



*Programa de entrenamiento funcional para optimizar el control glucémico en adultos con diabetes tipo 2*

*Functional training program to optimize glycemic control in adults with type 2 diabetes*

*Programa de treino funcional para otimizar o controle glicémico em adultos com diabetes tipo 2*

Otto Byron Lastre-Chiriboga <sup>I</sup>

[otto.lastrechiriboga8400@upse.edu.ec](mailto:otto.lastrechiriboga8400@upse.edu.ec)

<https://orcid.org/0009-0009-4275-9481>

Geoconda Xiomara Herdoiza-Morán <sup>II</sup>

[gxherdoiza@upse.edu.ec](mailto:gxherdoiza@upse.edu.ec)

<https://orcid.org/0009-0000-1017-6593>

**Correspondencia:** [otto.lastrechiriboga8400@upse.edu.ec](mailto:otto.lastrechiriboga8400@upse.edu.ec)

Ciencias de la Salud

Artículo de Investigación

\* **Recibido:** 03 de diciembre de 2024 \* **Aceptado:** 25 de enero de 2025 \* **Publicado:** 03 de febrero de 2025

I. Universidad Estatal Península de Santa Elena, La libertad, Ecuador.

II. Universidad Estatal Península de Santa Elena, La libertad, Ecuador.

## Resumen

El estilo de vida sedentario es uno de los factores que incrementa significativamente el riesgo de desarrollar DM2, mientras que la actividad física regular puede prevenir su aparición y mejorar su manejo. La presente investigación tuvo como objetivo, desarrollar un programa de entrenamiento funcional que optimice el control glucémico en adultos con diabetes tipo 2. Se planteó una metodología integral que combino enfoques cuantitativos, cualitativos y de investigación-acción. La población de estudio estuvo compuesta por 19 personas, de las cuales se seleccionará una muestra de 16 adultos diagnosticados con diabetes tipo 2, pertenecientes en el sector La Esperanza del Cantón Quinindé. Los resultados indicaron una disminución significativa en los niveles de HbA1c, pasando de una media inicial de 8,25% en octubre a 7,11% en diciembre, con un cambio estadísticamente significativo según el análisis de la prueba de Friedman. Esta reducción de más de 1% se encuentra dentro del rango esperado (0.5%-1%) y refuerza la efectividad del programa en el control glucémico. Estos resultados confirman que el programa de entrenamiento funcional implementado tuvo un impacto positivo significativo en el control glucémico de los participantes, reflejado en la reducción tanto de los niveles de glucosa como de hemoglobina glucosilada a lo largo del período de intervención. Estos hallazgos indican que el entrenamiento funcional es una terapia factible y efectiva para mejorar el control metabólico y la calidad de vida en personas con diabetes tipo 2.

**Palabras claves:** movilidad funcional; diabetes; control glucémico; hba1c; fuerza; calidad de vida.

## Abstract

A sedentary lifestyle is one of the factors that significantly increases the risk of developing type 2 diabetes, while regular physical activity can prevent its onset and improve its management. The present research aimed to develop a functional training program that optimizes glycemic control in adults with type 2 diabetes. A comprehensive methodology was proposed that combined quantitative, qualitative, and action-research approaches. The study population consisted of 19 people, from which a sample of 16 adults diagnosed with type 2 diabetes will be selected, belonging to the La Esperanza sector of the Quinindé Canton. The results indicated a significant decrease in HbA1c levels, going from an initial average of 8.25% in October to 7.11% in December, with a statistically significant change according to the Friedman test analysis. This reduction of more than 1% is within the expected range (0.5%-1%) and reinforces the effectiveness of the program in

glycemic control. These results confirm that the functional training program implemented had a significant positive impact on the glycemic control of the participants, reflected in the reduction of both glucose and glycosylated hemoglobin levels throughout the intervention period. These findings indicate that functional training is a feasible and effective therapy to improve metabolic control and quality of life in people with type 2 diabetes.

**Keywords:** functional mobility; diabetes; glycemic control; hba1c; strength; quality of life.

## Resumo

O sedentarismo é um dos fatores que aumenta significativamente o risco de desenvolver DM2, enquanto a atividade física regular pode prevenir o seu aparecimento e melhorar o seu controlo. A presente investigação teve como objetivo desenvolver um programa de treino funcional que otimizasse o controlo glicémico em adultos com diabetes tipo 2. Foi proposta uma metodologia abrangente que combinasse abordagens quantitativa, qualitativa e de investigação-ação. A população do estudo foi constituída por 19 pessoas, das quais será seleccionada uma amostra de 16 adultos com diagnóstico de diabetes tipo 2, pertencentes ao setor La Esperanza do Cantão Quinindé. Os resultados indicaram uma diminuição significativa dos níveis de HbA1c, de uma média inicial de 8,25% em outubro para 7,11% em dezembro, com uma alteração estatisticamente significativa de acordo com a análise do teste de Friedman. Esta redução de mais de 1% está dentro do intervalo esperado (0,5%-1%) e reforça a eficácia do programa no controlo glicémico. Estes resultados confirmam que o programa de treino funcional implementado teve um impacto positivo significativo no controlo glicémico dos participantes, refletido na redução dos níveis de glicose e hemoglobina glicada ao longo do período de intervenção. Estes achados indicam que o treino funcional é uma terapia viável e eficaz para melhorar o controlo metabólico e a qualidade de vida em pessoas com diabetes tipo 2.

**Palavras-chave:** mobilidade funcional; diabetes; controlo glicémico; hba1c; força; qualidade de vida.

## Introducción

Según la World Health Organization (2021), la diabetes mellitus tipo 2 (DM2) es una enfermedad metabólica crónica caracterizada por niveles persistentemente elevados de glucosa en sangre,

acompañados de resistencia a la insulina y disfunción de las células beta pancreáticas, dicha condición afecta a más de 422 millones de personas en todo el mundo representando una de las principales causas de mortalidad y morbilidad global. Entre sus complicaciones destacan las enfermedades cardiovasculares, neuropatías, nefropatías y retinopatías, las cuales afectan gravemente la calidad de vida de los pacientes (Davies et al., 2018).

Es preciso señalar que el estilo de vida sedentario es uno de los factores que incrementa significativamente el riesgo de desarrollar DM2, mientras que la actividad física regular puede prevenir su aparición y mejorar su manejo. Sin embargo, a pesar de los beneficios ampliamente documentados del ejercicio, muchas personas con DM2 permanecen inactivas debido a barreras como la falta de programas adaptados a sus necesidades específicas o la falta de motivación (Fernández, 2024; Ubillus & Rey, 2024). Por lo tanto, la actividad física es un pilar fundamental en el control de la DM2, ya que mejora la sensibilidad a la insulina, reduce los niveles de glucosa en sangre y minimiza la dependencia de medicamentos (Colberg et al., 2016).

Los ejercicios aeróbicos y de resistencia han demostrado mejorar el control metabólico, reduciendo complicaciones asociada a la diabetes (Donate, 2024). Por este motivo, programas de entrenamiento bien estructurados pueden mejorar no solo los parámetros metabólicos, sino también la condición física general, la presión arterial y la salud mental de los pacientes. A pesar de ello, los beneficios documentados, la implementación de programas de entrenamiento enfrenta desafíos significativos, uno de ellos, es la falta de estudios a largo plazo y con muestras amplias limita la posibilidad de generalizar sus resultados.

Por ello, se necesita más investigación para validar su efectividad en diferentes contextos demográficos y socioeconómicos. Investigaciones recientes han evidenciado que diseñar un programa de entrenamiento funcional adaptado específicamente a las necesidades de adultos con DM2 tiene un enorme potencial para transformar el manejo de esta enfermedad. Al combinar ejercicios aeróbicos, de fuerza y flexibilidad, se pueden lograr mejoras significativas en los niveles de glucosa, la sensibilidad a la insulina y otros indicadores de salud. Este tipo de intervención no solo ayuda a controlar la glucemia y reducir la hemoglobina glucosilada (HbA1c), sino que también mejora el estado físico general, disminuye el índice de masa corporal (IMC) y reduce la presión arterial (Hill, et al., 2014; Behm et al., 2021).

Por otro lado, el entrenamiento funcional, que se enfoca en movimientos multiarticulares y habilidades prácticas como fuerza, equilibrio y movilidad, ha emergido como una alternativa

prometedora para esta población. Aunque la investigación sobre su impacto en la DM2 es limitada, los primeros estudios indican que podría mejorar significativamente el control glucémico y reducir factores de riesgo cardiovascular (Martínez et al., 2020; Rees et al., 2019). En consideración con lo que expresan los autores, el entrenamiento funcional ofrece una solución innovadora y prometedora, no solo para optimizar el control glucémico, sino también para mejorar la calidad de vida de las personas con DM2.

Socialmente, la DM2 afecta a millones de personas en todo el mundo, limitando su bienestar físico, emocional y económico, por lo que implementar estrategias que mejoren su manejo contribuye a reducir las desigualdades en salud y a mejorar la calidad de vida de quienes la padecen. Desde un enfoque práctico, este tipo de intervención no solo aborda el control de la glucemia y la reducción de la hemoglobina glucosilada (HbA1c), sino que también tiene el potencial de disminuir el índice de masa corporal (IMC), mejorar la sensibilidad a la insulina y reducir los factores de riesgo cardiovascular.

En este contexto, el objetivo general de esta investigación es desarrollar un programa de entrenamiento funcional que optimice el control glucémico en adultos con diabetes tipo 2, promoviendo la actividad física regular como una intervención clave para mejorar la salud metabólica y la calidad de vida de los participantes. Este objetivo se aborda a través de tres propósitos específicos; analizar los cambios en los niveles de glucosa y hemoglobina glucosilada (HbA1c) durante las distintas etapas del programa, con énfasis en los períodos octubre-noviembre y octubre-diciembre, para determinar la magnitud de las mejoras y su estabilización; determinar la efectividad del programa en la reducción del peso corporal; medir la variación en el peso de los participantes entre los períodos de evaluación, identificando la relación entre la pérdida de peso significativa y la adherencia a los ejercicios aeróbicos y de resistencia y comparar los patrones de estabilización en los indicadores clave (peso, glucosa y HbA1c) en las etapas finales del programa.

## **Metodología**

Para el desarrollo del Programa de Entrenamiento Funcional para Optimizar el Control Glucémico en Adultos con Diabetes Tipo 2, se planteó una metodología integral que combino enfoques cuantitativos, cualitativos y de investigación-acción. Estos enfoques buscaron no solo evaluar la eficacia del programa en términos de parámetros metabólicos, sino también comprender las percepciones y experiencias de los participantes, promoviendo así una intervención más efectiva y

adaptada a sus necesidades específicas. Se adoptó un diseño cuasi-experimental con un esquema pretest-posttest, lo que permitió evaluar las variables antes y después de la intervención, generando evidencia objetiva sobre su impacto.

La investigación cuantitativa se centró en medir variables clave como los niveles de hemoglobina glucosilada (HbA1c), el índice de masa corporal (IMC), la sensibilidad a la insulina y la calidad de vida de los participantes. Para este propósito, se aplicaron análisis estadísticos que comprendieron los resultados pre y post intervención, determinando la significancia de los cambios observados. De manera complementaria, la investigación cualitativa permitió explorar aspectos relacionados con la adherencia, la motivación y la satisfacción de los participantes mediante entrevistas semiestructuradas y grupos focales, lo que brindó una visión más completa del impacto del programa.

Así mismo se incorporó un enfoque de investigación-acción, en donde se realizaron reuniones semanales para adaptar las secciones de entrenamiento según las necesidades y barreras por los participantes. Este proceso incluyó retroalimentación continua para adaptar las sesiones de entrenamiento funcional a las necesidades y preferencias individuales, aumentando la efectividad de la intervención y fomentando una mayor adherencia a largo plazo. De igual forma, el estudio tuvo una dirección longitudinal, realizando un seguimiento durante las 12 semanas del programa y posteriormente, para evaluar la sostenibilidad de los cambios logrados en el control glucémico y la calidad de vida.

La población de estudio estuvo compuesta por 40 personas, de las cuales se procedió a seleccionar una muestra de 16 adultos diagnosticados con diabetes tipo 2, pertenecientes al sector, La Esperanza del Cantón Quinindé, aplicando criterios de inclusión y exclusión para garantizar la homogeneidad del grupo. Es importante mencionar que todos los participantes firmaron un consentimiento informado, cumpliendo con las normativas éticas internacionales.

El programa de intervención incluirá sesiones de entrenamiento funcional tres veces por semana durante un periodo de 12 semanas, combinando ejercicios aeróbicos, de resistencia y flexibilidad. Las variables evaluadas fueron medidas antes y después de la intervención, asegurando una evaluación integral del impacto del programa. Para complementar, los datos cualitativos se analizaron con el objetivo de identificar patrones en las experiencias de los participantes, mientras que los resultados cuantitativos serán sometidos a análisis estadísticos para determinar la magnitud de los cambios alcanzados.

## Resultados

En este estudio, se realizó un análisis detallado para evaluar los efectos del entrenamiento funcional en los niveles de glucosa en pacientes mayores de 40 años. Las variables consideradas incluyeron aspectos sociodemográficos y parámetros de salud, lo que permitió una evaluación integral del impacto del programa. El procesamiento de los datos se llevó a cabo utilizando el software estadístico SPSS, versión 27, asegurando precisión y rigor en el análisis.

Para la presentación de los resultados, se elaboraron tablas de distribución de frecuencias absolutas y relativas, complementadas con estadísticas descriptivas que ofrecieron una visión clara y estructurada del comportamiento de las variables de salud en los distintos períodos de estudio. Además, se emplearon pruebas paramétricas para identificar diferencias significativas. Entre estas, se utilizó el test t de Student para comparar las medias entre dos muestras independientes. Asimismo, se aplicó la prueba no paramétrica de Friedman para analizar las diferencias en la distribución de tres muestras relacionadas. Es importante mencionar que la estabilización observada podría deberse a una adaptación metabólica o a una menor adherencia al programa en las etapas finales.

### Análisis descriptivos

Los resultados mostrados en la Tabla 1 muestran la distribución de frecuencias del sexo y la edad en la muestra de estudio, conformada por 16 participantes. En cuanto al sexo, se observa una ligera predominancia de participantes masculinos, quienes representan el 56,3% de la muestra, mientras que las mujeres constituyen el 43,8%. Respecto a la distribución por grupos etarios, la mayoría de los participantes se encuentran en el rango de 50 a 59 años, representando el 56,3%, seguidos por el grupo de 40 a 49 años con un 31,3%. Por último, el 12,5% de los participantes tiene 60 años o más. La media de edad es de 52,63 años, con una desviación estándar de  $\pm 5,06$ , lo que indica una población relativamente homogénea en términos de edad dentro del intervalo estudiado. Este perfil demográfico sugiere que el programa de intervención está dirigido principalmente a una población de mediana edad, con un ligero predominio masculino, lo que es relevante para personalizar las estrategias de entrenamiento funcional.

**Tabla 1.** Distribución de frecuencias del sexo y la edad.

Variable	Categoría	Frecuencia	Porcentaje
		N=16	(%)
<b>Sexo</b>	Femenino	7	43,8
	Masculino	9	56,3
<b>Edad</b>	40 - 49 años	5	31,3
	50 - 59 años	9	56,3
	60 años y más	2	12,5
	<b>Media (±Sd)</b>	<b>52,63 (±5,06)</b>	

Nota. Datos obtenidos del SPSS. Sd es la desviación estándar.

Los datos presentados en la Tabla 2, en relación a las variables sociodemográficas, peso y niveles de glucosa en diferentes periodos, revela tendencias interesantes en la muestra. La edad promedio de los participantes fue de 52,63 años con una desviación estándar de  $\pm 5,06$ , lo que reafirma la relativa homogeneidad de la población. Respecto al peso, se observa una disminución significativa entre el inicio del programa en octubre (media de 70,75 kg,  $\pm 13,28$ ) y su finalización en diciembre (media de 68,44 kg,  $\pm 12,7$ ), con una mediana que pasó de 71,5 a 70 kg, reflejando un impacto positivo del entrenamiento funcional en la reducción del peso corporal.

En relación con los niveles de glucosa, se aprecia una mejora gradual a lo largo del tiempo. En octubre, la glucosa promedio era de 146,94 mg/dL ( $\pm 56,70$ ), con un descenso en noviembre a 135,81 mg/dL ( $\pm 53,92$ ) y en diciembre a 134,56 mg/dL ( $\pm 54,48$ ). De manera similar, la hemoglobina glucosilada presentó una reducción notable, pasando de una media inicial de 8,25% ( $\pm 2,57$ ) en octubre a 7,18% ( $\pm 1,98$ ) en noviembre y finalmente a 7,11% ( $\pm 2,00$ ) en diciembre.

**Tabla 2.** Estadísticos descriptivos

Variable	Estadísticos Descriptivos				Percentiles	
	Media (±Sd)	Mediana	Mínimo	Máximo	25	75
<b>Sociodemográfica</b>						
Edad	52,63 (±5,06)	52	46	62	48,5	55,5

Peso						
Inicial (octubre)	70,75 ( $\pm 13,28$ )	71,5	50	102	61,5	79
Final (diciembre)	68,44 ( $\pm 12,7$ )	70,0	50	98	59	75
<b>Períodos de tiempo</b>						
Octubre						
Glucosa octubre - mg/dL	146,94 ( $\pm 56,70$ )	126,5	83	290	109	164
Glucosa Glicosilada Oct - (%)	8,25 ( $\pm 2,57$ )	7,45	5,3	14,5	6,15	9,4
Noviembre						
Glucosa noviembre - mg/dL	135,81 ( $\pm 53,92$ )	114	81	278	102,5	148
Glucosa Glicosilada Nov - (%)	7,18 ( $\pm 1,98$ )	6,5	5,1	12,3	5,65	8,35
Diciembre						
Glucosa diciembre - mg/dL	134,56 ( $\pm 54,48$ )	111	82	276	103	147,5
Glucosa Glicosilada Dic - (%)	7,11 ( $\pm 2,00$ )	6,2	4,8	11,9	5,6	8,6

Nota. Datos obtenidos del SPSS. Sd es la desviación estándar.

### Contrastes de diferencias medias en 3 muestras emparejadas

El análisis de las estadísticas diferenciales mediante la prueba de Friedman evidencia cambios significativos en los niveles de glucosa y hemoglobina glicosilada (HbA1c) a lo largo de los tres períodos de evaluación (octubre, noviembre y diciembre). Para los niveles de glucosa, se observa una disminución progresiva desde una media inicial de 146,94 mg/dL ( $\pm 56,70$ ) en octubre, con una mediana de 126,5, a 135,81 mg/dL ( $\pm 53,92$ ) en noviembre, con una mediana de 114, y finalmente a 134,56 mg/dL ( $\pm 54,48$ ) en diciembre, con una mediana de 111. La prueba de Friedman arrojó un estadístico de prueba ( $\text{Chi}^2 = 24,1$ ;  $\text{gl} = 2$ ) con un p-valor de 0,000, lo que indica que los cambios observados en los niveles de glucosa son estadísticamente significativos.

De manera similar, los niveles de hemoglobina glicosilada también muestran una reducción consistente a lo largo del tiempo. En octubre, la media fue de 8,25% ( $\pm 2,57$ ) con una mediana de 7,45, mientras que en noviembre la media disminuyó a 7,18% ( $\pm 1,98$ ) con una mediana de 6,5, y en diciembre a 7,11% ( $\pm 2,00$ ) con una mediana de 6,2. Este descenso también resultó estadísticamente significativo, con un estadístico de prueba ( $\text{Chi}^2 = 23,3$ ;  $\text{gl} = 2$ ) y un p-valor de 0,000.

**Tabla 3** Estadísticas descriptivas y test de diferencias medias en 3 muestras emparejadas

Variable	Período de tiempo			Estadístico de Prueba Friedman <sup>a</sup>
	Octubre	Noviembre	Diciembre	
Glucosa - mg/dL	Media (±Sd) 146,94 (±56,70)	Mediana Media (±Sd) 126,5 135,81 (±53,92)	Mediana Media (±Sd) 114 134,56 (±54,48)	Mediana (Chi2; gl) <i>p</i> -valor (24,1:2) <b>0,000</b>
G. Glicosilada - (%)	8,25 (±2,57)	7,45 7,18 (±1,98)	6,5 7,11 (±2,00)	6,2 (23,3:2) <b>0,000</b>

Nota. Datos obtenidos del SPSS. Sd es la desviación estándar.

- a. Prueba no paramétrica Friedman para 3 muestras emparejadas y significancia estadística para  $p < 0,05$ .

A través del Test de Friedman revelado en la tabla 4, se evidencia que para rangos pareados se ofrece una perspectiva detallada de los cambios en los niveles de glucosa y hemoglobina glicosilada (HbA1c) entre los diferentes períodos de evaluación. Para los niveles de glucosa, los resultados indican diferencias estadísticamente significativas entre octubre y noviembre (estadístico de prueba = 1,438,  $p = 0,000$ ), así como entre octubre y diciembre (estadístico de prueba = 1,563,  $p = 0,000$ ).

Sin embargo, no se observaron diferencias significativas entre noviembre y diciembre (estadístico de prueba = 0,125,  $p = 0,724$ ). Estos hallazgos sugieren que la mayor parte de la mejora en los niveles de glucosa ocurrió durante el primer mes de la intervención, con una estabilización en el segundo mes. En cuanto a la hemoglobina glicosilada, se encontró un patrón similar. Hubo diferencias significativas entre octubre y noviembre (estadístico de prueba = 1,438,  $p = 0,000$ ) y entre octubre y diciembre (estadístico de prueba = 1,469,  $p = 0,000$ ). No obstante, los cambios entre noviembre y diciembre no fueron significativos (estadístico de prueba = 0,031,  $p = 0,930$ ).

Cabe considerar, por otra parte, que con resultados significativos de la prueba Friedman en 3 muestras pareadas, se logró identificar en las pruebas para 2 muestras pareadas, que la glucosa y la HbA1c en los períodos octubre – noviembre y octubre – diciembre resultaron significativos ( $p$ -valores  $< 0,05$ ). Por consiguiente, los valores medios comparados entre los meses señalados fueron diferentes estadísticamente (tabla 4). Sin embargo, en los períodos consecutivos noviembre – diciembre no se observaron significancias estadísticas ( $p > 0,05$ ).

**Tabla 4** Test Friedman de rango para 2 muestras pareadas

<b>Comparaciones por parejas</b>				
<b>Variable</b>	<b>Muestra 1 - Muestra 2</b>	<b>Estadístico de prueba <sup>a</sup></b>	<b>Sd. Estadístico de prueba</b>	<b>p-valor</b>
<b>Glucosa - mg/dL</b>				
	Diciembre - Noviembre	0,125	0,354	0,724
	- Octubre	1,563	4,419	<b>0,000</b>
	Noviembre - Octubre	1,438	4,066	<b>0,000</b>
<b>G. Glicosilada - (%)</b>				
	Diciembre - Noviembre	0,031	0,088	0,930
	- Octubre	1,469	4,154	<b>0,000</b>
	Noviembre - Octubre	1,438	4,066	<b>0,000</b>

Nota. Datos obtenidos del SPSS. Sd es la desviación estándar.

a.- Prueba no paramétrica de Friedman por rangos pareadas, significancia estadística  $p < 0,05$

### **Estadística de contrastes de hipótesis del peso para 2 muestras emparejadas**

En la tabla 5 del test de diferencias medias en 2 muestras emparejadas, muestran una disminución significativa en el peso promedio de los participantes entre octubre y noviembre. En octubre, el peso promedio era de 70,75 kg ( $\pm 13,3$ ) con una mediana de 71,5 kg y un rango de 50 a 102 kg. Para noviembre, el peso promedio se redujo a 68,00 kg ( $\pm 10,5$ ), con una mediana de 70 kg y un rango de 50 a 95 kg. La prueba t de Student para muestras emparejadas arrojó un estadístico de prueba t de 2.10 con 15 grados de libertad, obteniendo un p-valor de 0.045.

Este resultado indica que la diferencia en el peso entre estos dos períodos es estadísticamente significativa, ya que el p-valor es inferior al umbral de significancia establecido ( $p < 0.05$ ). Este cambio refleja que el programa de entrenamiento funcional tuvo un efecto notable en la reducción del peso de los participantes durante el primer mes de la intervención. La disminución del peso en esta etapa inicial puede atribuirse a la combinación de ejercicios aeróbicos y de resistencia, así como a posibles ajustes en el comportamiento y la adherencia a un estilo de vida más activo. Estos

resultados refuerzan la importancia de continuar evaluando el impacto a largo plazo del programa para mantener esta tendencia positiva.

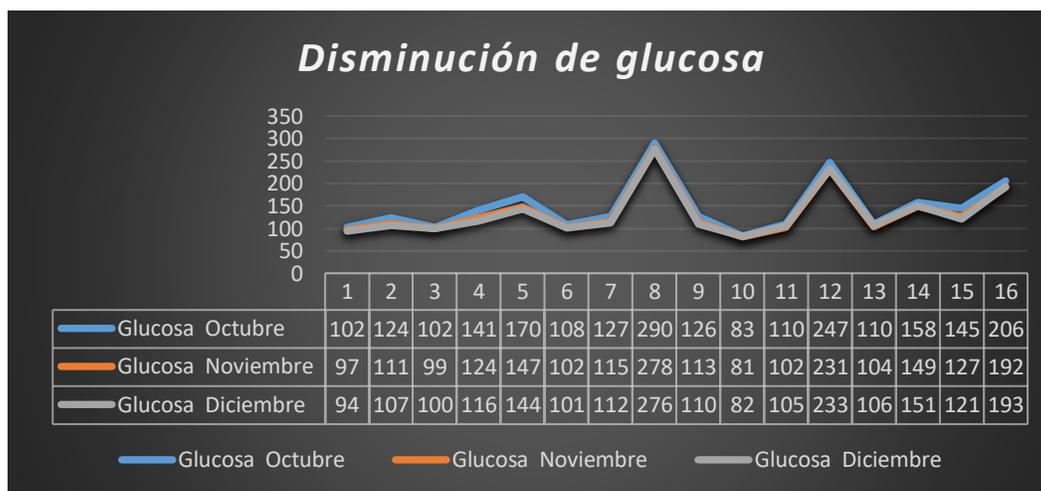
**Tabla 5** Estadísticas descriptivas y test de diferencias medias en 2 muestras emparejadas

Variable	Período		Estadístico de Prueba T		
	Inicial (octubre)	Final (noviembre)	Media (±Sd)	Mediana (Mín.; Máx.) (t gl)	p-valor
Peso kg	70,75 (±13,3)	71,5 (50:102)	68,00 (±10.5)	70 (50:95)	(2.10:15) 0.045

Nota. Datos obtenidos del SPSS. Sd es la desviación estándar.

(\*): Prueba paramétrica t-Student para 2 muestras emparejadas y significancia estadística para  $p < 0,05$ , donde en (t; gl), se tiene que t es el valor del estadístico y gl son los grados de libertad. Mediante la figura 1 se puede observar que a lo largo de estos tres meses, ha habido una mejora general en el control de los niveles de glucosa.

**Figura 1.** Disminución de glucosa y HbA1c a lo largo de los meses



## Discusión

De acuerdo con los hallazgos obtenidos en la presente investigación y los resultados reportados por Llerena Quishpe et al. (2024), se puede establecer una comparación que resalte las similitudes y diferencias entre ambos estudios, así como el aporte de estos al manejo de la diabetes mellitus tipo 2 (DM2) mediante la actividad física. En el presente estudio, el programa de entrenamiento funcional, que integró ejercicios aeróbicos y de resistencia, demostró un impacto positivo en la reducción de los niveles de hemoglobina glucosilada (HbA1c), la glucosa en sangre y el peso

corporal. Este enfoque concuerda con las conclusiones de Llerena Quishpe et al. (2024), quienes destacaron que la combinación de entrenamiento de fuerza y ejercicios aeróbicos es fundamental para mejorar la sensibilidad a la insulina y la salud cardiovascular en pacientes con DM2.

En el presente estudio, el programa de entrenamiento funcional mostró una reducción significativa en los niveles de glucosa y hemoglobina glucosilada (HbA1c), así como en el peso corporal, evidenciando el impacto positivo de un programa estructurado que combina ejercicios aeróbicos y de resistencia. Por otro lado, Donate (2024) enfatiza el uso de escalas de percepción de esfuerzo, como la escala de Borg, para monitorizar y ajustar las intensidades de los ejercicios, correlacionando estas con parámetros fisiológicos clave como el % FCMáx y el % VO<sub>2</sub>Max. Aunque este enfoque no se aplicó en la presente investigación, su inclusión podría haber ofrecido datos adicionales para ajustar las intensidades de forma más personalizada.

Los hallazgos reportados por Janssen y Connelly (2021) proporcionan una perspectiva interesante para comparar con los resultados del presente estudio. En su investigación, se observó que el ejercicio supervisado de intensidad moderada (50-70 % de reserva máxima de oxígeno), realizado tres veces por semana, no generó consecuencias adversas graves en 16 pacientes con diabetes tipo 2. Sin embargo, identificaron la aparición de efectos secundarios leves, como dolores articulares y musculares, hipoglucemia, dolor en el pecho y dificultad para respirar, destacando la importancia de realizar exámenes médicos, como electrocardiogramas e inspecciones periódicas de los pies, antes y durante las intervenciones.

En comparación, en el presente estudio, no se documentaron efectos adversos entre los participantes durante el programa de entrenamiento funcional. Esto podría atribuirse a una adecuada estructuración del programa y al monitoreo de las intensidades de los ejercicios, alineado con las recomendaciones para esta población. Sin embargo, al igual que en el trabajo de Janssen y Connelly, se subraya la relevancia de personalizar las intervenciones y monitorear de cerca a los participantes para prevenir complicaciones relacionadas con la actividad física en personas con diabetes tipo 2.

Los hallazgos del estudio realizado por Munshi (2023) ofrecen una perspectiva interesante para comparar con los resultados del presente estudio, especialmente en relación con la reducción de los niveles de HbA1c y el control glucémico en pacientes con diabetes tipo 2. Munshi evaluó cambios significativos en usuarios de monitores continuos de glucosa (CGM) frente a monitores de glucosa en sangre (BGM), encontrando que el grupo de CGM tuvo una reducción de HbA1c de -0,9 %,

significativamente mayor que el  $-0,5\%$  observado en el grupo de BGM ( $P < 0,001$ ). Además, el tiempo con niveles de glucosa  $>250$  mg/dL y la variabilidad glucémica también fueron menores en el grupo de CGM, sin reportarse eventos adversos graves.

En comparación, el presente estudio mostró una reducción promedio de HbA1c superior al  $1\%$  tras la intervención de entrenamiento funcional, lo que sugiere que el ejercicio físico estructurado es una herramienta eficaz para mejorar el control glucémico. Sin embargo, a diferencia de los resultados de Munshi, donde la tecnología fue el principal medio para monitorear y controlar la glucosa, el programa implementado en este estudio se basó en actividades físicas regulares, sin el uso de herramientas tecnológicas avanzadas. Esto resalta la efectividad del ejercicio físico como una intervención accesible y no invasiva, especialmente en poblaciones con recursos limitados.

Los hallazgos reportados por Pfeifer et al. (2022) destacan el impacto positivo del entrenamiento físico en la capacidad funcional de pacientes con diabetes tipo 2, aunque los resultados relacionados con los niveles de hemoglobina glucosilada (HbA1c) y el consumo máximo de oxígeno ( $VO_{2\text{máx}}$ ) no mostraron una asociación significativa. En este estudio se incluyeron 29 ensayos con diferentes tipos de entrenamiento, como aeróbico, combinado y de resistencia, y se reportaron mejoras en pruebas funcionales específicas, como la caminata de 6 minutos y la prensa de piernas máxima de una repetición. Sin embargo, se identificaron limitaciones en la calidad de los estudios incluidos y una alta heterogeneidad en los resultados.

En comparación con el presente estudio, los resultados de Pfeifer et al (2022) refuerzan la efectividad del ejercicio físico como herramienta para mejorar indicadores funcionales en pacientes con diabetes tipo 2. Sin embargo, el presente estudio se diferencia al demostrar reducciones estadísticamente significativas en los niveles de HbA1c, lo que no fue claramente identificado en el metaanálisis de Pfeifer et al (2022). Esto podría explicarse por diferencias en los diseños metodológicos, la duración de las intervenciones o las características de las muestras estudiadas.

### **Limitaciones**

Una limitación del estudio es el tamaño reducido de la muestra y la ausencia de un grupo control, lo que restringe la generalización de los resultados. A diferencia de otros estudios, este trabajo demuestra reducciones significativas en los niveles de HbA1c, lo que refuerza la efectividad de un programa estructurado de entrenamiento funcional."

## Conclusiones

Los resultados del programa de entrenamiento funcional muestran reducciones significativas en los niveles de glucosa y hemoglobina glucosilada (HbA1c) a lo largo de las distintas etapas del programa. Entre octubre y noviembre, se observó la disminución más notable, seguida de una estabilización entre noviembre y diciembre. Este patrón sugiere que las mejoras más pronunciadas ocurren en las etapas iniciales de la intervención, lo que podría estar relacionado con una respuesta inicial favorable al programa. Sin embargo, la estabilización observada en las etapas finales destaca la importancia de ajustar y diversificar las estrategias para mantener un progreso continuo.

El análisis del peso de los participantes muestra una disminución estadísticamente significativa entre octubre y noviembre, reflejando el impacto positivo del entrenamiento funcional en la pérdida de peso. Este cambio, asociado con la adherencia a ejercicios aeróbicos y de resistencia, resalta la efectividad del programa en abordar no solo el control glucémico, sino también la mejora en la composición corporal. La pérdida de peso, aunque moderada, representa un indicador clave de éxito en el manejo integral de la diabetes tipo 2.

En las etapas finales del programa, se identificó una estabilización en los indicadores clave, incluyendo peso, glucosa y HbA1c. Este fenómeno podría ser atribuible a un efecto de meseta, común en intervenciones prolongadas, donde el cuerpo se adapta a las demandas del programa. Estos resultados subrayan la necesidad de incorporar estrategias complementarias, como ajustes en la intensidad del ejercicio, nuevas modalidades de entrenamiento o incluso intervenciones nutricionales, para romper esta meseta y mantener un progreso constante.

Futuras investigaciones podrían explorar intervenciones más prolongadas o combinarlas con estrategias nutricionales para evaluar el impacto a largo plazo en el control metabólico.

## Referencias

1. Colberg, S. R., Sigal, R. J., Yardley, J. E., Riddell, M. C., Dunstan, D. W., Dempsey, P. C., Horton, E. S., Castorino, K., & Tate, D. F. (2016). Physical Activity/Exercise and Diabetes: A Position Statement of the American Diabetes Association. *Diabetes care*, 39(11), 2065–2079. <https://doi.org/10.2337/dc16-1728>

2. Davies, M. J., D'Alessio, D. A., Fradkin, J., Kernan, W. N., Mathieu, C., Mingrone, G., Rossing, P., Tsapas, A., Wexler, D. J., & Buse, J. B. (2018). Management of Hyperglycemia in Type 2 Diabetes, 2018. A Consensus Report by the American Diabetes Association (ADA) and the European Association for the Study of Diabetes (EASD). *Diabetes Care*, 41(12), 2669–2701. <https://doi.org/10.2337/dci18-0033>
3. Donate, F. (2024). Diseño de programas de ejercicio físico en personas con diabetes. <https://diabetespractica.com/files/122/art3.pdf>
4. Janssen, S. M., & Connelly, D. M. (2021). The effects of exercise interventions on physical function tests and glycemic control in adults with type 2 diabetes: A systematic review. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 28, 283–293. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2021.07.022>
5. Fernández Baños, R. (2024). Prescripción del ejercicio físico en sujetos con diabetes mellitus tipo 2 y diabetes gestacional. *Dialnet*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5400859>
6. Franco Gallegos, L. I., Ivett Robles Hernández, G. S., & Montes Mata, K. J. (2024). Más allá del control glucémico: beneficios de la actividad física en la calidad de vida de personas con diabetes mellitus tipo 2: dialnet.
7. Hill, C. J., Maxwell, A. P., Cardwell, C. R., Freedman, B. I., Tonelli, M., Emoto, M., Inaba, M., Hayashino, Y., Fukuhara, S., Okada, T., Drechsler, C., Wanner, C., Casula, A., Adler, A. I., Lamina, C., Kronenberg, F., Streja, E., Kalantar-Zadeh, K., & Fogarty, D. G. (2014). Glycated hemoglobin and risk of death in diabetic patients treated with hemodialysis: a meta-analysis. *American journal of kidney diseases : the official journal of the National Kidney Foundation*, 63(1), 84–94. <https://doi.org/10.1053/j.ajkd.2013.06.020>
8. Martínez-López, Y. E., Esquivel-Hernández, D. A., Sánchez-Castañeda, J. P., Neri-Rosario, D., Guardado-Mendoza, R., & Resendis-Antonio, O. (2022). Type 2 diabetes, gut microbiome, and systems biology: A novel perspective for a new era. *Gut microbes*, 14(1), 2111952. <https://doi.org/10.1080/19490976.2022.2111952>
9. Llerena Quishpe, K. P., Ávila Solís, H. A., Moreano Cuadrado, A. L., & Flores Acosta, M. J. (2024). Beneficios del ejercicio de fuerza y aeróbico en adultos mayores con diabetes mellitus: Una revisión sistemática. *Ciencia Y Educación*, 726 - 737. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14563009>

10. Munshi, M. N. (2023). Continuous Glucose Monitoring Use in Older Adults for Optimal Diabetes Management. *Diabetes Technology & Therapeutics*, 25(S3), S—56—S—64. <https://doi.org/10.1089/dia.2023.0111>
11. Pfeifer, L. O., De Nardi, A. T., da Silva, L. X. N., Botton, C. E., do Nascimento, D. M., Teodoro, J. L., Schaan, B. D., & Umpierre, D. (2022). Association Between Physical Exercise Interventions Participation and Functional Capacity in Individuals with Type 2 Diabetes: A Systematic Review and Meta-Analysis of Controlled Trials. *Sports Medicine - Open*, 8(1). <https://doi.org/10.1186/s40798-022-00422-1>
12. Ponce de León, A. C., Franco Gallegos, L. I., & Montes Mata, K. J. (2024). Actividad Física como Estrategia Terapéutica en el Manejo de la Diabetes Tipo 2: Evidencia Actual.
13. Rees, J.L., Chang, C.R., François, M.E. et al. Minimal effect of walking before dinner on glycemic responses in type 2 diabetes: outcomes from the multi-site E-PARA DiGM study. *Acta Diabetol* 56, 755–765 (2019). <https://doi.org/10.1007/s00592-019-01358-x>
14. World Health Organization. (2021). Diabetes Mellitus. Pan American Health Organization. <https://www.paho.org/es/temas/diabetes>

© 2025 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).