

UNIVERSIDAD DE PANAMÁ

VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN FISIOLOGÍA DEL EJERCICIO

**IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN DE UN PROGRAMA DE EJERCICIO
FÍSICO AERÓBICO SUPERVISADO EN PACIENTES SEDENTARIOS
ENTRE 30 Y 65 AÑOS CON DIABETES MELLITUS TIPO 2 EN EL
SUBCENTRO DE SALUD DE QUEBRO, VERAGUAS, AÑO 2023.**

EISLAN YANEIS CASTRO PERALTA

**TESIS PRESENTADA COMO UNO DE LOS REQUISITOS PARA OPTAR
AL GRADO DE MAGISTER EN FISIOLOGÍA DEL EJERCICIO**

PANAMÁ, REPÚBLICA DE PANAMÁ

2024

DEDICATORIA

Quiero dedicar especialmente y principalmente este proyecto en primer lugar al eterno soberano de toda la tierra y a mi familia, por ser ese pilar fundamental durante todo este proceso, a mi esposo Martín por su constante apoyo y amor incondicional, por estar a mi lado en cada paso de este camino, ofreciéndome palabras de aliento y comprensión en el momento más difícil. A mis padres quienes con su ejemplo me han enseñado el valor del esfuerzo y la perseverancia. A mis hijos, Eitham y Jakob por ser ese motor que me inspira a continuar. Quiero agradecer a mis asesoras y mentoras, cuya guía y conocimiento han sido fundamentales para mi formación académica y quiero agradecer a cada uno de mis compañeros que me apoyaron en cada momento y creyeron en este proyecto. Finalmente, dedico este proyecto a todos los pacientes que participaron en este estudio, con la esperanza de que cada esfuerzo permitía mejorar la calidad de vida de muchas personas más.

“El principio de la sabiduría está en el temor de Dios”.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mis más sinceros agradecimientos a aquellas personas que hicieron posible la realización de este estudio. A la universidad de Panamá y a la vicerrectoría de la Investigación y Postgrado, por brindarme la oportunidad de llevar a cabo esta investigación, a mis asesoras por su constante apoyo por su guía, paciencia y experiencia porque fueron primordiales para el desarrollo de este trabajo. A los profesionales y amigos del subcentro de Salud de Quebro, por su invaluable colaboración y compromiso con el bienestar de los pacientes. A cada participante por su disposición y esfuerzo lograron hacer posible la culminación del proyecto y la obtención de la muestra y gracias por creer en mí en todo momento.

Finalmente quiero agradecer a mi familia por ser mi motivación constante y a mi esposo por todos sus consejos y financiamiento. A todas aquellas personas que de alguna manera hicieron posible el desarrollo de esta investigación.

Gracias a todas las personas por ser parte de este proyecto y por ayudarme a alcanzar una meta más en mi camino profesional.

"El secreto del cambio es enfocar toda tu energía, no en luchar contra lo viejo, sino en construir lo nuevo."

— Sócrates—

Índice General

Resumen	12
Resumen en español.....	12
Abstract en inglés.....	13
Introducción	15
Contexto y Justificación.....	15
Importancia del Ejercicio Físico en la DM2.....	16
Hipótesis.....	17
CAPITULO 1	18
1. Fundamentos Teóricos	19
1.1. Planteamiento del Problema.....	19
1.2. Revisión de la Literatura.....	19
1.3. Beneficios del Ejercicio Físico en la DM2.....	22
1.4. Recomendaciones mínimas de Actividad Física para Población Adulta.....	22
1.5. Caracterización de la DM2.....	24
1.6. Prescripción de ejercicio físico para diabéticos.....	24
1.7. Tratamiento del paciente diabético.....	25
1.8. Barreras para adherencia al ejercicio físico.....	26

1.9. Objetivos.....	27
1.9.1. Objetivo General.....	27
1.9.2. Objetivos Específicos.....	27
CAPITULO 2.....	29
2. Metodología.....	30
2.1. Tipo de Estudio.....	30
2.2. Población y Muestra.....	30
2.3. Criterios de Inclusión y Exclusión.....	32
2.4. Procedimientos.....	33
2.4.1. Evaluación Inicial.....	33
2.4.2. Programa de Ejercicio Físico Supervisado.....	35
2.4.3. Recomendaciones para aumentar el nivel de actividad física.....	36
2.5. Esquema de actividad física.....	37
2.6. Programa de ejercicio físico.....	39
2.7. Cuestionario de IPAQ.....	41
2.8. Cronograma de actividades y programación financiera.....	41
2.9. Análisis estadístico.....	46
2.10. Procedimientos para garantizar aspectos éticos.....	47
CAPITULO 3.....	49
3. Resultados.....	50
3.1. Descripción de la Población.....	50
3.2. Cambios en Variables Clínicas.....	50
Tabla 1. Beneficios del ejercicio físico.....	22

Tabla 2. Datos de mediciones de laboratorio como glucosa, hemoglobina glicosilada y perfil lipídico de los sujetos sedentarios diabéticos al inicio y al final del programa de ejercicio físico aeróbico supervisado, Subcentro de Salud de Quebro, Veraguas, 2023.....	50
Tabla 3. Datos de las variables cardiovasculares en sujetos sedentarios diabéticos al inicio y al final del programa de ejercicio físico aeróbico supervisado, Subcentro de Salud de Quebro, Veraguas, 2023.....	51
Tabla 4. Datos de las variables cardiovasculares en sujetos sedentarios diabéticos al inicio del programa de ejercicio físico aeróbico supervisado, Subcentro de Salud de Quebro, Veraguas, 2023.....	52
Tabla 5. Datos de las variables cardiovasculares en sujetos sedentarios diabéticos al final del programa de ejercicio físico aeróbico supervisado, Subcentro de Salud de Quebro, Veraguas, 2023.....	53
3.3. Comparación de Variables Pre y Post Intervención.....	54
Tabla 6. Comparativa de todas las variables antes y después del tratamiento con valor de prueba p de los sujetos sedentarios diabéticos que participaron del programa de ejercicio físico aeróbico supervisado, Subcentro de Salud de Quebro, Veraguas, 2023.....	54
Tabla 7. Comparación de los valores de frecuencia cardiaca y frecuencia respiratoria en sujetos sedentarios diabéticos al inicio y al final del programa de ejercicio físico aeróbico supervisado, Subcentro de Salud de Quebro, Veraguas, 2023.....	55
3.4. Comparación de Índice Masa Corporal al inicio y al final	56
Tabla 8. Comparativa de los índices de masa corporal (Kg/cm) de los sujetos sedentarios diabéticos al inicio y al final del programa de ejercicio	

físico aeróbico supervisado, Subcentro de Salud de Quebro, Veraguas, 2023.....	56
3.5. Comparación de presiones arteriales antes y después del programa de ejercicio físico.....	57
Tabla 9. Comparación de las presiones arteriales según edad de los sujetos sedentarios diabéticos al inicio y al final del programa de ejercicio físico aeróbico supervisado, Subcentro de Salud de Quebro, Veraguas, 2023.....	57
Tabla 10. Porcentaje según sexo de los sujetos sedentarios diabéticos que participaron del programa de ejercicio físico aeróbico supervisado, Subcentro de Salud de Quebro, Veraguas, 2023.....	58
CAPITULO 4.....	59
4. Gráficas del estudio.....	55
Gráfica 1. Porcentaje según sexo de los sujetos sedentarios diabéticos que participaron del programa de ejercicio físico aeróbico supervisado, Subcentro de Salud de Quebro, Veraguas, 2023.....	60
Gráfica 2. Comparativa de los valores de glucosa sérica de los sujetos sedentarios diabéticos al inicio y al final del programa de ejercicio físico aeróbico supervisado, Subcentro de Salud de Quebro, Veraguas, 2023.....	60
Gráfica 3. Comparativa de los valores de glucosa sérica de los sujetos sedentarios diabéticos al inicio y al final del programa de ejercicio físico aeróbico supervisado, Subcentro de Salud de Quebro, Veraguas, 2023.....	61

Gráfica 4. Relación de los valores de colesterol, triglicéridos, LDL y HDL de los sujetos sedentarios diabéticos al inicio y al final del programa de ejercicio físico aeróbico supervisado, Subcentro de Salud de Quebro, Veraguas, 2023.....	61
Gráfica 5. Comparación de los valores de índice de masa corporal de los sujetos sedentarios diabéticos al inicio y al final del programa de ejercicio físico aeróbico supervisado, Subcentro de Salud de Quebro, Veraguas, 2023.....	62
Gráfica 6. Comparativa de las presiones arteriales medias de los sujetos sedentarios diabéticos al inicio y al final del programa de ejercicio físico aeróbico supervisado, Subcentro de Salud de Quebro, Veraguas, 2023.....	62
Gráfica 7. Relación de los valores de saturación de los sujetos sedentarios diabéticos al inicio y al final del programa de ejercicio físico aeróbico supervisado, Subcentro de Salud de Quebro, Veraguas, 2023.....	63
Gráfica 8. Comparativa de los valores de peso en sujetos sedentarios diabéticos al inicio y al final del programa de ejercicio físico aeróbico supervisado, Subcentro de Salud de Quebro, Veraguas, 2023.....	64
Gráfica 9. Comparación de los valores de frecuencia cardiaca y frecuencia respiratoria en sujetos sedentarios diabéticos al inicio y al final del programa de ejercicio físico aeróbico supervisado, Subcentro de Salud de Quebro, Veraguas, 2023.....	64
Gráfica 10. Análisis de componentes principales de las variables.....	65
CAPITULO 5	66

5. Discusión.....	67
5.1. Interpretación de Resultados.....	68
5.2. Limitaciones del Estudio.....	70
CAPITULO 6.....	72
Conclusiones.....	73
Recomendaciones.....	75
Bibliografía.....	79
Anexos.....	85

ABREVIATURAS UTILIZADAS

- **DM2** - Diabetes Mellitus Tipo 2
- **EF** - Ejercicio Físico
- **HbA1c** - Hemoglobina Glicosilada
- **IMC** - Índice de Masa Corporal
- **PA** - Presión Arterial
- **HDL** - Lipoproteína de Alta Densidad (High-Density Lipoprotein)
- **LDL** - Lipoproteína de Baja Densidad (Low-Density Lipoprotein)
- **VO2 máx.** - Consumo Máximo de Oxígeno
- **OMS** - Organización Mundial de la Salud
- **ACSM** - American College of Sports Medicine
- **ADA** - American Diabetes Association
- **CV** - Cardiovascular
- **RM** - Repetición Máxima
- **FR** - Frecuencia Respiratoria
- **FC** - Frecuencia Cardíaca
- **SO2** - Saturación de Oxígeno
- **EA** - Ejercicio Aeróbico
- **PCA** - Análisis de Componentes Principales (Principal Component Analysis)
- **RMSE** - Raíz del Error Cuadrático Medio (Root Mean Square Error)
- **INR** - Relación Normalizada Internacional

Resumen

Este estudio evalúa los efectos de un programa de ejercicio físico aeróbico supervisado en pacientes con diabetes mellitus tipo 2 (DM2) en el Subcentro de Salud de Quebro, Veraguas. La investigación se centra en personas sedentarias de entre 30 y 65 años con DM2, con el objetivo de mejorar su control glucémico y reducir los riesgos cardiovasculares asociados. El programa, de 12 semanas de duración, incluyó sesiones de entrenamiento aeróbico de intensidad moderada a alta, supervisadas y adaptadas a las condiciones individuales de cada participante. Se evaluaron variables clave, como la hemoglobina glicosilada (HbA1c), el perfil lipídico, la presión arterial y el índice de masa corporal (IMC).

Los resultados mostraron una reducción significativa en los niveles de HbA1c y glucosa sérica, indicando una mejora en el control glucémico. Además, se observó un aumento en los niveles de HDL y una reducción en los triglicéridos, lo que refuerza el impacto positivo del ejercicio aeróbico sobre el perfil lipídico y el riesgo cardiovascular. También se registró una disminución del IMC y una mejora en la presión arterial, sugiriendo beneficios adicionales en el control del peso y la salud vascular.

El estudio destaca la importancia de la adherencia al programa, identificando barreras como la falta de tiempo y motivación. Concluye que los programas de ejercicio supervisado son efectivos en la mejora de parámetros críticos de salud en pacientes con DM2 y recomienda su inclusión en la práctica clínica para el manejo integral de esta condición. Además, sugiere la necesidad de

estudios futuros que exploren intervenciones sostenibles a largo plazo y superen las barreras para aumentar la participación y la adherencia de los pacientes al ejercicio.

Summary

This study evaluates the effects of a supervised aerobic exercise program on patients with type 2 diabetes mellitus (T2DM) at the Quebro Health Subcenter in Veraguas. The research focuses on sedentary individuals between 30 and 65 years old with T2DM, aiming to improve glycemic control and reduce associated cardiovascular risks. The 12-week program included moderate-to-high intensity aerobic training sessions, supervised and tailored to each participant's individual conditions. Key variables such as glycated hemoglobin (HbA1c), lipid profile, blood pressure, and body mass index (BMI) were assessed.

The results showed a significant reduction in HbA1c and serum glucose levels, indicating improved glycemic control. Additionally, an increase in HDL levels and a reduction in triglycerides were observed, highlighting the positive impact of aerobic exercise on lipid profile and cardiovascular risk. A decrease in BMI and improvement in blood pressure were also recorded, suggesting additional benefits in weight management and vascular health.

The study emphasizes the importance of adherence to the program, identifying barriers such as lack of time and motivation. It concludes that supervised exercise programs are effective in improving critical health parameters in patients with T2DM and recommends their inclusion in clinical practice for the

comprehensive management of this condition. Furthermore, it suggests the need for future studies to explore sustainable long-term interventions and address barriers to increase patient participation and adherence to exercise.

INTRODUCCIÓN

La diabetes mellitus tipo 2 (DM2) es un trastorno metabólico crónico caracterizado por resistencia a la insulina e hiperglucemia. Es una de las enfermedades más prevalentes en la población panameña y mundial, con tasas de incidencia que aumentan constantemente. Se proyecta que para el año 2040, el número de personas con DM2 alcanzará los 642 millones a nivel mundial, lo que representará un significativo desafío económico y de salud pública (Yuing et al., 2019). Este aumento en la prevalencia se asocia con factores como el crecimiento de la población, el envejecimiento, cambios en los estilos de vida, la inactividad física, y el aumento de la obesidad (Parra et al., 2015), proporcionando una base sólida para la implementación de programas integrados de ejercicio en el manejo de la DM2 (Benedini et al., 2022).

El estilo de vida sedentario es uno de los principales factores de riesgo modificables que contribuyen al desarrollo y progresión de la DM2. Se ha demostrado que la falta de actividad física afecta la captación de glucosa en los músculos esqueléticos, que consumen entre el 80% y el 90% de la glucosa posprandial. Este problema es de particular relevancia en Panamá, donde el 60% de la población es considerada sedentaria (MINSAs, 2020). Asimismo, la Asociación Americana de Diabetes (ADA) enfatiza la necesidad de incorporar actividad física regular para mejorar el control de la glucosa y prevenir complicaciones cardiovasculares asociadas con la DM2 (Colberg et al., 2020). A pesar de la creciente evidencia que respalda los beneficios del ejercicio en el control de la DM2, existen barreras significativas para su implementación. Muchos pacientes con DM2 enfrentan limitaciones debido a la falta de tiempo,

interés, o conocimiento sobre cómo realizar ejercicio de manera segura y efectiva. Además, algunos proveedores de salud no tienen las herramientas necesarias para prescribir y motivar adecuadamente a sus pacientes para que realicen actividad física (Jenkins et al., 2017). Esto sugiere la necesidad de programas de ejercicio supervisados que sean accesibles, motivadores y adaptados a las necesidades específicas de la población.

Se ha observado que la combinación de ejercicio aeróbico con entrenamiento de resistencia ofrece mayores beneficios para la salud de las personas con DM2 en comparación con realizar solo un tipo de ejercicio (Sigal et al., 2022). La Sociedad Española de Diabetes, por ejemplo, recomienda un mínimo de 150 minutos de actividad aeróbica moderada a intensa, repartidos en al menos tres días por semana, para optimizar el control glucémico y reducir los factores de riesgo cardiovascular (Sociedad Española de Diabetes, 2006). Además, en países como España, la implementación de programas de ejercicio supervisado ha demostrado mejoras significativas en variables intermedias como la HbA1c, presión arterial, perfil lipídico y el riesgo cardiovascular en pacientes de 65 a 80 años, con baja incidencia de complicaciones (Parra et al., 2015).

En Panamá, la falta de programas de ejercicio supervisado para personas con DM2 resalta la necesidad de adoptar estrategias de salud pública que promuevan la actividad física y el autocuidado en esta población. Este estudio propone un programa de ejercicios supervisados en el Subcentro de Salud de Quebro, Veraguas, con el fin de evaluar los beneficios del ejercicio físico regular en personas con DM2. Al abordar esta necesidad, se espera no solo mejorar el control glucémico y el perfil lipídico de los participantes, sino también

establecer una base para futuras intervenciones en atención primaria a nivel nacional.

Este enfoque, en el que se considera el ejercicio como un derecho fundamental y un componente crítico del manejo de la DM2, busca motivar a los pacientes a adoptar un estilo de vida activo y saludable, y a los proveedores de salud a equiparse con los conocimientos necesarios para prescribir ejercicio de manera efectiva. La implementación de tales programas en otras regiones podría contribuir significativamente a reducir el impacto de la DM2 en la salud pública en Panamá.

Tomando en cuenta todo lo explicado, nos surge la siguiente pregunta: ¿Cómo puede el ejercicio físico aeróbico supervisado beneficiar a pacientes sedentarios entre 30 y 65 años con diabetes mellitus tipo 2 del subcentro de salud de Quebro?

HIPÓTESIS DE TRABAJO

H1 La implementación de un programa de EF aeróbico supervisado PUEDE mejorar la Hemoglobina glicosilada en diabéticos tipo 2 de 30 y 65 años.

H0 La implementación de un programa de EF aeróbico supervisado NO PUEDE mejorar la Hemoglobina glicosilada en diabéticos tipo 2 de 30 y 60 años.

HA La implementación de un programa de EF aeróbico supervisado disminuye el riesgo cardiovascular.

CAPITULO 1
MARCO TEÓRICO

1.FUNDAMENTOS TEÓRICOS

1.1 Planteamiento del problema

La realización de ejercicio físico aeróbico supervisado nos permite mejorar parámetros metabólicos como la glicemia sérica, hipertensión arterial, hemoglobina glicosilada, dislipidemia lo cual disminuye el riesgo cardiovascular. Mientras tanto la inactividad física y el sedentarismo constituyen un desafío para la salud pública a nivel mundial, fundamentalmente porque conllevan a un bajo gasto energético, asociado a conductas dietarias inadecuadas, han hecho aumentar en forma importante el sobrepeso, obesidad y diabetes. (Román, C. et al. 2019).

La American College Sports Medicine (ACSM) y la American Diabetes Association (ADA) (2010), afirman que el ejercicio juega un papel importante en la prevención y control de la resistencia a la insulina, prediabetes, Diabetes Mellitus Gestacional y todas aquellas complicaciones de la salud relacionadas con la diabetes.

Tanto, el ejercicio aeróbico como el acondicionamiento muscular mejoran la acción de la insulina al menos de forma aguda, y puede ayudar con el control de los niveles de glucosa en sangre, lípidos, presión arterial, disminuye el riesgo cardiovascular, la mortalidad y mejora la calidad de vida, siempre y cuando el ejercicio se realice periódicamente de una forma continuada con la variación de los entrenamientos. Estos mismos autores manifiestan que las personas con DM2 pueden realizar actividad física de una manera segura, siempre y cuando se tomen ciertas precauciones, siendo ésta fundamental para la salud óptima en pacientes con esta patología.

1.2. Importancia del Ejercicio Físico en la Diabetes Mellitus Tipo 2: Una Revisión Basada en la Evidencia.

Existe suficiente evidencia de que la falta de ejercicio sería una de las principales causas de enfermedades crónicas (Hills, A. et al. 2019).

El ejercicio, en población sana como enferma, ha sido recomendado como una intervención de primera línea o un coadyuvante para prevenir y controlar factores de riesgo cardiovascular (CV), para mejorar el pronóstico de distintas enfermedades crónicas. (Román, C. et al. 2019).

El ejercicio físico realizado de manera continua es un pilar fundamental para el mantenimiento de condiciones óptimas de salud sin distinción de edad, sexo o características étnicas.

Numerosos estudios han demostrado que el ejercicio físico o la actividad deportiva practicados con regularidad ejercen un efecto preventivo sobre diversas enfermedades y es hoy una herramienta terapéutica en el tratamiento de las afecciones más prevalentes en los países desarrollados, como la diabetes tipo 2, el síndrome metabólico o las afecciones cardiovasculares.(Novial, A. 2016).

El ejercicio habitual aumenta la flexibilidad, la velocidad y la fuerza de contracción muscular mediante modificaciones anatómicas y fisiológicas: las fibras musculares aumentan en grosor y en número, mejoran su capacidad (enzimas y transportadores) para aprovechar la energía, y aumentan su vascularización para favorecer el aporte de los nutrientes y el oxígeno.

El ejercicio regular ha sido indicado para mejorar el control de la glucosa sanguínea, reducir los factores de riesgo cardiovascular, contribuir a la pérdida de peso, aumentar la sensibilidad a la insulina y proporcionar una sensación

de bienestar general. Además, el ejercicio regular puede impedir la aparición de la DM tipo 2 en personas con riesgo de padecerla. (Román et al., 2019)

El ejercicio físico habitual produce una adaptación beneficiosa tanto en la anatomía como en la función del corazón, de las arterias y de los pulmones. El ejercicio físico aumenta la capacidad de las arterias para conducir la sangre, por eso mejora la presión arterial y previene o trata la enfermedad vascular coronaria o periférica. El sedentarismo se considera un factor de riesgo cardiovascular. Sobre el sistema respiratorio, el ejercicio físico fortalece los músculos respiratorios y esto permite aumentar el volumen pulmonar, es decir que hace trabajar regiones de nuestros pulmones que no están trabajando en caso de llevar una vida sedentaria.

Hay que destacar que la práctica habitual de ejercicio físico es la única medida no farmacológica capaz de elevar los niveles de colesterol HDL. También los triglicéridos se reducen con el ejercicio físico permanente. Otros de los efectos beneficiosos del ejercicio físico son sobre la hiperglucemia, que actúa en dos niveles fundamentales: favorece el consumo de glucosa por el músculo; por otro lado, es la única medida no farmacológica capaz de reducir la resistencia del músculo a la acción de la insulina.

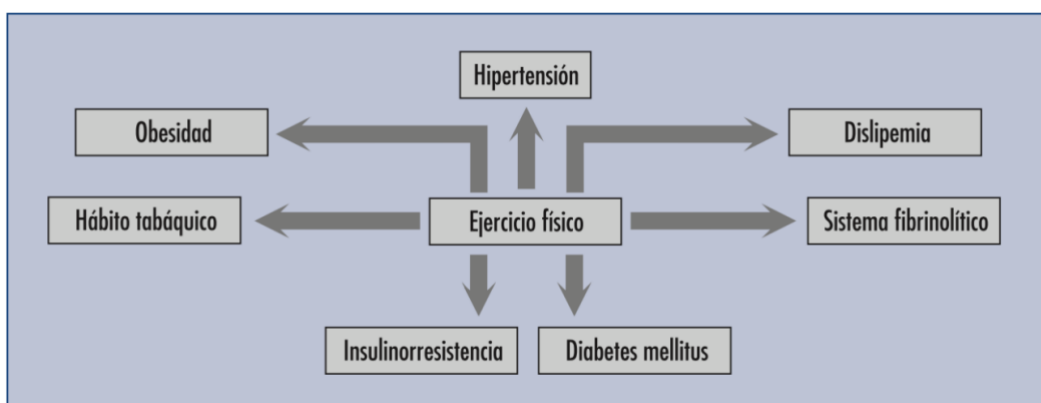


Figura 1. Beneficios del ejercicio sobre factores de riesgo cardiovascular

Fuente: Guía de la Sociedad española de Diabetes 2006.

Según la sociedad española de diabetes el ejercicio físico es uno de los pies del trípode que, junto con la dieta y la medicación, debe sustentar un correcto tratamiento de la diabetes.

1.3. Beneficios del ejercicio físico.

De esta forma, la práctica de ejercicio físico se considera una herramienta útil tanto en la prevención como en el manejo terapéutico de diversas patologías, dado los beneficios que su práctica reporta (tabla 1).

Tabla 1. Beneficios del ejercicio físico
Sobre factores de riesgo cardiovascular <i>Enfermedad cardiovascular</i> Hipertensión arterial Dislipemia Insulino-resistencia y diabetes mellitus Obesidad Hábito tabáquico Sistema fibrinolítico
Prevención de neoplasias Colon Mama Páncreas
Psicológicos ↓ Respuesta al estrés ↓ Ansiedad ↓ Depresión ↑ Autoestima
Económicos

Fuente: Guía de la Sociedad española de Diabetes 2006.

1.4. Recomendaciones mínimas de Actividad Física para Población Adulta.

Adicional a las actividades diarias, es importante acumular 150 minutos por semana de actividad de ejercicio físico aeróbico moderado o 75 minutos por semana de actividad o ejercicio aeróbico vigoroso. Puede haber una

combinación equivalente de actividad moderada y vigorosa, y realizarse en bloques de al menos 10 minutos. (Román, C. et al. 2019).

La prescripción del ejercicio en el paciente con diagnóstico de DM2, ha demostrado rendir beneficios en cuanto a la reducción del riesgo cardiovascular y mejoras en la calidad de vida de los pacientes. Se necesita lograr un cambio permanente en los pacientes para lograr un cambio en el comportamiento y obtener los beneficios por lo cual estudios como estos nos permiten intervenir en el perfil de salud y el comportamiento del individuo realizando una intervención directa a la hora de realizar un programa de ejercicio físico aeróbico supervisado aplicando diferentes herramientas que logren motivar la adherencia al programa.

Diversos autores ponen de manifiesto que tanto el ejercicio aeróbico como el de resistencia, desarrolla beneficios importantes en esta población, por otra parte, se describe que el impacto está determinado por la frecuencia y adherencia. Siendo la adherencia complicada de alcanzar por parte del paciente, cuando este no recibe un seguimiento adecuado o un acompañamiento.

La actividad física está definida como el movimiento corporal producido por la contracción de los músculos esqueléticos, que requiere un gasto de energía en exceso. El ejercicio es considerado un subconjunto de actividad física: el movimiento planeado, estructurado, repetitivo y corporal realizado para mejorar o mantener a uno o más componentes de una buena salud. El ejercicio aeróbico consta de movimientos rítmicos, repetidos y continuos de grupos musculares grandes, al menos 10 min; ejemplo, caminar, montar en bicicleta, trotar, nadar, entre otros deportes. El ejercicio de resistencia consta de

actividades que usan la fuerza muscular para mover un peso en contra de una carga resistente; ejemplo, el levantamiento de pesas y los ejercicios en los cuales se utilizan máquinas de peso (Yuing et al., 2019).

El ejercicio tiene efectos tanto a corto como a largo plazo sobre el metabolismo de los carbohidratos en los pacientes diabéticos. Se recomienda a los adultos con alto riesgo de diabetes que realicen de 30 a 60 minutos de actividad aeróbica de intensidad moderada la mayoría de los días de la semana (al menos 150 minutos de ejercicio aeróbico de intensidad moderada por semana).

Muchas personas con DM2 pueden lograr el control de la glucosa en sangre siguiendo la combinación de un plan de alimentación nutritiva y ejercicio para perder peso, consiguiendo la implementación de conductas de autocuidado que reduce costos médicos gracias a la disminución de complicaciones relacionadas con la diabetes, Diabetes Self-Management Education and Support (DSMES) 2024.

1.5. Caracterización de la DM2.

Los pacientes con diabetes tipo 2 son resistentes a la insulina, un efecto que puede estar mediado por varios defectos diferentes en el metabolismo de la glucosa. Las alteraciones incluyen:

- Disminución del número y la función de los receptores de insulina y los transportadores de glucosa.
- Disminución de la actividad de algunas enzimas intracelulares (incluidas el piruvato deshidrogenasa y la glucógeno sintasa)
- Una baja absorción máxima de oxígeno (VO₂ máx) Durante el ejercicio.

Algunos de estas alteraciones mejoran durante los programas de entrenamiento físico que duran de 2 a 24 semanas. Los cambios favorables incluyen un aumento de la actividad de las enzimas mitocondriales (mejorando así la energía muscular), aumento de la sensibilidad a la insulina y reclutamiento de los capilares musculares.

1.6. Prescripción de ejercicio físico para diabéticos

El ejercicio físico debe ser aeróbico en las personas con DM2, este incrementa la sensibilidad a la insulina y el consumo de glucosa muscular y hepática, influye favorablemente sobre el control metabólico. Se debe tener presente, que la indicación del tipo de ejercicio, la intensidad y la duración debe ser personalizado, con el propósito de evitar posibles riesgos. Además, a la ejercitación activa se debe agregar un enfoque recreativo, lo que la hace más atractiva y aumenta la adhesión a esta actividad.

Las directrices actuales de la Asociación Americana de Diabetes (ADA), recomiendan realizar ejercicio aeróbico de ≥ 150 min de intensidad moderada o ≥ 90 min de intensidad vigorosa por semana y/o ejercicio de resistencia ≥ 3 veces/semana, teniendo mayor adherencia a los protocolos de ejercicio aeróbico que de ejercicios de resistencia.

Este estudio de investigación busca evaluar el efecto beneficioso que el ejercicio físico puede aportar en personas diabéticas mejorando variables como la hemoglobina glicosilada, presión arterial, el índice de masa corporal, la dislipidemia, lo cual se traduce en disminución del riesgo cardiovascular y el estado de esfuerzo percibido en pacientes diabético entre 30 y 65 años en la consulta externa.

1.7. Tratamiento del paciente diabético

Se centra principalmente en establecer 3 pilares fundamentales a la hora de tratar un paciente con DM2 un estilo de vida saludable con una alimentación acorde con las exigencias de una dieta para diabéticos, el segundo pilar una buena adherencia al tratamiento farmacológico y el tercer pilar un programa de ejercicio físico aeróbico que permita a los pacientes gozar de los múltiples beneficios demostrado que conlleva una práctica regular de ejercicio físico para su salud.

En Panamá no contamos con estudios donde se evalúen de manera directa estas variables por lo cual este protocolo es de gran utilidad para la prevención y manejo de pacientes con DM2 en atención primaria.

En la región de salud de Veraguas no contamos con programas supervisados para pacientes diabéticos, y los resultados de este estudio podrán ser empleados como base para la realización de programas supervisados y protocolizados para seguimiento de nuestros pacientes diabéticos en la atención primaria.

El diagnóstico de DM2 es fundamentalmente clínico y con resultados de examen de laboratorios como el nivel de glicemia y hemoglobina glicosilada, basados en criterios diagnósticos además de la exploración física que tiene una gran importancia y los antecedentes patológicos de estos pacientes que son relevantes, la prevención y el tratamiento de esta patología es primordial la alimentación, la medicación y el ejercicio físico.

1.8. Barreras para adherencia al ejercicio físico

En la mayoría de la población diabética ya se cuenta con un diagnóstico, el tratamiento farmacológico y con una dieta para diabéticos que se ha tratado de implementar, pero todavía no contamos con un programa de ejercicio físico

regulado para esta población en Veracruz, ni existe el personal idóneo para la ejecución y supervisión del mismo, por lo cual este estudio permite la implementación y evaluación de un programa de ejercicio físico aeróbico supervisado con el objetivo de mejorar la condición clínica y física de los pacientes diabéticos y crear un programa para esta población.

Por lo tanto, este estudio se realiza con el fin de comprender como un programa de ejercicio físico aeróbico supervisado puede mejorar variables fisiológicas y optimizar los niveles glicémicos, además de disminuir el riesgo cardiovascular. Adicional este estudio servirá de base científica para la realización de futuros estudios con el fin de ampliar el conocimiento sobre el impacto positivo que tiene la implementación de programas de ejercicio físico aeróbico supervisado en paciente diabéticos y así poderlos aplicar en diversas instituciones públicas de salud.

1.3 OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS

1.3.1 Objetivo General:

- Implementar y evaluar un programa de ejercicio físico aeróbico supervisado en pacientes sedentarios entre 30 y 65 años con diabetes mellitus tipo 2.

1.3.2 Objetivos Específicos:

- Evaluar el efecto de un programa de ejercicio físico aeróbico supervisado en el control de DM2 y el esfuerzo percibido en pacientes entre 30 y de 65 años en la consulta externa.
- Valorar el impacto que posee la implementación de un programa de ejercicio físico aeróbico supervisado sobre las variables de presión

arterial y perfil lipídico, empleadas para estimar el riesgo cardiovascular.

- Determinar si la participación en un programa de ejercicio físico aeróbico supervisado induce modificaciones favorables sobre los valores de hemoglobina glicosilada en pacientes con diagnóstico de DM2.
- Determinar si el índice de masa corporal es optimizado en pacientes con diagnóstico de diabetes tipo 2 tras la ejecución de programa de ejercicio aeróbico supervisado.

CAPITULO 2
MARCO METODOLÓGICO

2. METODOLOGÍA

2.1 Tipo de estudio

Se trata de un estudio de Cohorte prospectivo, analítico, longitudinal y experimental (de intervención) en el área de salud perteneciente al Subcentro de Salud de Quebro Provincia de Veraguas, Panamá, en el período comprendido entre julio 2022 y junio 2023. A los pacientes con diagnóstico de DM2 seleccionados se les aplicara un programa de ejercicio aeróbico supervisado. A partir de ese momento se le realizará una evaluación periódica según el cronograma propuesto.

2.2. Población y muestra

2.2.1.Universo: Total de la población de diabéticos que asistan al subcentro de salud rural de Quebro del Área de Salud de Veraguas. Estadísticamente hay 20 pacientes diabéticos según el informe de estadística de región de salud de Veraguas en esta área entregado el 10 de diciembre de 2022.

2.2.2. Muestra: Los sujetos diabéticos que accedan voluntariamente a participar y que cumplan los criterios de inclusión, que completen (firmar) el consentimiento informado, y que acuda al servicio de Atención Primaria del Subcentro de Salud de Quebro. Al calcular la muestra representativa sale un número total de 20 pacientes (para un nivel de confianza de 95% y un margen de error de 5%) se aplicará al total del universo que en este caso sería la muestra.

2.2.3. Área de estudio: Rural, subcentro de salud de Quebro (corregimiento de Quebro)

Localidad del estudio: provincia de Veraguas, distrito de Mariato,

corregimientos de Quebro, Arenas y Quebro.

2.2.4. Selección de los participantes del estudio

Todos los pacientes con diagnóstico de DM2 que asisten al servicio de Atención Primaria del Subcentro de Salud de Quebro serán captados a través de seminarios (talleres, inducciones) para participar del estudio.

Los sujetos que accedan voluntariamente a participar y que cumplan los criterios de inclusión, deberán completar (firmar) el consentimiento informado (anexo X).

La muestra será el total de la población que acuda al servicio de Atención Primaria del Subcentro de Salud de Quebro.

2.2.5. Personal de apoyo para el estudio:

1. Kyriam Ibarra (técnica) 8-414-381, registro: 5829. Personal de salud que cuenta con certificación de buenas prácticas clínicas.
2. Graciela Ramos (Educatora) 9-727-130, N.º de posición: 68593. Este personal solo será para anotaciones y organización de paciente la parte logística y administrativa de los participantes del estudio.
3. Marta Sánchez (Asistente de salud) 9-186-145, registro: 228. Personal de salud que cuenta con certificación de buenas prácticas clínicas.
4. Martín Vásquez (Cirujano Cardiovascular) 8-713-1698, registro: 5890. Personal de salud que cuenta con certificación de buenas prácticas clínicas
5. Eduardo Delgado (Boxeador empírico) 9-149-488, N.º posición: 16476. Con certificación como instructor de Boxeo. Brindará el apoyo para la sesión práctica de ejercicios aeróbicos, bajo mi supervisión.

2.3 Criterios de inclusión y exclusión

2.3.1 Criterios de inclusión

- Pacientes atendidos en el subcentro de salud de Quebro, distrito de Mariato, provincia de Veraguas.
- Diagnóstico de DM2
- Bajo tratamiento antidiabético
- Hemodinámicamente estable
- Perfil glicémico < 300 mg/dl
- Edad 30 a 65 años

2.3.2 Criterios de exclusión

- Sujetos con limitaciones para realizar actividad física
- Sujetos con enfermedad cardíaca severa
- Hipertensión no controlada
- Problemas ortopédicos que limitan su capacidad de realizar los entrenamientos sin dolor
- Trastornos del sistema nervioso central o periférico
- Retinopatía diabética
- Miopatía
- Enfermedad reumatológica que afecta la movilidad con el fin de minimizar los riesgos.
- Pacientes con dificultad para seguir indicaciones
- Pacientes que no asistan de forma regular (mínimo trimestral) a sus evaluaciones médicas
- Pacientes con contraindicación para realizar ejercicio físico.

2.4 Procedimiento

2.4.1 Evaluación inicial

Fase Inicial: todo paciente que llegue al subcentro de salud de Quebro con diagnóstico de DM2 será citado para obtener la muestra de sangre capilar que será empleada en la determinación de la glicemia inicial (marca glucómetro **GlucNavii**). Una vez se corrobora el perfil glicémico de inclusión < de 300 mg/dl, los sujetos serán invitados a participar del estudio, y tras aceptar y firmar el consentimiento informado, el personal del Laboratorio Clínico Valdivieso realizará la toma muestra sanguínea para determinar perfil lipídico, glicemia sérica y hemoglobina glicosilada. Con los resultados de los análisis bioquímicos, los pacientes serán referidos al médico general del Subcentro de salud para que le realice una evaluación general y emita un certificado de salud que avale la participación del sujeto en este estudio. Los datos serán recogidos por mi persona la autora del estudio mediante el interrogatorio y examen físico de los pacientes, revisión de historias clínicas individuales y se registra en una planilla de recolección de datos.

Los pacientes serán examinados y se le realizará análisis complementarios antes de comenzar el programa de ejercicios físicos. Luego serán evaluada en cada sesión la glicemia capilar para iniciar el ejercicio físico durante los 3 meses que durará el estudio y se pasara lista de asistencia que deberán firmar en cada sesión de ejercicio físico y en cada evaluación.

Los estudios bioquímicos y la evaluación médica se repetirán tres meses

después, tras culminar el programa de ejercicio físico supervisado. Durante los encuentros se les habló sobre la importancia de mantener el tratamiento farmacológico, los hábitos dietéticos adecuados para DM2 y la eliminación de hábitos tóxicos como fumar, beber y consumo de alcohol.

Cabe mencionar que el monto total de financiamiento debidamente desglosado será de B/. 5,960.00 los cuales serán costeados de fondos propios. Agregados a estos se encuentran los gastos de papelería y refrigerios entre otras actividades hacen un total de B/. 2,020.00 los cuales serán de fondos propios. El monto total del estudio de investigación es de aproximadamente B/. 7,980.00 procedentes de fondos propios, ya tenemos las siguientes herramientas de trabajo: computadora, impresora, instrumentos para la evaluación física (esfigmomanómetro, glucómetro, estetoscopio, martillo, diapason y pesa digital). En el subcentro de salud de Quebro hay tallímetros, hoja de expediente clínico, esfigmomanómetro, glucómetro, pesa, entre otros implementos. Utilizaré un bus particular de propiedad familiar para el transporte de los pacientes. Los refrigerios correrán por cuenta propia. De no poder asumir el costo del transporte, refrigerio y laboratorios en alguna situación, el representante del área pondrá a disposición el vehículo del corregimiento, además de contar con un fondo de donación especial si se requiere de un gasto adicional. Se anexa carta del Representante del corregimiento de Quebro para el apoyo al protocolo de estudio.

De no contar con la muestra total de pacientes realizaré eventos para

incentivar por medio de charlas la importancia del ejercicio físico y la convivencia social, toma de presión gratuita y laboratorios control gratuitos para esta población con DM2, que no cuentan con un presupuesto para realizar sus laboratorios de control.

Si durante el ejercicio físico el paciente muestra alteraciones clínicas se contará con la presencia de un médico general para los primeros auxilios y con servicio de transporte que lo llevará al área de urgencia del mismo subcentro.

2.4.2 Programa de ejercicio físico supervisado

Entrenamiento aeróbico (EA) supervisado: incluye modalidades de ejercicios rítmicos que involucran grandes grupos musculares para mejorar la resistencia cardiovascular, incluyendo una etapa de calentamiento, una fase principal y una de vuelta a la calma, realizando 3 sesiones semanales a una intensidad entre 50 a 80% del VO₂ máx., o su equivalente en porcentaje de la frecuencia cardíaca de reserva y que permita completar 150 min de entrenamiento semanal para completar un gasto energético de 12 kcal/kg de peso corporal por semana.

De la misma manera, se definen dosis de entrenamiento de moderada intensidad, pero se iniciará con 2 sesiones por semana las primeras 2 semanas de adaptación, a medida que los participantes se vayan adaptando a las cargas de trabajo se incrementara a 3 sesiones por semana de 50 minutos de duración cada sesión, repartidos en 10 minutos de calentamiento, 30 minutos de actividad fuerte (fase principal)

y 10 minutos de vuelta a la calma, estas se van incrementando de acuerdo a la tolerancia y capacidad de los sujetos. Esta actividad se realizará en una cancha de fútbol y baloncesto techada al lado del subcentro de salud de Quebro y serán supervisados por autor del proyecto.

2.4.3. Recomendaciones para aumentar el nivel de actividad física.

1. **Tipo de actividad.** Las más aconsejables son las dinámicas, con la participación de grandes grupos musculares, y aeróbicas, es decir, sin déficit de oxígeno (se puede mantener una charla mientras se realizan, como correr despacio, caminar, nadar, bicicleta, etc.).
2. **Intensidad de ejercicio:** debe ser individualizada para cada persona y ha de ser suficiente para proporcionar una mejora, pero sin cansar demasiado (50-60% del consumo máximo de oxígeno). El consumo de oxígeno será calculado para cada individuo y se llevará un control.
3. **Duración del ejercicio,** de 30 y 60 minutos, continuo o intermitente.
4. **La frecuencia** debe ser de 3 a 5 días por semana. El programa cambiara cada semana una vez se implemente el mismo.

2.5. ESQUEMA DE ACTIVIDAD FÍSICA

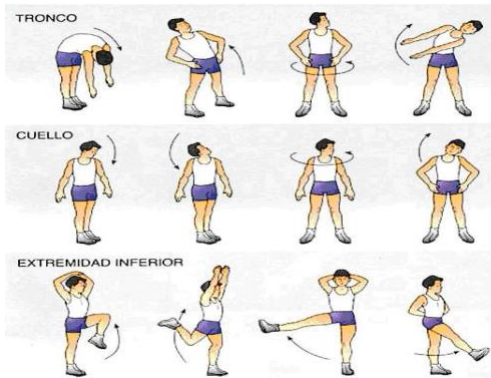
1. **Utilizar ropa adecuada para el ejercicio físico.**





2. Ingerir alimento saludable.

3. Medir el nivel de glicemia capilar < 300 mg/dl.



4. Ejercicio de estiramiento durante 5 minutos (brazos, piernas, cabeza)

5. Ejercicio de calentamiento durante 10 minutos trotar en lugar.



6. Hidratación



7. Ejercicio principal durante 30 minutos.



8. Hidratación



9. Ejercicio de vuelta a la calma (relajamiento) durante 10 minutos



10. Ejercicios respiratorios.

11. Hidratación



12. Ingerir alimentos saludables

2.6. Programa de Ejercicio físico:

El programa de ejercicio físico consta de los siguientes ejercicios:

- 1) Estiramientos de cuello con lateralizaciones a ambos lados, brazos cruzados, hacer giros de cintura con lateralizaciones y piernas (pantorrillas) subiendo y bajando en puntillas, colocar un pie al frente flexionado y el otro atrás estirado completamente. Realizar 10 repeticiones de manera progresiva hasta alcanzar 30 repeticiones.
- 2) Sentados realizar elevación de las piernas extendidas 2 sesiones con 10 repeticiones, después realizar movimientos circulares cortos con las piernas y luego de 10 repeticiones ampliar los movimientos circulares, se realizan extensiones de las rodillas y flexión a 90° durante 3 segundos realizar 10 repeticiones en 2 sesiones, extendemos los brazos hacia adelante, luego hacia arriba, hacia un lado en abducción en 3 sesiones 10 repeticiones. Con los dos brazos juntos se realizan movimientos circulares hacia adelante hacia arriba hacia un lado y hacia el otro y hacia abajo círculo completo realizando pausas 10 repeticiones en 2 sesiones.
- 3) Balanceos de las piernas hacia los lados en abducción, adelante y hacia atrás 3 sesiones con 10 repeticiones cada pierna por separado.
- 4) Colocarse de puntillas con los pies levemente separados y elevarse durante 5 segundos 2 sesiones 10 repeticiones.
- 5) Flexiones de pared se coloca una mano sosteniéndose a la pared y sentadillas 3 sesiones 10 repeticiones.
- 6) Realizar círculos pequeños con cada brazo por separados y luego realizar círculos más amplios con cada brazo por separado 4 sesiones de 10 repeticiones.

- 7) Sentados se realiza una extensión del brazo contralateral a la rodilla para realizar abdominales se hacen 20 repeticiones de 3 sesiones.
- 8) Curl de bíceps flexionado 20 repeticiones 2 sesiones.
- 9) Con los brazos en abducción realizamos flexión del codo hasta tocarse los hombros el hombro debe estar a 90°, se realizan 10 repeticiones en 4 sesiones.
- 10) Caminata rápida durante 20 minutos 4 vueltas (2km).
- 11) Caminar lento durante 10 minutos.
- 12) Realizar posición de tandeem y caminar con la punta del pie pegada al talón cruzando las piernas.
- 13) Realizar nuevamente los estiramientos para volver a la calma, movimientos de cintura circular en sentido de las manecillas del reloj y hacia el otro lado. Se realizan 3 sesiones de 10 repeticiones, estiramientos del cuello.
- 14) Realizar estiramientos en flexión, extensión, lateralización y rotación de la columna lumbar y cervical.
- 15) Sentados realizar el estiramiento de los brazos hasta tocar la punta de los pies o intentarlo.

2.7. Cuestionario de IPAQ

La determinación de los parámetros de sedentarismo se realizará con el cuestionario del IPAQ que será llenado el día de la evaluación inicial, este cuestionario consiste en: El International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) es un cuestionario con validez y confiabilidad aceptada internacionalmente,

que permite medir el grado de actividad en diferentes poblaciones entre 15 y 69 años. El Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ) es una medida de resultado indirecta que busca información sobre la frecuencia y duración de las caminatas y las actividades diarias que requieren un esfuerzo físico moderado a vigoroso, así como el tiempo que se pasa sentado durante la semana y el fin de semana.

2.8. Cronograma de actividades del estudio y programación financiera.

2.8.1 Cronograma de actividades.

Actividades						
	Novie- dicie 2022	Enero- Marz 2023	Abril - diciem 2023	Enero- abril 2024	Mayo- agosto 2024	Septiem- noviem 2024
Realizar los trámites administrativos (permisos, envíos de nota) aXXX solicitando la						

Impresión de notas para realizar los trámites administrativos	100.00	
Material electrónico para presentar el protocolo a la Comisión Científica de Postgrado y Comité de Ética (CD, USB)	70.00	
Refrigerios y transporte para el día de la entrevistara los participantes y aplicación el consentimiento informado y de los cuestionarios y los días del programa de ejercicio	400.00	400.00
Refrigerios y transporte para el día de la obtención y procesamiento de muestras de sangre y evaluación física	400.00	400.00
Equipos para determinar la composición corporal, condición.	150.00	
Impresión de la tesis		100.00
TOTAL	1120.00	900.00
MONTO TOTAL		
2020.00		

2.8.3.Fuente (s) de Financiamiento: (Indicar montos por fuente y compromisos con los donantes e Instituciones).

Tipo de insumo	Fondo Propios	TOTAL
----------------	---------------	-------

	Fase 1	Fase 2		
Equipos				
Esfigmomanómetro, estetoscopio, cintas de glucómetro	500.00			500.00
Balanza,cinta métrica, reloj digital.	800.00			800.00
Tallímetro	60.00			60.00
Computadora	500.00			500.00
			TOTAL 1	1860.00
Reactivos				
Análisis bioquímico		1200.00		1200.00
Insumos varios				
Papelería (impresión de encuestas, consentimiento informado, tesis)	200.00			200.00
Transporte y movilidad	1500.00			1500.00
Refrigerios	600.00		600.00	1200.00

(manzana verde, agua, frutos secos, granolas)				
			TOTAL 2	4,100.00
Monto Total (Total1+Total2)				5,960.00

2.9. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Después de la recolección de la información. El análisis de datos incluyo la validación de variables, mediante una prueba de Shapiro-Wilk y Homocedasticidad mediante una prueba de Levene. Considerando que los datos no se ajustan a una distribución normal, se procedió a realizar pruebas mediante estadísticas no paramétricas, utilizando una prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras pareadas y evaluar si existían diferencias significativas o no entre las variables por individuos antes y después de la aplicación del tratamiento. También se realizó un análisis de componentes principales (PCA) de forma exploratoria con el fin de evaluar cómo se comportaban las variables de forma gráfica mediante un biplot, para esto se emplearon los paquetes FactoMineR y ggplot2. Todos los análisis estadísticos y de visualización de datos se realizaron en el software estadístico R.

Luego se utilizará el programa de Microsoft Word y Excel para la redacción y presentación de los resultados, así como las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

2.10. PROCEDIMIENTO PARA GARANTIZAR ASPECTOS ÉTICOS

El estudio se realizará con datos del laboratorio clínico del paciente, posterior

a la extracción de una muestra sanguínea y será necesario un consentimiento informado. La identidad de los pacientes se mantendrá en el anonimato, ya que los nombres no son necesarios para el estudio.

Aceptamos cumplir con los principios éticos y morales que debe regir toda investigación que involucra sujetos humanos como lo son: declaración de Heisinki, informe de Belmont, buenas prácticas clínicas, normas y criterios éticos establecidos en los códigos nacionales de ética y leyes vigentes.

También nos comprometemos a respetar la confidencialidad de los datos obtenidos en los laboratorios clínicos y cualquier otro método de recolección de datos, y a no divulgar ninguna información que permita identificar a los sujetos en estudios. El estudio fue evaluado por el Comité de Bioética de la universidad de Panamá. Y los resultados del estudio serán entregado al centro de salud de Mariato y la Universidad de Panamá.

Los datos obtenidos en el estudio fueron usados con fines investigativos y docentes, y no serán revelados a ninguna persona, agencia pública o privada garantizando así la confidencialidad de toda la información generada de esta actividad académica.

Se confeccionaron notas de consentimiento para ser firmado por los participantes del estudio, quienes fueron instruidos sobre los objetivos y propósitos del estudio, a fin de lograr la cooperación necesaria para realizar el estudio. Ver anexo 2

CAPITULO 3
RESULTADOS

3.RESULTADOS

3.1 Descripción de la población.

De los 20 pacientes con diabetes mellitus tipo 2 controlados, 18 eran mujeres (90%), la edad promedio fue de 59.5 ± 2 años. La mayoría de los pacientes tenía sobrepeso.

3.2 Cambios en variables clínicas iniciales y finales.

Podemos observar en la siguiente tabla los valores iniciales de las variables de hemoglobina glicosilada, glucosa, colesterol, triglicéridos, HDL y LDL que marcan la fase de inicio del proyecto.

Tabla 2. Datos de mediciones de laboratorio como glucosa, hemoglobina glicosilada y perfil lipídico de los sujetos sedentarios diabéticos al inicio del programa de ejercicio físico aeróbico supervisado, Subcentro de Salud de Quebro, Veracruz, 2023.

Número	HbA1C(%)	Glucosa (mg/dL)	Colesterol(mg/dL)	Triglicerido(mg/dL)	HDL(mg/dL)	LDL(mg/dL)
1	15	244	116	84	60	39
2	6,2	103	123	91	61	44
3	5,1	73	147	62	81	54
4	10,1	139	210	72	60	36
5	14,1	378	140	120	62	54
6	6,1	69	128	80	69	43
7	7,1	67	125	112	64	39
8	6,1	78	103	56	62	30
9	6,2	69	127	78	62	49
10	8,9	207	199	186	59	102
11	6,5	98	246	189	37	38
12	7,4	71	206	42	68	129
13	5,6	68	289	247	65	215
14	5,4	75	188	62	60	55
15	5,3	80	175	56	64	56
16	5,7	91	114	71	60	40
17	5,5	78	189	145	62	54
18	8,7	210	188	140	60	62
19	6,5	200	300	450	40	120
20	7,5	210	246	199	43	130

Fuente: Datos recogidos en el subcentro de salud de Quebro, mediante revisión de resultados de laboratorios.

Tabla 3. Datos de mediciones de laboratorio como glucosa, hemoglobina glicosilada y perfil lipídico de los sujetos sedentarios diabéticos al final del programa de ejercicio físico aeróbico supervisado, Subcentro de Salud de Quebro, Veraguas, 2023.

Número	HbA1C2 (%)	Glucosa2(mg/dL)	Colesterol2(mg/dL)	Triglicerido2(mg/dL)	HDL2(mg/dL)	LDL2(mg/dL)
1	8,9	253	120	148	66	24
2	5,6	89	110	90	70	39
3	5	70	140	60	81	60
4	7,2	125	198	70	65	34
5	8,9	201	159	121	67	68
6	6	68	138	115	61	54
7	5,9	65	120	75	70	40
8	5,7	63	162	108	65	75
9	6,1	69	211	150	68	113
10	5,9	79	136	189	70	28
11	6	68	138	115	61	54
12	7,6	62	137	148	70	37
13	5,4	66	190	200	72	100
14	5,2	72	160	60	71	50
15	5,7	62	264	170	67	163
16	5,7	92	195	106	62	112
17	5,2	72	176	130	65	60
18	7,1	178	155	135	62	60
19	5,9	115	251	310	69	120
20	6,7	120	210	170	60	110

Fuente: Datos recogidos en el subcentro de salud de Quebro, mediante revisión de resultados de laboratorios.

Tabla 4. Datos de las variables cardiovasculares en sujetos sedentarios diabéticos al inicio del programa de ejercicio físico aeróbico supervisado, Subcentro de Salud de Quebro, Veraguas, 2023.

NÚMERO	EDAD (años)	PM (mmHg)	FC (lat/min)	FR (resp/min)	SO2 (%)	PESO (Kg)	TALLA (cm)	IMC (Kg/m ²)
1	65	101.7	86	20	95	89	150	40
2	66	93.3	88	20	96	80	162	30
3	52	101.7	80	20	95	66	155	28
4	67	106.7	87	18	96	68	150	30
5	58	93.3	78	18	96	90	163	34
6	56	98.3	78	20	96	70	160	27
7	66	106.7	80	18	95	88	154	37
8	69	86.7	79	20	97	48	145	23
9	57	93.3	82	18	96	56	165	21
10	69	100.0	88	20	96	52	162	19
11	65	103.3	85	18	97	70	167	25
12	54	93.3	75	20	95	69	152	30
13	60	106.7	76	18	96	85	179	27
14	51	93.3	78	19	96	86	160	34
15	62	83.3	80	20	95	75	168	27
16	45	105.0	78	22	95	67	165	25
17	56	86.7	79	18	96	98	171	33
18	45	106.7	80	18	95	88	170	30
19	61	103.3	78	20	96	76	165	28
20	67	96.7	80	22	95	82	166	30

Fuente: Datos recogidos en el subcentro de salud de Quebro, mediante revisión de resultados de laboratorios.

Tabla 5. Datos de las variables cardiovasculares en sujetos sedentarios diabéticos al final del programa de ejercicio físico aeróbico supervisado, Subcentro de Salud de Quebro, Veraguas, 2023.

NÚMERO	PM2 (mmHg)	FC2(lat/min)	FR2(resp/min)	SO22(%)	PESO2(Kg)	TALLA2 (cm)	IMC2(Kg/m ²)
1	93.3	98	18	96	80	150	35
2	86.7	96	16	98	60	162	22
3	83.3	90	18	98	60	155	25
4	100.0	76	17	97	55	150	26
5	83.3	78	16	98	80	75	28
6	90.0	78	16	100	62	160	24
7	90.0	88	18	100	63	154	27
8	100.0	86	18	98	53	145	25
9	86.7	98	18	100	59	165	22
10	96.7	89	16	98	55	162	21
11	93.3	79	16	99	65	167	23
12	90.0	74	14	98	64	152	27
13	100.0	78	16	99	80	179	25
14	93.3	80	20	100	77	160	30
15	93.3	82	18	98	68	168	24
16	96.7	87	16	99	60	165	22
17	93.3	80	18	98	89	171	30
18	96.7	86	16	97	78	170	27
19	93.3	76	18	98	67	165	25
20	93.3	78	20	99	76	166	28

Fuente: Datos recogidos en el subcentro de salud de Quebro, mediante revisión de resultados de laboratorios.

3.3 Comparación de variables antes y después de la intervención.

Tabla 6. Comparativa de todas las variables antes y después del tratamiento con valor de prueba p de los sujetos sedentarios diabéticos que participaron del programa de ejercicio físico aeróbico supervisado, Subcentro de Salud de Quebro, Veracruz, 2023.

Variable	Antes	Después	Valor de prueba	Valor de p
HbA1C	7.45 ± 2.76	6.285 ± 1.12	176.5	0.0011*
Glucosa	130.4 ± 84.10	99.45 ± 53.15	180	0.0006*
Colesterol	177.95 ± 58.90	168.5±42.78	133	0.3045
Triglicéridos	127.1 ± 95.06	133.5 ± 58.23	99.5	0.8518
HDL	59.95 ± 9.94	67.1 ± 4.93	13	0.0010*
LDL	69.45 ± 46.63	70.05 ± 37.44	88	0.7936
FC	80.75 ± 3.93	83.85 ± 7.48	39.5	0.0468*
FR	19.35 ± 1.30	17.15 ± 1.50	151.5	0.0003*
SO ₂	95.7 ± 0.65	98.4 ± 1.10	0	<0.0001
Peso	75.15 ± 13.53	67.55 ± 10.35	202.5	0.0002*
Talla	161.45 ± 8.37	157.05 ± 21.04	1	1
IMC	28.9 ± 5.14	25.8 ± 3.38	201	0.0003*
Presión Media	98 ± 7.34	92.66 ± 5.03	154	0.0182

Nota: Media ± Desviación Estándar; se muestra con asterisco (*) los variables con diferencias significativas.

Fuentes: Datos recogidos en el subcentro de salud de Quebro, mediante revisión de resultados de laboratorios.

Tabla 7. Comparación de los valores de frecuencia cardiaca y frecuencia respiratoria en sujetos sedentarios diabéticos al inicio y al final del programa de ejercicio físico aeróbico supervisado, Subcentro de Salud de Quebro, Veraguas, 2023.

Número	FC1 (lat/min)	FR1 (resp/min)	FC2 (lat/min)	FR2 (resp/min)
1	86	20	98	18
2	88	20	96	16
3	80	20	90	18
4	87	18	76	17
5	78	18	78	16
6	78	20	78	16
7	80	18	88	18
8	79	20	86	18
9	82	18	98	18
10	88	20	89	16
11	85	18	79	16
12	75	20	74	14
13	76	18	78	16
14	78	19	80	20
15	80	20	82	18
16	78	22	87	16
17	79	18	80	18
18	80	18	86	16
19	78	20	76	18
20	80	22	78	20

Fuentes: Datos recogidos en el subcentro de salud de Quebro, mediante revisión de resultados de laboratorios.

3.4 Comparación de índice de masa corporal al inicio y al final.

Tabla 8. Comparativa de los índices de masa corporal (Kg/cm) de los sujetos sedentarios diabéticos al inicio y al final del programa de ejercicio físico aeróbico supervisado, Subcentro de Salud de Quebro, Veraguas, 2023.

Número	IMC1(Kg/cm)	IMC2(Kg/cm)
1	40	35
2	30	22
3	28	25
4	30	26
5	34	28
6	27	24
7	37	27
8	23	25
9	21	22
10	19	21
11	25	23
12	30	27
13	27	25
14	34	30
15	27	24
16	25	22
17	33	30
18	30	27
19	28	25
20	30	28

Fuentes: Datos recogidos en el subcentro de salud de Quebro, mediante revisión de resultados de laboratorios.

3.5. Comparación de Presiones arteriales antes y después del programa de ejercicio físico.

Tabla 9. Comparación de las presiones arteriales según edad de los sujetos sedentarios diabéticos al inicio y al final del programa de ejercicio físico aeróbico supervisado, Subcentro de Salud de Quebro, Veraguas, 2023.

NÚMERO	EDAD	PA1 (mmHg)	PA2(mmHg)
1	65	135/85	120/80
2	66	120/80	120/70
3	52	135/85	110/70
4	67	160/80	140/80
5	58	120/80	110/70
6	56	135/80	130/70
7	66	140/90	130/70
8	69	120/70	130/85
9	57	120/80	120/70
10	69	140/80	130/80
11	65	130/90	120/80
12	54	120/80	110/80
13	60	160/80	140/80
14	51	120/80	120/80
15	62	110/70	120/80
16	45	135/90	130/80
17	56	120/70	120/80
18	45	140/90	130/80
19	61	130/90	120/80
20	67	120/85	120/80

Fuentes: Datos recogidos en el subcentro de salud de Quebro, mediante revisión de resultados de laboratorios.

Tabla 10. Porcentaje según sexo de los sujetos sedentarios diabéticos que participaron del programa de ejercicio físico aeróbico supervisado, Subcentro de Salud de Quebro, Veraguas, 2023.

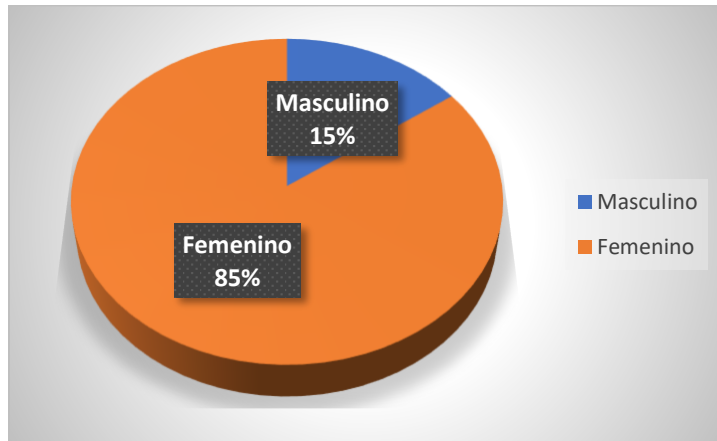
Género	Masculino	Femenino
Cantidad	3	17
Porcentaje	15%	85%

Fuentes: Datos recogidos en el subcentro de salud de Quebro, mediante revisión de resultados de laboratorios.

CAPITULO 4
ANÁLISIS DE GRÁFICAS

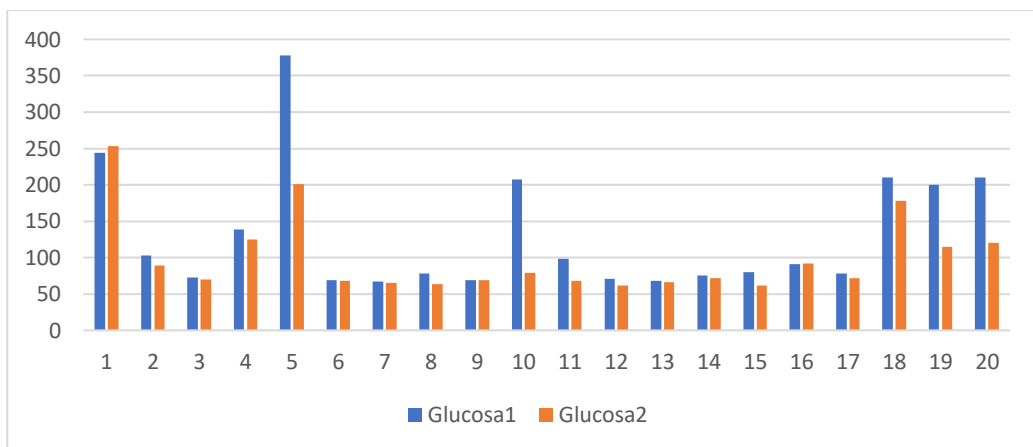
4. GRÁFICOS

GRÁFICA 1. Porcentaje según sexo de los sujetos sedentarios diabéticos que participaron del programa de ejercicio físico aeróbico supervisado, Subcentro de Salud de Quebro, Veraguas, 2023.



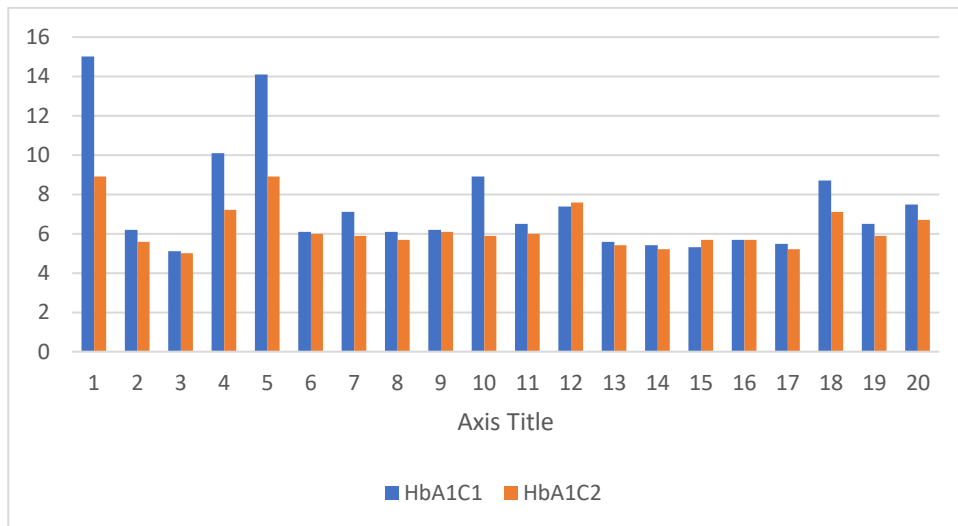
Fuentes: Datos recogidos en el subcentro de salud de Quebro, mediante revisión de resultados de laboratorios.

GRÁFICO 2. Comparativa de los valores de glucosa sérica de los sujetos sedentarios diabéticos al inicio y al final del programa de ejercicio físico aeróbico supervisado, Subcentro de Salud de Quebro, Veraguas, 2023.



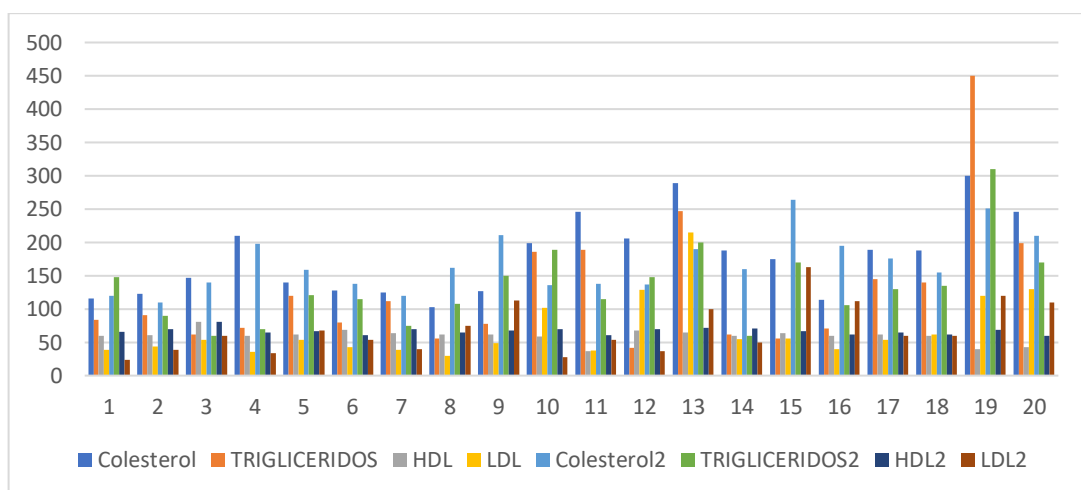
Fuentes: Datos recogidos en el subcentro de salud de Quebro, mediante revisión de resultados de laboratorios.

GRÁFICA 3. Comparación de los valores de hemoglobina glicosilada de los sujetos sedentarios diabéticos al inicio y al final del programa de ejercicio físico aeróbico supervisado, Subcentro de Salud de Quebro, Veraguas, 2023.



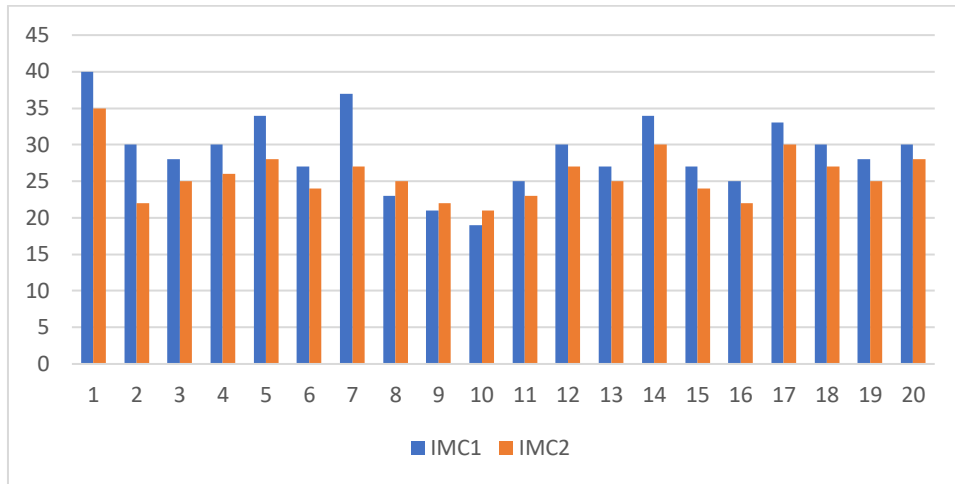
Fuentes: Datos recogidos en el subcentro de salud de Quebro, mediante revisión de resultados de laboratorios.

GRÁFICA 4. Relación de los valores de colesterol, triglicéridos, LDL y HDL de los sujetos sedentarios diabéticos al inicio y al final del programa de ejercicio físico aeróbico supervisado, Subcentro de Salud de Quebro, Veraguas, 2023.



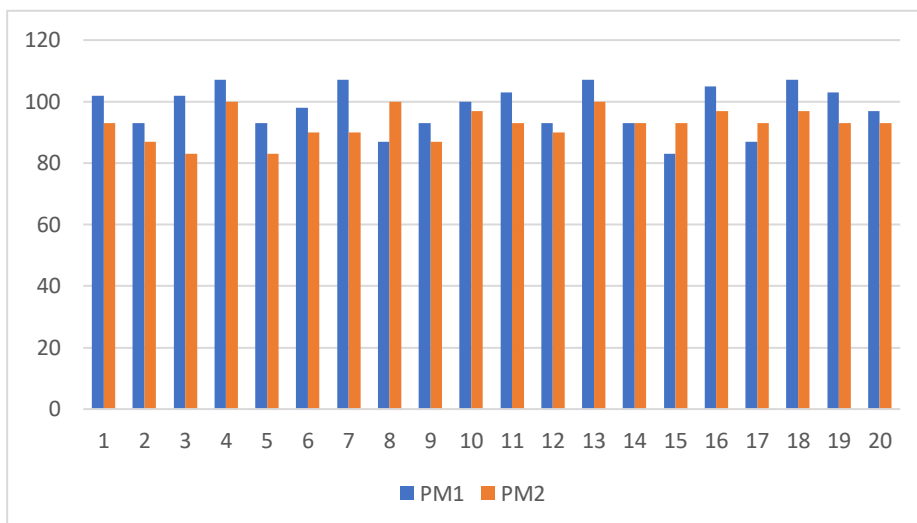
Fuentes: Datos recogidos en el subcentro de salud de Quebro, mediante revisión de resultados de laboratorios.

GRÁFICO 5. Comparación de los valores de índice de masa corporal de los sujetos sedentarios diabéticos al inicio y al final del programa de ejercicio físico aeróbico supervisado, Subcentro de Salud de Quebro, Veraguas, 2023.



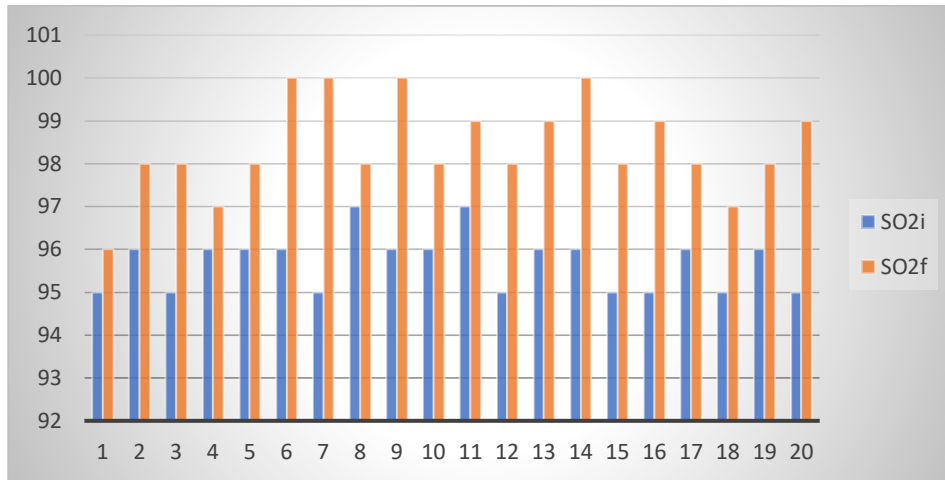
Fuentes: Datos recogidos en el subcentro de salud de Quebro, mediante revisión de resultados de laboratorios.

GRÁFICO 6. Comparativa de las presiones arteriales medias de los sujetos sedentarios diabéticos al inicio y al final del programa de ejercicio físico aeróbico supervisado, Subcentro de Salud de Quebro, Veraguas, 2023.



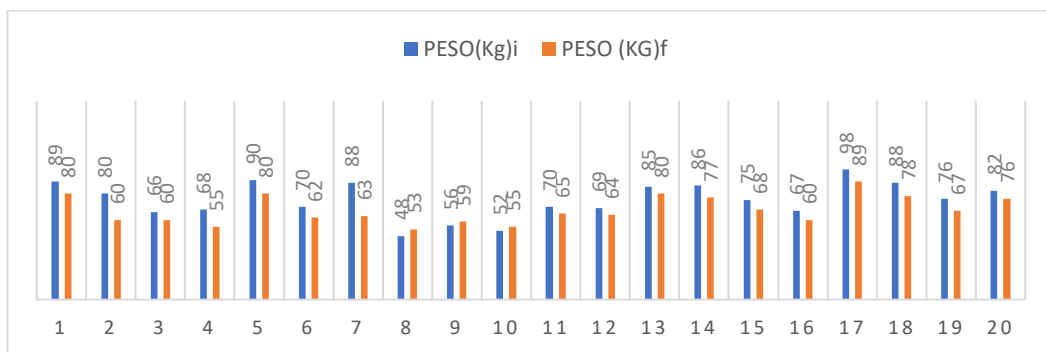
Fuentes: Datos recogidos en el subcentro de salud de Quebro, mediante revisión de resultados de laboratorios.

GRÁFICA 7. Relación de los valores de saturación de los sujetos sedentarios diabéticos al inicio y al final del programa de ejercicio físico aeróbico supervisado, Subcentro de Salud de Quebro, Veraguas, 2023.



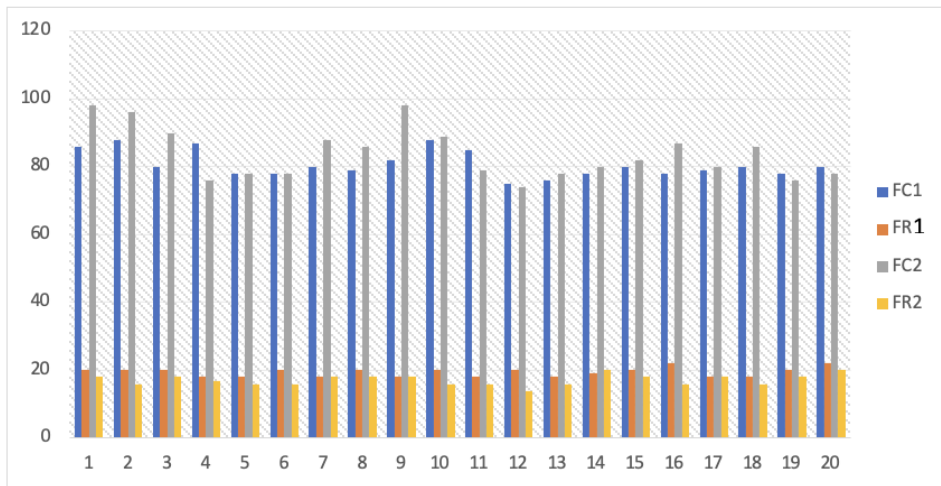
Fuentes: Datos recogidos en el subcentro de salud de Quebro, mediante revisión de resultados de laboratorios.

GRÁFICO 8. Comparativa de los valores de peso en sujetos sedentarios diabéticos al inicio y al final del programa de ejercicio físico aeróbico supervisado, Subcentro de Salud de Quebro, Veraguas, 2023.



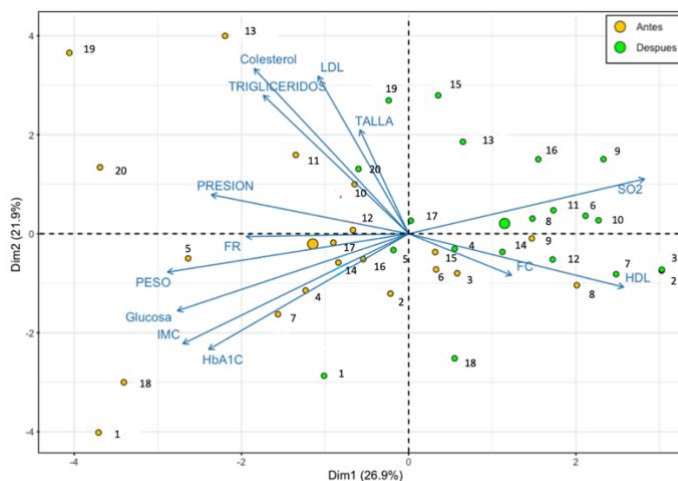
Fuentes: Datos recogidos en el subcentro de salud de Quebro, mediante revisión de resultados de laboratorios.

GRÁFICA 9. Comparación de los valores de frecuencia cardiaca y frecuencia respiratoria en sujetos sedentarios diabéticos al inicio y al final del programa de ejercicio físico aeróbico supervisado, Subcentro de Salud de Quebro, Veraguas, 2023.



Fuentes: Datos recogidos en el subcentro de salud de Quebro, mediante revisión de resultados de laboratorios.

GRÁFICO 10. Análisis de componentes principales de las variables.



Fuentes: Datos recogidos en el subcentro de salud de Quebro, mediante revisión de resultados de laboratorios.

CAPITULO 5
DISCUSIONES

5.DISCUSIONES

La implementación de un programa de ejercicio aeróbico supervisado ha demostrado mejoras significativas en diversos parámetros metabólicos y cardiovasculares en pacientes con DM2 de 30 a 65 años. Podemos observar en este estudio una reducción significativa en los niveles de HbA1C y la glucosa sérica en ayunas, siguiendo la misma línea de investigaciones de estudios anteriores, indicando la eficacia de la actividad física regular para mejorar el control glucémico (Yuing et al., 2019).

5.1. Interpretación de resultados y comparación con estudios previos.

El aumento del colesterol HDL ($p=0,0010$) después de la intervención es notable, ya que el HDL juega un papel crucial en la protección cardiovascular al facilitar el transporte inverso del colesterol y mostrar propiedades antiinflamatorias (Jenkins et al., 2017). Esta mejora en el HDL es consistente con los hallazgos de diversos estudios donde se destaca la importancia del ejercicio aeróbico en elevar significativamente los niveles de HDL, contribuyendo a un menor riesgo cardiovascular (Colberg et al., 2020).

Además, la reducción del IMC y el peso corporal después de la intervención ($p=0,0003$ y $p=0,0002$ respectivamente) demuestran la eficacia del ejercicio aeróbico en el control del peso. Dado que la obesidad es un factor de riesgo importante para la DM2, estos resultados son prometedores a largo plazo. La disminución del IMC está acorde con el estudio de Parra et al. (2015), que informó de hallazgos similares en pacientes diabéticos de edad avanzada después de un programa de ejercicio supervisado.

Otro hallazgo significativo fue la disminución de la presión arterial sistólica

($p=0,0182$), lo que sugiere que el ejercicio aeróbico regular puede mejorar la salud vascular y reducir el riesgo de complicaciones relacionadas con la hipertensión en pacientes diabéticos. Esta observación está respaldada por metaanálisis que muestran que el entrenamiento físico puede conducir a reducciones sustanciales de la presión arterial (Snowling & Hopkins, 2020).

A pesar de que la mayoría de estas variables arrojan resultados positivos, el estudio se enfrentó a desafíos en el reclutamiento de participantes debido a factores como las limitaciones de tiempo, la distancia de viaje y la falta de interés. Esto pone de relieve una barrera crítica en la implementación de programas de ejercicio en entornos del mundo real y la necesidad de la educación del paciente para mejorar la participación y la adherencia (Stand et al., 2013).

Aplicación fisiológica a las variables en base a los resultados del estudio:

- **Reducción en la glucosa sérica dada por:** Músculos necesitan energía y aumenta la captación de glucosa sin necesidad de insulina. Hay traslocación de transportadores GLUT-4 a la membrana, facilitando la entrada de glucosa y mejora la sensibilidad a la insulina, reduciendo glucosa.
- **Reducción en la HbA1C mediada por:** La unión de glucosa a la hemoglobina se reduce, favoreciendo un metabolismo más eficiente, disminuye la glicosilación de la hemoglobina.
- **Reducción en el peso corporal por ende reducción del IMC:** Se aumenta gasto energético, promoviendo oxidación de grasas y reducción del tejido adiposo. Estimula la biogénesis mitocondrial, favoreciendo metabolismo eficiente. Déficit calórico y mayor gasto metabólico facilita

pérdida de peso.

- **Reducción de la presión media mediada por:** Mejora la función endotelial , aumenta óxido nítrico, reduciendo resistencia vascular. Disminuye actividad simpática reduce la vasoconstricción. Además, disminuye la tensión en vasos sanguíneos, reduciendo PA.
- **Reducción en la frecuencia respiratoria medida por:** Fortalecimiento del diafragma y músculos respiratorios. Optimizando el intercambio gaseoso y mejora la capacidad aeróbica y oxigenación.
- **Aumento en la Frecuencia cardiaca dada por:** Mayor demanda de oxígeno y nutrientes para producir energía. Los músculos requieren oxígeno y glucosa para producir ATP, por lo cual aumenta el gasto cardiaco y la demanda al músculo, aumenta la producción de CO₂ y disminuye el pH sanguíneo.
- **Aumento del HDL mediado por:** Aumento de la actividad de la lipoproteína lipasa, promoviendo síntesis de HDL. Mayor movilización de grasas y oxidación de lípidos y reduce la inflamación sistémica y el estrés oxidativo.
- **Aumento de la saturación de oxígeno dada por:** Un aumento en la perfusión pulmonar, optimización de la oxigenación de la hemoglobina y mejoras en la vascularización muscular, facilitando la captación del oxígeno.

5.2 Limitaciones del estudio.

Consideramos importante mencionar algunas dificultades en el momento de integrar la muestra, debido a que los sujetos aptos para ingresar al protocolo rechazaban la invitación a participar por tres circunstancias principales: a) disponibilidad de tiempo, sobre todo por compromiso laboral; b) distancia entre el domicilio laboral o particular y el hospital sede del programa y c) falta de interés en el programa de ejercicio. Si bien las primeras dos circunstancias pudieran ser aceptables, la falta de interés muestra la poca información que el paciente tiene sobre la importancia del tratamiento integral de la diabetes; además, denota la necesidad de otorgar educación en salud a esta población para un control adecuado de su enfermedad y fomentar la cultura del ejercicio físico:

- a) **Incluir un mayor número de participantes:** Esto aumentará la potencia estadística del estudio y permitirá realizar análisis más robustos y generalizables.
- b) **Ampliar la diversidad de la muestra:** Considerar incluir participantes de diferentes edades, sexos, etnias y niveles de condición física para evaluar cómo estos factores pueden influir en los resultados.
- c) **Controlar y registrar variables adicionales:** Como dieta, nivel de actividad física específico, y medicación que podrían influir en los biomarcadores de interés. Esto permitirá ajustar y controlar mejor estas variables en el análisis.
- d) **Seguimiento a largo plazo:** Realizar mediciones en varios puntos a lo largo de un período extendido (por ejemplo, 6 meses, 1 año) para observar las tendencias y la evolución de los biomarcadores con el

tiempo.

- e) **Utilizar tecnologías de medición avanzadas:** Considerar el uso de dispositivos de monitorización continua de glucosa o aplicaciones móviles para recopilar datos más precisos y en tiempo real.
- f) **Explorar intervenciones específicas:** Diseñar estudios que no solo observen los cambios naturales en los biomarcadores, sino que también evalúen el impacto de intervenciones concretas como tipos específicos de ejercicio (aeróbico vs. resistencia), suplementación o cambios dietéticos.
- g) **Aplicar modelos estadísticos avanzados:** Utilizar modelos de regresión multivariable o modelos mixtos para analizar los datos, lo que puede ayudar a entender mejor las relaciones entre variables y a ajustar por confusores.
- h) **Colaboraciones interdisciplinarias:** Trabajar en conjunto con especialistas de otras áreas, como nutricionistas, endocrinólogos y psicólogos, para abordar los factores fisiológicos, nutricionales y psicológicos en un enfoque integral.
- i) **Publicación y divulgación de datos:** Asegurarse de que los datos y resultados sean accesibles para otros investigadores y el público en general, favoreciendo así la transparencia y la replicabilidad del estudio.

En general, el estudio proporciona evidencia convincente que el ejercicio aeróbico supervisado puede mejorar varios parámetros de salud en pacientes con DM2, en las prácticas de atención primaria. Las investigaciones futuras debe centrarse en estrategias para superar las barreras de participación y explorar la sostenibilidad a largo plazo de estos beneficios para la salud.

CAPITULO 6
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIÓN

El programa de ejercicio físico supervisado realizado de forma regular favorece el control de la glucemia, mejorando la calidad de vida del paciente diabético ya que influye sobre el ámbito físico, emocional y social y mejora significativamente su estado de salud. Los resultados muestran mejoras en las variables de glucosa, hemoglobina glicosidada, perfil lipídico y saturación demostrando que el ejercicio físico aeróbico supervisado debería formar parte de todos los programas de atención primaria del país como partes del tratamiento de la DM2.

Algunos puntos relevantes que podemos mencionar en este estudio son:

1. El programa de ejercicio físico aeróbico supervisado demostró una mejora significativa en el control glucémico de los pacientes con diabetes mellitus tipo 2, evidenciado por una reducción estadísticamente significativa en los niveles de hemoglobina glicosilada (HbA1c) y glucosa en sangre. Esto sugiere que el ejercicio regular es una estrategia eficaz para mejorar el control de la diabetes y reducir los riesgos asociados a la hiperglucemia. Estudios previos han demostrado que la actividad física mejora la sensibilidad a la insulina y facilita la captación de glucosa por los músculos esqueléticos a través de la activación de los transportadores GLUT-4, lo que contribuye a una reducción sostenida de la glucosa en pacientes con DM2 (Colberg et al., 2022; ADA, 2022).
2. Los participantes del estudio experimentaron mejoras significativas en su perfil lipídico, incluyendo un aumento en los niveles de HDL y una reducción de la presión arterial media. Estos cambios contribuyen a la

reducción del riesgo cardiovascular, que es fundamental para los pacientes con DM2 ya que están en mayor riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares. La literatura científica respalda que el ejercicio aeróbico aumenta la actividad de la enzima lipoproteína lipasa (LPL), facilitando el metabolismo de los triglicéridos y promoviendo un perfil lipídico más saludable (Durstine et al., 2013). Además, la reducción de la presión arterial se asocia con una mejora en la vasodilatación endotelial mediada por óxido nítrico (NO), lo que favorece la disminución de la resistencia vascular y, por ende, de la presión arterial (Figueroa et al., 2019)

3. Hubo una disminución significativa en el Índice de Masa Corporal (IMC) de los participantes, lo que indica que el programa de ejercicio no solo ayuda en el control de los niveles de glucosa, sino que también es efectivo para la pérdida de peso. Un programa de ejercicio físico aeróbico supervisado puede conducir a una disminución significativa en el IMC de los participantes, indicando que dicha intervención no solo ayuda en el control de los niveles de glucosa, sino que también es efectiva para la pérdida de peso (González et al., 2022). La reducción en el peso corporal puede tener un impacto positivo adicional en la gestión general de la DM2 y en la reducción de otros factores de riesgo metabólicos (Martínez & López, 2021).
4. Los participantes también mostraron mejoras en la frecuencia respiratoria y en la saturación de oxígeno (SO₂), lo que sugiere una mejora en la capacidad cardiovascular y respiratoria. Además, el ejercicio regular contribuyó a un aumento general en el bienestar físico

y mental, mejorando la calidad de vida de los pacientes con DM2. Estas mejoras en la frecuencia respiratoria y en la saturación de oxígeno (SO₂), demostro que el ejercicio físico aeróbico supervisado, mejora la capacidad cardiovascular y respiratoria. Se ha reportado que el ejercicio regular aumenta la eficiencia del intercambio gaseoso a nivel alveolar, optimiza la oxigenación tisular y fortalece la musculatura respiratoria, lo que se traduce en una mayor tolerancia al esfuerzo y una disminución de la fatiga (Dempsey et al., 2020; ACSM, 2021).

5. La alta adherencia al programa de ejercicio físico supervisado resalta la importancia de proporcionar apoyo estructurado y motivacional a los pacientes con DM2. Los resultados sugieren que los programas supervisados pueden ser más efectivos para mantener la adherencia a largo plazo y fomentar hábitos de vida saludables, en comparación con programas no supervisados.

Recomendaciones

Los hallazgos de este estudio apoyan la inclusión de programas de ejercicio físico aeróbico supervisado en la práctica clínica para el manejo de la DM2. Dado el impacto positivo en el control glucémico, el perfil lipídico y la capacidad física, los profesionales de salud deberían considerar el ejercicio físico como una intervención esencial en el tratamiento integral de estos pacientes.

Aunque los resultados son prometedores, el tamaño de la muestra y la duración del estudio limitan la generalización de los hallazgos. Se recomienda realizar estudios adicionales con muestras más grandes y periodos más largos para confirmar estos resultados y explorar más a fondo los efectos a largo plazo del ejercicio físico en pacientes con DM2.

◆ Efecto del ejercicio físico en el control glucémico y la HbA1c:

Diversos estudios han demostrado que la implementación de programas de ejercicio físico regular puede mejorar significativamente el control glucémico en pacientes con DM2. En este estudio, se observó una reducción significativa en los niveles de HbA1c y glucosa sérica tras la intervención, lo que es consistente con investigaciones recientes. Por ejemplo, Kirwan et al. (2024) reportaron mejoras similares en pacientes diabéticos tras programas de ejercicio aeróbico supervisado, mostrando reducciones considerables en los niveles de HbA1c (Kirwan et al., 2024). Además, un metaanálisis reciente respalda estos hallazgos, señalando que tanto el ejercicio aeróbico como el de resistencia reducen significativamente los niveles de HbA1c (Morwenna et al., 2021; Umpierre et al., 2019).

◆ Mejoras en el perfil lipídico y reducción del riesgo cardiovascular:

El aumento del HDL y la reducción de otros lípidos observados en este estudio

también refuerzan la evidencia de que el ejercicio físico es una herramienta eficaz para mejorar el perfil lipídico en pacientes con DM2, lo que reduce el riesgo de complicaciones cardiovasculares. La literatura reciente, como la revisión de Kirwan et al. (2024), ha demostrado que el ejercicio físico aeróbico moderado a vigoroso puede mejorar significativamente los niveles de HDL y reducir los triglicéridos, lo cual es crucial para la protección cardiovascular (Kirwan et al., 2024). Sin embargo, algunos estudios muestran resultados mixtos respecto al impacto en LDL y HDL, dependiendo de la intensidad y el tipo de ejercicio (Frontiers, 2021).

◆ **Impacto en la presión arterial y la salud vascular:**

Los resultados del estudio también sugieren que el ejercicio aeróbico regular puede reducir significativamente la presión arterial en los pacientes, lo cual es consistente con estudios recientes. Investigaciones actuales demuestran que la actividad física reduce la presión arterial sistólica y diastólica, mejorando la función vascular (Frontiers, 2021; Umpierre et al., 2019). Estas mejoras son especialmente importantes en pacientes con DM2, quienes tienen un alto riesgo cardiovascular.

◆ **Reducción del Índice de Masa Corporal (IMC) y peso corporal:**

La reducción del IMC y el peso corporal observados tras el programa de ejercicio también son indicativos de la eficacia del ejercicio aeróbico para el manejo del peso en pacientes diabéticos. Este resultado es clave, ya que la obesidad es un factor de riesgo importante en la progresión de la DM2. Un estudio a largo plazo realizado en Irán encontró que el ejercicio regular durante ocho años redujo significativamente el IMC, lo que se asoció con mejoras en

la capacidad aeróbica (Morwenna et al., 2021; Colberg et al., 2020).

◆ **Barreras para la adherencia al ejercicio:**

Un punto importante que discutir es la adherencia de los pacientes al programa de ejercicio. Aunque los beneficios del ejercicio físico son claros, el estudio identificó barreras como la distancia, el tiempo disponible y la falta de interés de los pacientes. Esto coincide con estudios que sugieren que la adherencia a largo plazo a los programas de ejercicio es uno de los principales retos en el tratamiento de la DM2 (Kirwan et al., 2024). Para mejorar la adherencia, se recomienda desarrollar programas que se adapten mejor a las circunstancias personales y preferencias de los pacientes (Frontiers, 2021).

◆ **Relevancia de los programas supervisados de ejercicio:**

El éxito del programa supervisado que evaluaste sugiere que los programas con un seguimiento constante y apoyo personalizado pueden ser más efectivos en comparación con los no supervisados. Esto está en línea con estudios recientes que destacan la importancia de la supervisión clínica para mejorar la adherencia y los resultados de salud en pacientes con DM2 (Kirwan et al., 2024; Frontiers, 2021).

BIBLIOGRAFÍA

1. Colberg, S. R., Sigal, R. J., Yardley, J. E., Riddell, M. C., Dunstan, D. W., Dempsey, P. C., ... & Tate, D. F. (2020). Physical activity/exercise and diabetes: A position statement of the American Diabetes Association. *Diabetes Care*, 43(11), 2689-2703. <https://doi.org/10.2337/dci20-0060>
2. Frontiers. (2021). Physical exercise as treatment for adults with type 2 diabetes: A rapid review. *Frontiers in Endocrinology*. <https://doi.org/10.3389/fendo.2021.656547>
3. Kirwan, M., Christie, V., Hurst, L., & Gwynne, K. (2024). The effectiveness of clinician-led community-based group exercise interventions on health outcomes in adults with type 2 diabetes mellitus: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 21(5), 601. <https://doi.org/10.3390/ijerph21050601>
4. Morwenna, K., Vita, C., Lauren, H., & Kylie, G. (2021). The impact of exercise modalities on blood glucose, blood pressure and body composition in patients with type 2 diabetes mellitus. *BMJ Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 29(12), 52–65. <https://doi.org/10.1136/bmjSPORTSCIMED.2021>
5. Lin, X., Zhang, X., Guo, J., Roberts, C. K., McKenzie, S., Wu, W. C., ... & Chen, L. (2020). Effects of exercise training on cardiorespiratory fitness and biomarkers of cardiometabolic health: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of the*

- American Heart Association, 4(7), e002014.
<https://doi.org/10.1161/JAHA.115.002014>
6. Ekelund, U., Tarp, J., Fagerland, M. W., Johannessen, J. S., Hansen, B. H., Jefferis, B. J., ... & Del Pozo Cruz, B. (2019). Joint associations of accelerometer-measured physical activity and sedentary time with all-cause mortality: A harmonised meta-analysis in more than 44,000 middle-aged and older individuals. *British Journal of Sports Medicine*, 53(12), 737-746. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-100399>
 7. Ross, R., Chaput, J. P., Giangregorio, L. M., Janssen, I., Saunders, T. J., Kho, M. E., ... & Tremblay, M. S. (2020). Canadian 24-hour movement guidelines for adults aged 18–64 years and adults aged 65 years or older: An integration of physical activity, sedentary behaviour, and sleep. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 45(10), S57-S102. <https://doi.org/10.1139/apnm-2020-0467>
 8. Galaviz, K. I., Weber, M. B., Straus, A., Haw, J. S., Narayan, K. M., & Ali, M. K. (2018). Global diabetes prevention interventions: A systematic review and network meta-analysis of the real-world impact on incidence, weight, and glucose. *Diabetes Care*, 41(7), 1526-1534. <https://doi.org/10.2337/dc17-2222>
 9. Anderson, E. J., & Thakkar, N. (2020). Clinical implications of the cardiovascular benefits of glucagon-like peptide-1 receptor agonists. *Current Diabetes Reports*, 20(9), 1-12. <https://doi.org/10.1007/s11892-020-01343-8>
 10. Laursen, J. C., Kragelund, C., Kjaer, P., Kryger, A. I., Andersen, K. K., & Lundbye-Christensen, S. (2020). Cardiorespiratory fitness and the risk

- of type 2 diabetes: A systematic review and dose-response meta-analysis. *Diabetologia*, 63(8), 1734-1749. <https://doi.org/10.1007/s00125-020-05175-5>
11. Umpierre, D., Ribeiro, P. A. B., Schaan, B. D., & Ribeiro, J. P. (2019). Physical activity advice only or structured exercise training and association with HbA1c levels in type 2 diabetes: A systematic review and meta-analysis. *JAMA*, 305(17), 1790-1799. <https://doi.org/10.1001/jama.2019.4538>
12. Tanaka, H., Monahan, K. D., & Seals, D. R. (2020). Age-predicted maximal heart rate revisited. *Journal of the American College of Cardiology*, 37(1), 153-156. [https://doi.org/10.1016/S0735-1097\(00\)01054-8](https://doi.org/10.1016/S0735-1097(00)01054-8)
13. Pattyn, N., Cornelissen, V. A., Eshghi, S. R., & Vanhees, L. (2018). The effect of exercise on the cardiovascular risk factors constituting the metabolic syndrome: A meta-analysis of controlled trials. *Sports Medicine*, 43(2), 121–133. <https://doi.org/10.1007/s40279-012-0003-z>
14. Román, C., Fernández, M., Acevedo, M., Alarcón, G., Araya, V., Barquín, I., Barrenechea, J., Díaz, H., Lama, D., Lanas, F., López, R., Oliveros, M. J., Prat, H., Rouliez, K., Santibáñez, C., Serón, P., Troncoso, E., & Varleta, P. (2019). Ejercicio, una intervención clave en la prevención cardiovascular. *Revista Chilena de Cardiología*, 38.
15. Yuing, T., Lizana, P. A., & Berral, F. J. (2019). Hemoglobina glicosilada y ejercicio: una revisión sistemática. *Revista Médica de Chile*, 147(4), 480–489. <https://doi.org/10.4067/s0034-98872019000400480>
16. De Lade, et al. (2016). Effects of different exercise programs and

- minimal detectable changes in hemoglobin A1c in patients with type 2 diabetes. *Diabetology & Metabolic Syndrome*, 8(13), 2-9.
17. Jenkins, D., & Jenks, A. (2017). Exercise and diabetes: A narrative review. *Journal of Foot and Ankle Surgery*, 56(6), 968–974. <https://doi.org/10.1053/j.jfas.2017.06.019>
18. Snowling, N., & Hopkins, W. G. (2006). Effects of different modes of exercise training on glucose control and risk factors for complications in type 2 diabetic patients: A meta-analysis. *Diabetes Care*, 29(11), 2518–2527.
19. Baillot, A., Romain, A. J., Boisvert-Vigneault, K., et al. (2015). Effects of lifestyle interventions that include a physical activity component in class II and III obese individuals: A systematic review and meta-analysis. *PLoS ONE*, 10(4), e0119017. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0119017>
20. Pattyn, N., Cornelissen, V. A., Eshghi, S. R., & Vanhees, L. (2013). The effect of exercise on the cardiovascular risk factors constituting the metabolic syndrome: A meta-analysis of controlled trials. *Sports Medicine*, 43(2), 121–133. <https://doi.org/10.1007/s40279-012-0003-z>
21. Ismail, I., Keating, S. E., Baker, M. K., & Johnson, N. A. (2012). A systematic review and meta-analysis of the effect of aerobic vs. resistance exercise training on visceral fat. *Obesity Reviews*, 13(1), 68–91. <https://doi.org/10.1111/j.1467-789X.2011.00931.x>
22. American Diabetes Association. (2013). Standards of medical care in diabetes. *Diabetes Care*, 36(Suppl 1), S11.
23. Grupo de trabajo de Diabetes y Ejercicio de la Sociedad Española de

- Diabetes. (2006). *Diabetes y ejercicio*. Barcelona: Ediciones Mayo S.A.
24. Sigal, R. J., Kenny, G. P., Boulé, N. G., Wells, G. A., Prud'homme, D., Fortier, M., Reid, R. D., Tulloch, H., Coyle, D., Phillips, P., Jennings, A., & Jaffey, J. (2022). Physical activity and exercise recommendations for patients with type 2 diabetes: A position statement. *Diabetes Care*, *45*(1), 2065-2079. <https://doi.org/10.2337/dc21-1728>
25. Church, T. S., Blair, S. N., Cocroham, S., Johannsen, N., Johnson, W., Kramer, K., Mikus, C. R., & Earnest, C. P. (2010). Effects of aerobic and resistance training on hemoglobin A1c levels in patients with type 2 diabetes: A randomized controlled trial. *JAMA*, *304*(20), 2253–2262.
26. Snowling, N. J., & Hopkins, W. G. (2006). Effects of different modes of exercise training on glucose control and risk factors for complications in type 2 diabetic patients: A meta-analysis. *Diabetes Care*, *29*(11), 2518–2527.
27. Ariza, C., Gavara, V., Muñoz, A., Aguera, F., Soto, M., & Lorca, J. (2011). Mejora en el control de los diabéticos tipo 2 tras una intervención conjunta: Educación diabetológica y ejercicio físico. *Atención Primaria*, *43*(7), 398–406.
28. Riddle, M. C., McDaniel, P. A., & Tive, L. (1997). Glipizide-GITS does not increase the hypoglycemic effect of mild exercise during fasting in NIDDM. *Diabetes Care*, *20*(6), 992–994.
29. Ruderman, N., Devlin, J. T., Schneider, S. H., & Kriska, A. M. (Eds.). (2002). *Handbook of exercise in diabetes* (2nd ed.). Alexandria: American Diabetes Association.
30. Sane, T., Helve, E., Pelkonen, R., et al. (1988). The adjustment of diet

and insulin dose during long-term endurance exercise in type 1 (insulin-dependent) diabetic men. *Diabetologia*, 31(1), 35–40.

31. Zinman, B., Ruderman, N., Campaigne, B. N., Devlin, J. T., & Schneider, S. H. (2003). Physical activity/exercise and diabetes mellitus. *Diabetes Care*, 26(Suppl 1), S73–S77.
32. Murtagh, E. M., Nichols, L., Mohammed, M. A., Holder, R. L., & Nevill, A. M. (2015). The effect of walking on risk factors for cardiovascular disease: An updated systematic review and meta-analysis of randomized control trials. *Preventive Medicine*, 72, 34–43.
33. Pattyn, N., Cornelissen, V. A., Eshghi, S. R., & Vanhees, L. (2013). The effect of exercise on the cardiovascular risk factors constituting the metabolic syndrome: A meta-analysis of controlled trials. *Sports Medicine*, 43(2), 121–133.

ANEXOS

a).Consentimiento Informado para Participantes de Investigación

Consentimiento Informado para Participantes de Investigación Versión N.º 2. Fecha: 4 de diciembre de 2022

El propósito de esta ficha de consentimiento es proveer a los participantes en esta investigación una clara explicación de la naturaleza de la misma, así como de su rol en ella como participantes.

La presente investigación es conducida por EISLAN CASTRO, de la Universidad Nacional de Panamá, es un estudio de tesis de grado para optar por el **Título de "Magister en Fisiología del Ejercicio"** del departamento de Fisiología de la Facultad de Medicina de la Universidad de Panamá. La meta de este estudio es la implementación de un programa de ejercicio físico aeróbico supervisado en pacientes sedentarios mayores de 30 años con Diabetes Mellitus tipo 2 en el subcentro de salud de Quebro que les permita disminuir el riesgo cardiovascular.

Si usted accede a participar en este estudio, se le pedirá completar un cuestionario de alimentación, además de responder a las preguntas del cuestionario de IpaQ, además formará parte del grupo de participantes que implementaran un programa de ejercicio físico aeróbico supervisado, se les realizará 2 evaluaciones clínicas y físicas; además se tomaran muestras sanguíneas al inicio del estudio antes de implementar el programa de ejercicio físico y al final luego de 3 meses de culminar el programa de ejercicio físico, las muestras de sangre se tomara por un laboratorio certificado con el fin de hacer determinaciones fisiológicas que nos permitan comparar los resultado y hacer las evaluaciones pertinentes del programa. Todos los ejercicios físicos se detallarán en un programa que se entregara a cada participante anexo a este consentimiento. Además, se les ofrecerá a los participantes servicio de transporte de traslado de ser necesario así están muy lejos del subcentro de salud y un refrigerio (fruta) en cada sesión de ejercicio físico realizada los cuales serán 3 veces a la semana durante 3 meses. (36 sesiones)



b). Cuestionario de IPAQ



CUESTIONARIO INTERNACIONAL DE ACTIVIDAD FISICA

IPAQ: FORMATO CORTO AUTOADMINISTRADO DE LOS ULTIMOS 7 DIAS

PARA SER UTILIZADO CON ADULTOS (15- 69 años)

Las preguntas se referirán al tiempo que usted destinó a estar físicamente activo en los **últimos 7 días**. Por favor responda a cada pregunta aún si no se considera una persona activa. Por favor, piense acerca de las actividades que realiza en su trabajo, como parte de sus tareas en el hogar o en el jardín, moviéndose de un lugar a otro, o en su tiempo libre para la recreación, el ejercicio o el deporte.

*Piense en todas las actividades **intensas** que usted realizó en los **últimos 7 días**. Las actividades físicas **intensas** se refieren a aquellas que implican un esfuerzo físico intenso y que lo hacen respirar mucho más intensamente que lo normal. Piense solo en aquellas actividades físicas que realizó durante por lo menos **10 minutos** seguidos.*

1. Durante los **últimos 7 días**, ¿en cuantos realizó actividades físicas **intensas** tales como levantar pesos pesados, cavar, hacer ejercicios aeróbicos o andar rápido en bicicleta?

_____ días por semana

Ninguna actividad física intensa



Vaya a la pregunta 3

2. Habitualmente, ¿cuánto tiempo en total dedicó a una actividad física **intensa** en uno de esos días?

_____ horas por día

_____ minutos por día

No sabe/No está seguro

*Piense en todas las actividades **moderadas** que usted realizó en los **últimos 7 días**. Las actividades **moderadas** son aquellas que requieren un esfuerzo físico moderado que lo hace respirar algo más intensamente que lo normal. Piense solo en aquellas actividades físicas que realizó durante por lo menos **10 minutos** seguidos.*

3. Durante los **últimos 7 días**, ¿en cuántos días hizo actividades físicas **moderadas** como transportar pesos livianos, andar en bicicleta a velocidad regular o jugar dobles de tenis? **No** incluya caminar.

_____ días por semana

Ninguna actividad física moderada



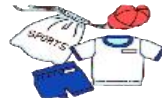
Vaya a la pregunta 5



c). Información para el paciente:

ESQUEMA DE ACTIVIDAD FÍSICA

1. Utilizar ropa adecuada para el ejercicio físico.



2. Ingerir alimento saludable.

3. Medir el nivel de glicemia capilar < 300 mg/dl.



4. Ejercicio de estiramiento durante 5 minutos (brazos, piernas, cabeza)

6. Hidratación



7. Ejercicio principal durante 30 minutos.



8. Hidratación



d). Fotos del proyecto























