporal gait parameters in older adults. *Gait Posture*. 2011 May;34(1):111-8. doi: 10.1016/j.gaitpost.2011.03.024. Epub 2011 Apr 29. PMID: 21531139; PMCID: PMC3104090.
- Htike, Z. Z., Marsh, A. M., Biglands, J. D., Kellman, P., Khunti, K., Webb, D., Davies, M. J., Yates, T., & McCann, G. P. (2020). Cardiovascular Determinants of Aerobic Exercise Capacity in Adults With Type 2 Diabetes. *Diabetes care*, 43(9), 2248–2256. <https://doi.org/10.2337/DC20-0706>
- Jaacks, L. M., Vandevijvere, S., Pan, A., McGowan, C. J., Wallace, C., Imamura, F., Mozaffarian, D., Swinburn, B., & Ezzati, M. (2019). The Obesity Transition: Stages of the global epidemic. *The lancet. Diabetes & endocrinology*, 7(3), 231. [https://doi.org/10.1016/S2213-8587\(19\)30026-9](https://doi.org/10.1016/S2213-8587(19)30026-9)
- Jones, S., Tillin, T., Williams, S., Eastwood, S. v., Hughes, A. D., & Chaturvedi, N. (2020). Type 2 diabetes does not account for ethnic differences in exercise capacity or skeletal muscle function in older adults. *Diabetologia*, 63(3), 624–635. <https://doi.org/10.1007/S00125-019-05055-W>
- Kenny, G. P., Stapleton, J. M., Yardley, J. E., Boulay, P., & Sigal, R. J. (2013). Older adults with type 2 diabetes store more heat during exercise. *Medicine and science in sports and exercise*, 45(10), 1906–1914. <https://doi.org/10.1249/MSS.0B013E3182940836>
- Khan, M. A. B., Hashim, M. J., King, J. K., Govender, R. D., Mustafa, H., & Kaabi, J. al. (2020). Epidemiology of Type 2 Diabetes – Global Burden of Disease and Forecasted Trends. *Journal of Epidemiology and Global Health*, 10(1), 107. <https://doi.org/10.2991/JEGH.K.191028.001>
- Ko, S. uk, Stenholm, S., Chia, C. W., Simonsick, E. M., & Ferrucci, L. (2011). Gait pattern alterations in older adults associated with type 2 diabetes in the absence of peripheral neuropathy--results from the Baltimore Longitudinal Study of Aging. *Gait & posture*, 34(4), 548–552. <https://doi.org/10.1016/J.GAITPOST.2011.07.014>
- Koo, B. K., Moon, S., & Moon, M. K. (2021). Muscle strength, an independent determinant of glycemic control in older adults with long-standing type 2 diabetes: a prospective cohort study. *BMC geriatrics*, 21(1). <https://doi.org/10.1186/S12877-021-02629-5>
- Krai Wong, R., Vongsirinavarat, M., Hiengkaew, V., & Wågert, P. von H. (2019). Effect of Sensory Impairment on Balance Performance and Lower Limb Muscle Strength in Older Adults With Type 2 Diabetes. *Annals of rehabilitation medicine*, 43(4), 497–508. <https://doi.org/10.5535/ARM.2019.43.4.497>
- Lin L, Sun W, Lu C, Chen W, Guo VY (2022). Adverse childhood experiences and handgrip strength among middle-aged and older adults: a cross-sectional study in China. *BMC Geriatrics*, 22(1), 118. doi: 10.1186/s12877-022-02796-z.
- M. O. B., Olubayode, T. E., & Kolawole, B. A. (2016). Relationships among exercise capacity, dynamic balance and gait characteristics of Nigerian patients with type-2 diabetes: an indication for fall prevention. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 12(6), 581. <https://doi.org/10.12965/JER.1632706.353>
- Mickute M, Henson J, Rowlands AV, Sargeant JA, Webb D, Hall AP, Edwardson CL, Baldry EL, Brady EM, Khunti K, Davies MJ & Yates, T. (2021). Device-measured physical activity and its association with physical function in adults with type 2 diabetes mellitus. *Diabetic Medicine*, 38(6) e14393. doi: 10.1111/dme.14393. Epub 2020 Sep 25. PMID: 32844472.

- Morrison, S., Colberg, S. R., Parson, H. K., & Vinik, A. I. (2012). Relation between risk of falling and postural sway complexity in diabetes. *Gait and Posture*, 35(4), 662– 668. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2011.12.021>
- Muramatsu, K. (2020). Diabetes Mellitus-Related Dysfunction of the Motor System. Parameters of Older Women With Type 2 Diabetes. *Canadian journal of diabetes*, 43(2), 121–127. <https://doi.org/10.1016/J.JCJD.2018.06.008>
- Petersmann A, Müller-Wieland D, Müller UA, Landgraf R, Nauck M, Freckmann G, Heinemann L, Schleicher E. (2019). Definition, Classification and Diagnosis of Diabetes Mellitus. *Exp Clin Endocrinol Diabetes*, 127(S 01), S1-S7. doi: 10.1055/a-1018-9078.
- Pizzigalli L, Micheletti Cremasco M, Mulasso A, Rainoldi A (2016). The contribution of postural balance analysis in older adult fallers: A narrative review. *J Bodyw Mov Ther.*, 20(2), 409-17. doi: 10.1016/j.jbmt.2015.12.008.
- Popkin, B. M., & Gordon-Larsen, P. (2004). The nutrition transition: worldwide obesity dynamics and their determinants. *International journal of obesity and related metabolic disorders*, 28 Suppl 3, S2–S9. <https://doi.org/10.1038/SJ.IJO.0802804>
- Rijk JM, Roos PR, Deckx L, van den Akker M, Buntinx, F. (2016). Prognostic value of handgrip strength in people aged 60 years and older: A systematic review and meta-analysis. *Geriatrics and Gerontology International*, 16(1), 5-20. doi: 10.1111/ggi.12508. Epub 2015 May 28. PMID: 26016893.
- Roman De Mettelinge, T., Delbaere, K., Calders, P., Gysel, T., van den Noortgate, N., & Cambier, D. (2013). The impact of peripheral neuropathy and cognitive decrements on gait in older adults with type 2 diabetes mellitus. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 94(6), 1074–1079. <https://doi.org/10.1016/J.APMR.2013.01.018>
- Ruiz-Alejos, A., Carrillo-Larco, R. M., Miranda, J. J., Anderson, C. A., Gilman, R.H., Smeeth, L., & Bernabé-Ortiz, A. (2018). Addressing the impact of urban exposure on the incidence of type 2 diabetes mellitus: The PERU MIGRANT Study. *Scientific Reports*, 8(1). <https://doi.org/10.1038/S41598-018-23812-6>
- Seclen, S. N., Rosas, M. E., Arias, A. J., & Medina, C. A. (2017). Elevated incidencerates of diabetes in Peru: report from PERUDIAB, a national urban population- based longitudinal study. *BMJ Open Diabetes Research & Care*, 5(1). <https://doi.org/10.1136/BMJDRC-2017-000401>
- Tiainen, K., Raitanen, J., Strandberg, T., Koskinen, S., Stenholm, S. (2022). Type 2 Diabetes as a Predictor of Muscle Strength Decline over 11 years among Men and Women Aged 55 Years and Older. *Gerontology*, 68(6), 635-643. doi: 10.1159/000518268.
- Vinik, A. I., Camacho, P., Reddy, S., Valencia, W. M., Trence, D., Matsumoto, A. M., & Morley, J. E. (2017). Aging, diabetes, and falls. *Endocrine Practice*, 23(9), 1120–1142. <https://doi.org/10.4158/EP171794.RA>
- Vinik, A. I., Vinik, E. J., Colberg, S. R., & Morrison, S. (2015). Falls risk in older adults with type 2 diabetes. *Clinics in geriatric medicine*, 31(1), 89–99. <https://doi.org/10.1016/J.CGER.2014.09.002>
- Yang, Y., Hu, X., Zhang, Q., & Zou, R. (2016). Diabetes mellitus and risk of falls in older adults: A systematic review and meta-analysis. *Age and Ageing*, 45(6), 761–767. <https://doi.org/10.1093/AGEING/AFW140>
- Yümin, E. T., Şimşek, T. T., & Bakar, Y. (2021). Plantar sensation and balance in patients with type 2 diabetes mellitus with and without peripheral neuropathy. *Acta Clínica Croatica*, 60(2), 191–200. <https://doi.org/10.20471/acc.2021.60.02.04>