



UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO CAMPUS LEÓN
DIVISIÓN DE CIENCIAS DE LA SALUD
DEPARTAMENTO DE MEDICINA Y NUTRICIÓN

COMPARACIÓN DEL EFECTO DE EJERCICIO EN
BICICLETA FIJA Y EJERCICIO DE FUERZA CON SU PROPIO
PESO SOBRE COMPONENTES DEL SÍNDROME
METABÓLICO Y COMPOSICIÓN CORPORAL EN ADULTOS

PRESENTA

ALONDRA GABRIELA MERCADO MENDIOLA

PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LIC. EN MÉDICO CIRUJANO

DIRECTORA DE TESIS: DRA. DANIELA BEATRIZ MUÑOZ LÓPEZ

CO-DIRECTORAS:

DRA. ANA LILIA GONZÁLEZ YEBRA

DRA. MÓNICA DEL CARMEN PRECIADO PUGA

DRA. ELIA LARA LONA

Tabla de contenido

RESUMEN.....	2
ABREVIATURAS UTILIZADAS.....	3
MARCO TEÓRICO.....	4
ANTECEDENTES	8
JUSTIFICACIÓN.....	13
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	14
HIPÓTESIS NULA:.....	14
HIPÓTESIS ALTERNATIVA:.....	14
OBJETIVO GENERAL.....	14
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
MATERIAL Y MÉTODOS.....	15
Tipo de estudio	15
Universo	15
Muestra y Muestreo.....	15
Criterios de selección.....	15
PROCEDIMIENTOS	18
ANÁLISIS ESTADÍSTICO	19
CONSIDERACIONES ÉTICAS	19
RESULTADOS.....	20
DISCUSIÓN.....	29
CONCLUSIONES.....	32
BIBLIOGRAFÍA.....	32
ANEXO A.....	36

RESUMEN

Introducción: El ejercicio físico es uno de los pilares del tratamiento del síndrome metabólico. De acuerdo a la última definición de la Federación Internacional de Diabetes (IDF por sus siglas en inglés), una persona tiene síndrome metabólico si presenta obesidad abdominal (circunferencia de cintura >80 cm en mujeres y >90 cm en hombres) más 2 de los siguientes factores: hipertrigliceridemia >150 mg/dL o en tratamiento para ésta, colesterol HDL bajo <40 mg/dL en hombres y <50 mg/dL en mujeres, hipertensión: presión arterial sistólica >130 mmHg o diastólica >85 mmHg o en tratamiento previo para ésta, glucosa plasmática en ayuno elevada >100 mg/dL o diagnóstico previo de diabetes mellitus 2.

El síndrome metabólico agrupa los factores de riesgo más importantes para desarrollar enfermedades cardiovasculares, siendo éstas la principal causa de muerte en la población general en México (20.1%), seguida de diabetes (15.2%), tumores malignos (12%), enfermedades del hígado (5.5%) y accidentes (5.2%). **Metodología:** Razón por la cual se llevó a cabo un estudio clínico aleatorizado con 57 participantes, para comparar los efectos tanto de ejercicio aeróbico de moderada intensidad como del ejercicio de fuerza sobre los componentes del síndrome metabólico y la composición corporal en adultos. De los 57 participantes, eran 15 hombres y 42 mujeres, con un rango de edad entre 44 y 68 años, los cuales fueron asignados aleatoriamente a uno de los siguientes grupos: EAMI: ejercicio aeróbico de moderada intensidad (en bicicleta fija); EF: ejercicio de fuerza (con su propio peso); y C: grupo control (sin ejercicio). Todos los grupos llevaron a cabo una intervención de ejercicio de 6 meses de duración.

El análisis estadístico se realizó utilizando el software STATISTICA V10 y posteriormente se empleó ANOVA de mediciones repetidas. **Resultados:** Se encontró que EF logra cambios significativos en el consumo de oxígeno máximo y VLDL comparado con el grupo control, y una tendencia a disminuir los niveles séricos de glucosa en ayuno y triglicéridos, mientras que EAMI mostró una tendencia a disminuir principalmente variables de composición corporal como circunferencia de cintura, porcentaje de grasa y masa muscular. **Conclusión:** Un programa de 6 meses de EF logra cambios significativos en VO_2 máx, glucosa en ayuno, VLDL y triglicéridos, por

otro lado, EAMI mejora principalmente circunferencia de cintura, porcentaje de grasa y masa muscular. Ambos tipos de ejercicio muestran beneficios comparados con el grupo control.

ABREVIATURAS UTILIZADAS

SM: síndrome metabólico

DM2: diabetes mellitus tipo 2

TA: presión arterial

HDL: lipoproteínas de alta densidad

LDL: lipoproteínas de baja densidad

VLDL: lipoproteínas de muy baja densidad

TG: triglicéridos

HbA1c: Hemoglobina glucosilada

VO₂máx: consumo de oxígeno máximo

EF: entrenamiento de fuerza

EA: entrenamiento aeróbico

ER: entrenamiento de resistencia

EABI: ejercicio aeróbico de baja intensidad

EAMI: ejercicio aeróbico de moderada intensidad

EAAI: ejercicio aeróbico de alta intensidad

1RM: 1 repetición máxima: la cantidad de peso máxima que se puede levantar con una técnica correcta en una repetición.

RC: reserva cardiaca

IDF: Federación Internacional de Diabetes por sus siglas en inglés.

ADA: Asociación Americana de Diabetes por sus siglas en inglés.

ESH: Sociedad Europea de Hipertensión

ESC: Sociedad Europea de Cardiología

OMS: Organización Mundial de la Salud

OCDE: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos

MARCO TEÓRICO

El síndrome metabólico (SM) agrupa los factores de riesgo más importantes para desarrollar enfermedad cardiovascular: hiperglicemia, obesidad abdominal o visceral, colesterol elevado y presión arterial elevada. De acuerdo a la última definición de la Federación Internacional de Diabetes (IDF por sus siglas en inglés), una persona tiene síndrome metabólico si presenta obesidad abdominal (circunferencia de cintura >80 cm en mujeres y >90 cm en hombres) más 2 de los siguientes factores: hipertrigliceridemia >150 mg/dL o en tratamiento para ésta, colesterol HDL bajo <40 mg/dL en hombres y <50 mg/dL en mujeres, hipertensión: presión arterial sistólica >130 mmHg o diastólica >85 mmHg o en tratamiento previo para ésta, glucosa plasmática en ayuno elevada >100 mg/dL o diagnóstico previo de diabetes mellitus 2 (DM2) (1).

El síndrome metabólico y la diabetes tipo 2 se caracterizan por resistencia a la insulina, la cual provoca un estado de hiperglucemia crónica que a su vez conduce a respuestas inflamatorias, metabólicas y cardiovasculares graves que aumentan el riesgo de morbilidad y mortalidad. Es por esto que el control glucémico es una de las piedras angulares del tratamiento de esta población. La Asociación Americana de Diabetes (ADA) recomienda al menos 150 min/semana de actividad física continua de intensidad moderada o 75 min/semana de actividad física de alta intensidad para todos los individuos (2).

“Desde hace poco más de 20 años las enfermedades crónicas no transmisibles, pasaron a ocupar los primeros lugares como causas de muerte general: enfermedades del corazón, tumores malignos y diabetes mellitus (1er, 2do y 3er lugar, respectivamente)” (3).

En México, las prevalencias de sobrepeso y obesidad se han triplicado de 1980 a la fecha; en la actualidad, poco más del 70.0% de la población de adultos mexicanos tiene un peso por arriba de lo recomendado(3). A nivel nacional, en 2018, el porcentaje de adultos de 20 años y más con sobrepeso y obesidad era de 75.2% (39.1% sobrepeso y 36.1% obesidad), porcentaje que en 2012 fue de 71.3% lo cual muestra una tendencia al alza con el paso del tiempo (4). Ha sido bien documentado que el

síndrome metabólico aumenta el riesgo de cardiopatía isquémica de dos a tres veces y de DM2 hasta cinco veces (5). Cabe mencionar que la obesidad *per se* altera la respuesta aeróbica y hemodinámica al ejercicio. Sin embargo, el síndrome metabólico en adultos jóvenes con obesidad impacta negativamente en la variabilidad de frecuencia cardíaca y la actividad parasimpática. Se ha demostrado que una deficiente modulación autónoma cardíaca, una pobre condición cardiorrespiratoria y un estilo de vida sedentario se asocian independientemente con el síndrome metabólico y con resultados cardiovasculares adversos, es por eso que son factores que parecen jugar un papel clave en incrementar el riesgo de mortalidad cardiovascular en adultos con obesidad con desórdenes metabólicos (6).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define la actividad física aeróbica como aquella en la cual los grandes músculos del cuerpo se mueven rítmicamente durante un período de tiempo. La actividad aeróbica -denominada también “de resistencia”- mejora la capacidad cardiorrespiratoria. Ejemplos: caminar, correr, nadar, montar en bicicleta. Y define la actividad de fortalecimiento muscular aquella que incrementa la fuerza muscular ósea, la potencia, la resistencia y la masa (por ejemplo, entrenamiento de fortalecimiento, de resistencia, o ejercicios de fuerza muscular y resistencia) (7). Generalmente, para medir la intensidad del ejercicio, la Asociación Americana del Corazón recomienda una frecuencia cardíaca objetivo de los siguientes valores: en ejercicio de moderada intensidad: del 50 % al 70 % de su frecuencia cardíaca máxima; en ejercicio de intensidad vigorosa: del 70 % al 85 % de su frecuencia cardíaca máxima.(8) Para fines prácticos de este estudio, se emplearán los términos de ejercicio aeróbico de moderada intensidad (EAMI) para el grupo de ejercicio en bicicleta fija, y ejercicio de fuerza (EF) para el grupo de ejercicio de fuerza con su propio peso.

El ejercicio aeróbico (EA) es el más utilizado en el tratamiento de la obesidad, sin embargo, también el ejercicio de fuerza (EF) es muy efectivo. Para algunos investigadores, los efectos del entrenamiento de fuerza sobre la pérdida de la grasa son más importantes que los obtenidos por los de ejercicio aeróbico. Cuando el EF se utiliza en el tratamiento de la obesidad, el peso corporal no disminuye, salvo que se acompañe de una dieta hipocalórica. Esto es debido a que el aumento de la masa muscular originado por el EF contrarresta la pérdida de la grasa (9–11).

Tanto el entrenamiento aeróbico como el de fuerza, además de mejorar el perfil del riesgo cardiovascular en los pacientes afectados por la DM2 y el SM, aumenta la sensibilidad a la insulina y optimiza la tolerancia a la glucosa. El mismo efecto tiene el entrenamiento de fuerza de larga duración, el cual provoca la disminución aguda de los depósitos intramiocelulares de glucógeno y el aumento de la capacidad del músculo para utilizar la glucosa, secundario al aumento de masa muscular que propicia este tipo de entrenamiento(9). En las personas con DM2, el entrenamiento progresivo de fuerza produce disminuciones de los niveles de la hemoglobina glucosilada (HbA1c), en cantidades que oscilan entre 0.3% y 18% (9).

El entrenamiento físico disminuye el peso corporal, mejora la sensibilidad a la insulina, aumenta los niveles circulatorios de las lipoproteínas de alta densidad (HDL), disminuye los de los triglicéridos (TG) y normaliza la presión arterial. Los efectos beneficiosos originados por la actividad física crónica sobre los lípidos son importantes en los casos de las HDL y de los TG.

En el caso de la prehipertensión (cuando los niveles de la TA alcanzan en la sistólica 130-139 mmHg y en la diastólica 80-89 mmHg), el tratamiento solamente requiere la modificación del estilo de vida, pero en los diabéticos tipo 2 y en quienes padecen el SM, la utilización de los fármacos es obligatoria según las recomendaciones de las guías de actualización de la Sociedad Europea de la Hipertensión (ESH) y de la Sociedad Europea de Cardiología (ESC) (12).

Para este trabajo es importante mencionar también algunos conceptos y definiciones respecto a la actividad física y así comprender su papel tan importante para el tratamiento de esta patología. Comenzando con el concepto de *actividad física*, es cualquier movimiento producido por músculo-esquelético que resulta en consumo energético y puede ser medido en kilocalorías; *sedentarismo*, hace referencia a aquel individuo que invierte menos del 10% de su gasto energético diario en la realización de actividades físicas que requieran al menos 4 MET (Metabolic Equivalent to Task), *ejercicio* es cualquier movimiento producido por los músculos esqueléticos que consume energía y se relaciona positivamente con la condición física a medida que la intensidad, duración y frecuencia de los movimientos aumentan; *condición física* es un

concepto fisiológico y psicológico en el cual el individuo posee la habilidad de realizar actividades diarias con vigor y atención, sin llegar a fatigarse; *acondicionamiento cardiorrespiratorio*: es la capacidad del sistema circulatorio y respiratorio de proveer de oxígeno a los grandes grupos musculares esqueléticos durante una actividad física sostenida. La adaptación morfológica que ocurre durante un entrenamiento riguroso o planificado incluyen: aumento de la fracción de eyección, incremento del volumen sanguíneo, aumento de la densidad capilar y proliferación mitocondrial en los músculos entrenados; *fitness metabólico* es el ratio entre la capacidad mitocondrial para la utilización de sustrato y la incorporación máxima de oxígeno hacia el músculo. Este acondicionamiento celular incluye una inducción mediada por el ejercicio de enzimas involucradas en la glucogenogénesis, glucólisis y las proteínas relacionadas con el consumo de grasas como fuente de energía durante el ejercicio intenso y prolongado (13). La *absorción máxima de oxígeno* (VO_{2max}): es la capacidad del cuerpo para transportar y consumir oxígeno durante un esfuerzo máximo que conlleve la contracción dinámica de grandes grupos musculares, por ejemplo, corriendo o montando en bicicleta.

ANTECEDENTES

En la actualidad se ha vuelto una prioridad la elaboración de programas de ejercicio y de nutrición para la prevención y control del síndrome metabólico (SM); numerosos estudios se han realizado para medir los efectos del ejercicio sobre el SM, la reducción del riesgo cardiovascular y la composición corporal; otros, para comparar distintos tipos de ejercicio y determinar cuál es el más adecuado para lograr un mejor control en los pacientes con síndrome metabólico. Sin embargo, en la búsqueda bibliográfica que se llevó a cabo, no se encontraron reportes previos de intervenciones similares a la que se llevó a cabo en el presente estudio, es decir, programas de 6 meses de ejercicio aeróbico de moderada intensidad (EAMI) en bicicleta vs ejercicio de fuerza (EF) con su propio peso comparando ambos tipos de ejercicio y con el grupo control (C). Hasta la fecha, existen varias lagunas en el conocimiento sobre cómo prescribir adecuadamente entrenamientos para lograr la mejor dosis-respuesta, basado en las características de cada paciente.

Se conoce que el ejercicio aeróbico ayuda a mejorar el SM y sus componentes de riesgo para enfermedad cardiovascular. En 2011, Lori A. Bateman *et al.* (14) llevaron a cabo un estudio clínico en adultos con obesidad y sobrepeso entre 18 y 70 años, 234 sujetos fueron reclutados para el estudio; fueron asignados a programas de ejercicio de 8 meses de duración en 3 grupos diferentes: A: Entrenamiento de resistencia (ER) (3 días/semana, 3 sets/día, 8 a 12 repeticiones/set); B: Entrenamiento aeróbico (EA) (calóricamente equivalente a ~12 millas/semana de 65% a 80% consumo máximo de oxígeno); C: Entrenamiento aeróbico y de resistencia (EA/ER) (EA, calóricamente equivalente a ~12 millas/semana de 65% a 80% de consumo máximo de oxígeno, más ER 3 días/semana, 3 sets/día, 8 a 12 repeticiones/set). Encontraron que ER no fue efectivo para mejorar el SM score, pero EA sí lo fue; EA/ER fue similarmente efectiva, sin embargo, no hubo diferencia con EA únicamente. Considerando el tiempo invertido versus los beneficios en salud, los datos sugieren que el EA solo es la forma de ejercicio más eficiente para mejorar el estado de salud cardiometabólica.

Mitiku Daimo *et al.* (15) en 2020 realizaron un estudio controlado aleatorizado con diseño de grupos paralelos. Un total de 24 hombres con hipertensión arterial con una

edad media de 38 ± 4 años, fueron asignados a dos grupos ($n=12$ en cada uno): el grupo de ejercicio aeróbico (EA) con un IMC promedio de 26.8 ± 1.54 kg/m² y el grupo control (C) con IMC promedio de 27.2 ± 1.98 kg/m². La presión sistólica y diastólica de los participantes fue medida al inicio y después de 16 semanas del periodo en estudio. Los participantes del grupo EA, realizaron ejercicio aeróbico de moderada intensidad durante 16 semanas 3 días/semana. Por otro lado, los del grupo control (C) no llevaron a cabo ninguna intervención y continuaron sus actividades diarias de manera usual durante el periodo de estudio. Los resultados del análisis mostraron que el grupo de ejercicio presentó cambios significativos en la presión sistólica ($\Delta -7.1$ mmHg; $p < 0.001$) y diastólica media ($\Delta -5.6$ mmHg; $p < 0.001$) comparadas con las cifras iniciales. En el Grupo control estos cambios fueron insignificantes. Concluyeron que 16 semanas de ejercicio aeróbico supervisado y de intensidad moderada, reduce significativamente los niveles de presión arterial en pacientes con hipertensión arterial grado 1.

Leslie H. Willis *et al.* (16) en 2012, llevaron a cabo un estudio aleatorizado para determinar la forma óptima de ejercicio para reducir obesidad. Participaron 119 adultos sedentarios con obesidad o sobrepeso quienes fueron asignados aleatoriamente a uno de los tres protocolos de ejercicio de 8 meses: 1) ER: entrenamiento de resistencia, 2) EA: entrenamiento aeróbico, y 3) EA/ER: entrenamiento aeróbico y de resistencia. Los resultados primarios incluyeron masa corporal total, masa grasa y masa corporal magra. Los grupos EA y EA/ER redujeron masa corporal total y masa grasa más que ER ($p < 0.05$), pero no fueron distintos uno del otro. ER y EA/ER incrementaron masa corporal magra más que EA ($p < 0.05$). Además de requerir el doble de tiempo, un programa combinado no resulta en una reducción significativa de masa magra o masa corporal comparado con EA solo. Analizando el tiempo invertido vs los beneficios en salud, parece ser que EA es la forma óptima de ejercicio para reducir grasa y masa corporal, mientras que para incrementar masa magra en adultos con sobrepeso y obesidad es necesario un programa que incluya ER.

El ejercicio aeróbico de intensidad moderada y de fuerza son los dos tipos de entrenamiento utilizados para reducir la presión arterial y la frecuencia cardiaca, sin embargo, es limitada la evidencia que compara el efecto de uno y otro sobre dichos

parámetros. En este estudio realizado por Singhal Swati *et al.* (17) en 2015, contemplaron un total de 30 pacientes y se asignaron aleatoriamente a (EAMI) o entrenamiento de resistencia (ER), se les midió presión arterial sistólica y diastólica y la frecuencia cardiaca al inicio, a la 3er semana y 6ta semana. En ambos grupos se observó una mejoría significativa, sin embargo, al comparar ambos grupos se observó una mayor eficacia para reducir presión arterial y frecuencia cardiaca con el entrenamiento aeróbico (EA).

En 2012, Charles Stuart *et al.* (18) estudiaron si la resistencia a la insulina en pacientes con obesidad disminuía realmente con dieta y ejercicio. Evaluaron la intervención con entrenamiento aeróbico de 8 semanas en bicicleta fija en 18 individuos sedentarios y 11 con SM, concluyeron que 8 semanas de entrenamiento moderado en bicicleta fija sin pérdida de peso, no es efectivo para reducir la resistencia a la insulina característica del síndrome metabólico, sino que al parecer existe una alteración en las vías de remodelación muscular y hay un aumento de receptores de insulina en músculo, aunque esto no reduce la resistencia a insulina, hay cambios modestos en GLUT4 y mitocondrias.

Los efectos del ejercicio aeróbico crónico sobre el perfil lipídico han sido previamente demostrados. Sin embargo, son pocos los estudios que muestran este efecto bajo condiciones de ejercicio de resistencia. Lira *et al.* (19) en 2010, examinaron los efectos de diferentes cargas de ejercicios de resistencia sobre lípidos séricos. Reclutaron 30 hombres sanos sin entrenamiento previo, se asignaron aleatoriamente a cuatro grupos basados en diferentes porcentajes de una repetición máxima (1RM); 50%-1 RM, 75%-1 RM, 90%-1 RM, y 110%-1 RM. El volumen total (sets x repeticiones x carga) del ejercicio fue igualado. Se determinó el perfil de lípidos a la hora, 24, 48 y 72 hr posterior al ejercicio de resistencia. Concluyen que el ejercicio de resistencia de forma aguda puede inducir cambios en el perfil de lípidos en relación específica con la intensidad. En general, los ejercicios de baja y moderada intensidad parecen promover mayores beneficios sobre el perfil lipídico que el ejercicio de alta intensidad, aunque recomiendan estudios a largo plazo para confirmar resultados.

Tanto el ejercicio aeróbico como el de resistencia son recomendados como tratamiento efectivo para personas con DM2. Sin embargo, aún queda por determinar el tipo de ejercicio óptimo en este padecimiento para la toma de decisiones clínicas y facilitar la prescripción de ejercicio personalizado. El objetivo de esta revisión de Zuyao Yang *et al.* (20) en 2013 fue investigar si el ejercicio de resistencia es comparable al ejercicio aeróbico en términos de efectividad y seguridad en personas con diabetes tipo 2. Incluyeron 12 estudios (n=626); siguiendo estas intervenciones de ejercicio, se encontró una mayor reducción de HbA1c con ejercicio aeróbico que con ejercicio de resistencia. Las diferencias en los cambios desde el inicio fueron estadísticamente significativas en el índice de masa corporal, en el consumo pico de oxígeno y en frecuencia cardiaca máxima. Los riesgos relativos para eventos adversos (todos) y eventos adversos graves fue de 1.17 (95% CI 0.77, 1.79) y 0.89 (95% CI 0.18, 4.39) respectivamente.

Ostman *et al.* (21) en 2017 realizaron una revisión sistemática para establecer si el ejercicio mejora los resultados clínicos de personas con SM; seleccionaron estudios prospectivos aleatorizados o ensayos controlados sobre ejercicio en personas con síndrome metabólico, con duración de 12 semanas o más. Incluyeron 16 estudios con 23 grupos de intervención. En análisis de estudios de ejercicio aeróbico versus control se encontró que el índice de masa corporal se veía reducido significativamente, así como la masa corporal, la circunferencia de cintura, glucosa en ayuno, triglicéridos, LDL-c, la presión arterial sistólica y presión arterial diastólica; el consumo pico de oxígeno mejoró significativamente. En análisis de ejercicio combinado versus control: circunferencia de cintura, consumo pico de oxígeno, presión arterial sistólica y HDL-c presentaron mejoría significativa. No se encontraron diferencias significativas entre los resultados de las dos intervenciones de ejercicio.

Otro estudio aleatorizado con diseño paralelo de 12 semanas de duración, realizado por Ho Suleen *et al.* (22) en 2012, para establecer qué tipo de ejercicio induce y mantiene mejores resultados en pacientes con obesidad y sobrepeso, examinaron los efectos de distintos regímenes de ejercicio sobre los niveles de lípidos en ayuno, glucosa e insulina y los cambios en peso corporal, masa grasa y la ingesta dietética.

Los participantes se asignaron al azar a uno de los siguientes: Grupo 1 (control, n=16); Grupo 2 (Aeróbico, n=15); Grupo 3 (Resistencia, n=16); Grupo 4 (Combinado, n=17). Los datos se analizaron usando un modelo lineal general para evaluar los efectos de los grupos después de ajustar los valores de referencia. Los datos dentro del mismo grupo se analizaron con la prueba t pareada y los efectos entre grupos usando comparaciones post hoc. Se encontraron mejorías significativas en peso corporal (-1.6%, p = 0.044) para el grupo combinado comparado con los grupos control y resistencia, y en grasa corporal total comparado con control (-4.4%, p = 0.003) y resistencia (-3%, p = 0.041). Se observaron mejoras significativas en porcentaje de grasa corporal (-2.6%, p = 0.008), porcentaje de grasa abdominal (-2.8%, p = 0.034) y resistencia cardiorrespiratoria (13.3%, p = 0.006) en el grupo combinado comparado con el control. Llegaron a la conclusión que un programa de entrenamiento de 12 semanas que comprenda ejercicio de resistencia o combinado, a una intensidad moderada por 30 min, 5 días/semana resulta en mejoría del perfil de riesgo cardiovascular en pacientes con obesidad y con sobrepeso comparado a la ausencia de ejercicio.

Chih-Hui Chiu (23) en 2017, investigó los beneficios de diferentes intensidades de ejercicio aeróbico para modular la composición corporal en adultos jóvenes con obesidad. Un total de 48 participantes con obesidad ($IMC \geq 27 \text{ kg/m}^2$, edad entre 18-26 años) se asignaron aleatoriamente a cuatro grupos iguales (n= 12): grupo de entrenamiento aeróbico de baja intensidad (EABI), 40% - 50% de reserva cardiaca (RC); grupo de entrenamiento aeróbico de moderada intensidad (EAMI), 50% - 70% RC; grupo de entrenamiento aeróbico de alta intensidad (EAAI), 70% -80% RC; y grupo control (C). El programa de ejercicio aeróbico consistió en 60 min / día en una caminadora 3 días / semana por 12 semanas. Se midieron datos antropométricos, parámetros bioquímicos en sangre y componentes de aptitud física relacionados con la salud al inicio y después de 12 semanas de entrenamiento. Encontraron en la medición inicial, que los índices antropométricos no diferían de manera significativa entre los cuatro grupos ($p > 0.05$). Después de la intervención de 12 semanas, EAAI y EAMI tuvieron cambios más significativos sobre peso corporal, circunferencia de cintura (CC), índice cintura-cadera (ICC) e índice cintura-estatura (ICE), comparado

con EABI. Los cambios en IMC y porcentaje de grasa corporal difieren en los 4 grupos ($p < 0.05$). Concluyeron que una intervención de 12 semanas de EAAI con alto gasto energético puede reducir considerablemente el peso corporal, grasa corporal, circunferencia de cintura, índice cintura-cadera, índice cintura estatura, mientras que una intervención de EABI puede reducir significativamente el peso corporal y la grasa corporal.

JUSTIFICACIÓN

El síndrome metabólico agrupa los principales factores de riesgo para desarrollar enfermedades cardiovasculares, siendo éstas la principal causa de muerte en la población general en México (20.1%), seguida de diabetes (15.2%), tumores malignos (12%), enfermedades del hígado (5.5%) y accidentes (5.2%) (24). México ocupa el 2º lugar en obesidad en adultos en América Latina (25); ha sido uno de los países con más alta prevalencia de obesidad en las últimas dos décadas y algunas de sus comorbilidades actualmente ocupan los primeros lugares de mortalidad, discapacidad y muerte prematura en adultos. Es por esto, que actualmente la obesidad representa uno de los principales problemas de salud pública en nuestro país (3). La OCDE menciona que cerca del 73% de la población mexicana padece de sobrepeso. Además, 34% de las personas con obesidad sufren obesidad mórbida. De acuerdo con estas proyecciones, las enfermedades relacionadas con el sobrepeso reducirán la esperanza de vida en México en más de 4 años durante los próximos 30 años (26). Cabe mencionar el impacto tan grande que conllevan estas patologías sobre la economía y el sector salud debido al gasto que representa el tratamiento de sus complicaciones.

Es bien sabido que el ejercicio es uno de los pilares del tratamiento del síndrome metabólico, sin embargo, son pocos los estudios que han evaluado el ejercicio de resistencia y su efecto sobre distintos componentes de este síndrome y lo han estudiado a corto plazo; no se encontraron estudios que comparen el efecto de este tipo de ejercicio a largo plazo, por lo que es importante llevar a cabo más estudios comparando los efectos tanto del ejercicio aeróbico, como del ejercicio de resistencia en un periodo mayor a 3 meses. Por tal motivo, en este trabajo nos enfocaremos

específicamente a comparar el efecto que tiene una intervención de 6 meses con ejercicio aeróbico de moderada intensidad y con ejercicio de fuerza con su propio peso sobre los componentes del síndrome metabólico y, además, sus efectos en la composición corporal en adultos.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Cuál es la diferencia del efecto del ejercicio realizado en bicicleta fija, ejercicio de fuerza con su propio peso y grupo control sobre los componentes de Síndrome Metabólico y la composición corporal en adultos?

HIPÓTESIS NULA:

El ejercicio aeróbico tendrá mayor efecto sobre la composición corporal y el de fuerza sobre componentes del síndrome metabólico.

HIPÓTESIS ALTERNATIVA:

Ambos tipos de ejercicio mejorarán tanto los componentes del síndrome metabólico, como la composición corporal en adultos comparados con el grupo control.

OBJETIVO GENERAL

Comparar las diferencias entre el efecto del ejercicio realizado en bicicleta fija, ejercicio de fuerza con su propio peso y grupo control sobre los componentes de Síndrome Metabólico y la composición corporal en adultos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Evaluar los componentes de Síndrome Metabólico en adultos antes y después de la intervención.
2. Evaluar la composición corporal (talla, peso, IMC, porcentaje de grasa, masa muscular y circunferencia de cintura) en los adultos antes y después de la intervención.
3. Impartir sesiones de ejercicio supervisado durante 6 meses (Grupo A: ejercicio aeróbico de moderada intensidad, Grupo B: ejercicio de fuerza y Grupo C: control).
4. Comparar la diferencia entre los grupos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Tipo de estudio ensayo clínico controlado.

Universo pacientes con diagnóstico de Síndrome Metabólico que acuden a la consulta externa de unidades de salud de primer nivel de atención y deseen ser voluntarios para el estudio.

Muestra y Muestreo

Se calculó el tamaño de muestra en función de los cambios de circunferencia de cintura documentados en estudios previos, utilizando la fórmula de diferencia de medias, con una diferencia de medias de 1.46, desviación estándar del primer grupo de 2.08 y desviación estándar del segundo de 0.69, con una potencia de 80% y una significancia del 95%, el número estimado por grupo fue de 15 personas, para asegurar la significancia por pérdidas esperadas se incrementa un 30%, por lo tanto, el tamaño de muestra final fue de 20 personas (23). El muestreo fue aleatorio simple, asignado a los grupos como fueron aceptando participar en el estudio.

Grupo A: ejercicio aeróbico de moderada intensidad (EAMI).

Grupo B: ejercicio de fuerza (EF).

Grupo C: control (C).

Todos los grupos recibieron recomendaciones alimenticias.

Criterios de selección

- Criterios de inclusión: hombres y mujeres voluntarios con diagnóstico de síndrome metabólico con edades mayores de 20 años.
- Criterios de no inclusión: hombres o mujeres que presentaran alguna incapacidad física para realizar ejercicio, complicaciones metabólicas o cardiovasculares graves.
- Criterios de eliminación: cambio en su tratamiento farmacológico que influyera en los resultados, no presentarse a las sesiones de ejercicio en un 20% o más, que el paciente haya solicitado la baja definitiva del estudio.

Definición operacional de variables se muestra en la tabla 1.

Tabla #1 Definición operacional de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN	TIPO	ESCALA DE MEDICIÓN	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
<i>Peso</i>	Parámetro para estandarizar el estado nutricional.	Cuantitativa	Razón	Báscula	Kilogramos (kg)
<i>Talla</i>	Medida para estandarizar el crecimiento.	Cuantitativa	Razón	Cinta métrica Seca	Metros (m)
<i>Índice de Masa Corporal</i>	Constituye una estimación de la relación estatura-ponderal del individuo	Cuantitativa	Razón	Formula: $\text{Peso}/\text{Talla}^2$	kg/m^2
<i>Circunferencia de cintura</i>	Índice que mide la concentración los niveles de grasa intraabdominal.	Cuantitativa	Razón	Cinta métrica Seca Formula: ICC= cintura/cadera	Valores: <0.8 en mujeres <1 en hombres.
<i>Hemoglobina Glucosilada</i>	Es el análisis que muestra el nivel promedio de glucosa sérica unida a la hemoglobina en las últimas 6 a 8 semanas.	Cuantitativa	Nominal	DCA Systems hemoglobina 1AC	%
<i>Presión Arterial Sistémica</i>	Presión que ejerce la sangre contra las paredes de las arterias, constituye la fuerza impulsora de la circulación sanguínea.	Cuantitativa	Razón	Baumanómetro	mmHg
<i>Colesterol Total</i>	Es un lípido esteroide, constituida por 4 carboxilos condensados, es un precursor de vitamina D, de hormonas sexuales y de sales biliares.	Cuantitativa	Razón	Ortho-Clinicaldiagnostic IVD	mg/dl
<i>Colesterol LDL</i>	Lipoproteínas de baja densidad encargado del transporte del colesterol a nivel plasmático, presenta fuerte asociación con enfermedad aterosclerosa	Cuantitativa	Razón	Ortho-Clinicaldiagnostic IVD	mg/dl
<i>Colesterol VLDL</i>	Lipoproteínas de muy baja densidad encargado del transporte de triglicéridos a los tejidos, también relacionado con aterosclerosis.	Cuantitativa	Razón	Ortho-Clinicaldiagnostic IVD	mg/dl

Tabla #1 Definición operacional de variables (continua)

VARIABLE	DEFINICIÓN	TIPO	ESCALA DE MEDICIÓN	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
<i>Colesterol HDL</i>	Lipoproteínas de alta densidad encargados de llevar colesterol a hígado y vías biliares para ser excretado por la bilis.	Cuantitativa	Razón	Ortho-Clinicaldiagnostic IVD	mg/dl
<i>Triglicéridos</i>	Acilgliceroles (Compuestos por moléculas de glicerol y 3 grupos hidroxicarboxílicos) encargados del almacenamiento de ácidos grasos libres, funciona como aislante térmico y protección mecánica.	Cuantitativa	Razón	Ortho-Clinicaldiagnostic IVD	mg/dl
<i>Urea</i>	Se forma a partir del amoniaco, a nivel hepático, principal catabólico del metabolismo de las proteínas	Cuantitativa	Razón	Ortho-Clinicaldiagnostic IVI	mg/dl
<i>Creatinina</i>	Producto final del metabolismo como de la creatina, se elimina por la orina	Cuantitativa	Razón	Ortho-Clinicaldiagnostic IVI	mg/dl
<i>Ácido Úrico</i>	Producto del metabolismo proteico, se encuentra en sangre y orina, su incremento da lugar a la hiperuricemia	Cuantitativa	Razón	Ortho-Clinicaldiagnostic IVI	mg/dl
<i>Tensión arterial</i>	Es la fuerza que ejerce la sangre contra las paredes de las arterias a medida que el corazón la bombea a todo el cuerpo.	Cuantitativa	Razón	Esfigmomanómetro	mm Hg
<i>Fuerza muscular</i>	Energía aplicada, expresada en Kilogramos	Cuantitativa	Razón	Dinamómetro marca Takei Modelo Swedley III T-18	Kg
<i>Consumo máximo de oxígeno en humanos</i>	Es la cantidad máxima de oxígeno que el organismo puede absorber, transportar y consumir por unidad de tiempo	Cuantitativa	Razón	Prueba aeróbica de 1000 metros	mL/kg ⁻¹ /min ⁻¹
<i>Fuente: Propia</i>					

PROCEDIMIENTOS

Diseño del estudio: Se realizó la invitación a participar en un estudio de 24 semanas de ejercicio a través de carteles en el IMSS y en Centros de Salud. Un total de 80 individuos se ofrecieron como voluntarios para participar en el estudio, a todos los voluntarios se les explicaron los riesgos y procedimientos a realizar durante el estudio, como la toma de muestras de sangre, medidas antropométricas y se les entregó a firmar la carta de consentimiento informado. Se asignaron aleatoriamente conforme se fueron aceptando para el estudio, a uno de los 3 grupos siguientes: A) Ejercicio aeróbico de moderada intensidad (en bicicleta fija tipo spinning); B) Ejercicio de fuerza (con su propio peso); y C) Grupo control sin ejercicio. Se dieron a conocer las indicaciones para las mediciones bioquímicas: Acudir con ayuno mínimo de 8 hrs, traer la primera orina de la mañana, para su recolección: en un frasco estéril, desechar un poco de orina y comenzar a recolectar de chorro medio.

Mediciones bioquímicas: Los participantes se presentaron en ayuno para la toma de muestra al inicio del estudio y 24 hrs después de haber realizado el programa de ejercicio, para evitar alteraciones en las muestras por la actividad física. Las mediciones de lípidos (colesterol total, LDL, VLDL, HDL, triglicéridos), glucosa, urea, creatinina, ácido úrico se realizaron con el KIT Orthoclínical diagnostic IVD. La hemoglobina glucosilada se midió con DCA Systems.

Las mediciones antropométricas fueron registradas y el IMC calculado al inicio del estudio y al finalizar los 6 meses de entrenamiento; para el peso se utilizaron básculas digitales y para la talla cinta métrica seca. La circunferencia de cintura se midió con el paciente de pie, brazos cruzados en el pecho, en el punto medio entre la última costilla y la cresta ilíaca; la circunferencia de cadera en el punto más amplio de ésta.

La presión arterial se midió con el paciente sentado, espalda recta pies apoyados en el suelo, que haya estado en reposo al menos 5 minutos, sin haber consumido bebidas estimulantes, se descubre el brazo izquierdo colocando brazaletes para adulto, 2 a 3 cm por encima del pliegue antecubital, se insufla brazaletes hasta que dejamos de

percibir pulso radial, se insufla 10mmHg más, se coloca campana del estetoscopio sobre arteria braquial y se permite que el brazalete se desinfe lentamente, registrar TA sistólica al escuchar primer ruido de Korotkoff y TA diastólica al dejar de escuchar los sonidos de Korotkoff.

La capacidad cardiorespiratoria (VO_2 máx) se midió con la prueba de aeróbica de 1000 m. La fuerza muscular se midió en la mano derecha con un Dinamómetro marca Takei Modelo Smedley III T-18.

Intervenciones de ejercicio: El grupo A (EAMI), realizó 25 min de calentamiento pedaleando en bicicleta sin resistencia, seguido de 40 min aumentando gradualmente la resistencia hasta lograr una intensidad moderada y al final 5 min de enfriamiento reduciendo gradualmente la resistencia. En el grupo B (EF), los participantes realizaron 25 min de calentamiento, 40 minutos de ejercicio de fuerza con su propio peso al aire libre y 5 min de enfriamiento mediante ejercicios de estiramiento. En ambos grupos de intervención, la intensidad del ejercicio se incrementó progresivamente semana con semana. El grupo C (control), recibió las mismas recomendaciones generales sobre nutrición que los otros dos grupos y se indicó realizar las mismas actividades cotidianas.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se utilizó el software STATISTICA V10, una vez que se comprobó la normalidad de los datos mediante la prueba de Shapiro Wilks, se procedió a realizar ANOVA de mediciones repetidas, para identificar la diferencia entre los grupos y antes y después de la intervención, se consideraron los valores estadísticamente significativos a los valores de $p < 0.05$.

CONSIDERACIONES ÉTICAS

El presente trabajo de investigación supera los beneficios a los riesgos, por lo que es considerado de acuerdo con el Artículo 17 del Reglamento de la Ley General de Salud para la Investigación en Humanos, estudio de riesgo mínimo, además se adhiere a los lineamientos internacionales de Helsinki. Se solicitó a todos los participantes su

consentimiento informado por escrito (ver Anexo A) una vez que se les explicó la naturaleza del estudio y se despejaron todas sus dudas, también se aseguró el resguardo de la privacidad de los datos, utilizándolos exclusivamente con fines académicos y de investigación, protegiendo sus datos personales en todo momento. El presente trabajo consiste en un subanálisis derivado del proyecto *“Beneficios del ejercicio moderado sobre la función endotelial y marcadores de inflamación en adultos con enfermedad renal crónica leve y moderada”* aprobado por el Comité Institucional de Bioética en la Investigación de la Universidad de Guanajuato, con el número asignado CIBIUG-P39-2015.

RESULTADOS

A continuación, se muestra la población estudiada por grupos, por sexo y sus características al inicio y al final de la intervención de 6 meses de ejercicio. Se eliminaron 3 participantes; 1 de éstos solicitó su baja definitiva y los otros 2, debido a que no completaron el 80% del programa de ejercicio. (Tabla 2).

De acuerdo con los datos obtenidos en relación con el síndrome metabólico en el análisis de los grupos: A) Ejercicio aeróbico de moderada intensidad (EAMI); B) Ejercicio de fuerza (EF); y C) Control (C) (sin ejercicio). Se aprecia que en las variables de presión arterial sistólica (EAMI: 126.94 ± 11.97 mmHg a 130.27 ± 14.61 mmHg; EF: 121.5 ± 20.33 a 123.5 ± 16.94 mmHg; C: 126.36 ± 13.78 a 131.42 ± 15.14 mmHg respectivamente) y presión arterial diastólica (EAMI: 78.66 ± 7.45 mmHg a 77.83 ± 7.74 mmHg; EF: 77.00 ± 8.64 mmHg a 77.00 ± 6.56 mmHg; C: 79.84 ± 8.43 mmHg a 80.31 ± 8.93 mmHg respectivamente) no se encontraron diferencias significativas como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Características antropométricas y cardiometabólicas de los grupos estudiados.

Característica	Valores iniciales			Valores finales			F	P
	EAMI (n=H5/M13)	EF (n=H2/M18)	C (n=H8/M11)	EAMI	EF	C		
Edad (años)	58 + 8.5	54 + 10.7	59 + 9.5	=	=	=		
Peso (kg)	73.8 ± 11.8	74.5 ± 11.2	79.1 ± 16.9	73.1 ± 11.7	72.8 ± 11.4	79.2 ± 18.2	1.358 R1:2.74	0.265 R1:0.103
% grasa (%)	40.3 ± 6.6	37.8 ± 6.3	39.2 ± 8.5	39.2 ± 7.6	41.4 ± 3.8	38.0 ± 8.4	3.827 R1:0.28	0.0279 R1:0.593
Masa muscular (kg)	23.8 ± 3.3	32.4 ± 7.8	26.2 ± 5.8	24.0 ± 3.5	30.3 ± 7.1	26.7 ± 6.1	3.594 R1:1.305	0.0342 R1:0.258
Cintura (cm)	100.9 ± 9.3 ^a	105.6 ± 8.4	104.9 ± 11.6	95.6 ± 9.9 ^{a*}	104.3 ± 8.9 [*]	104.2 ± 12.3 [*]	3.344 R1:9.418	0.0427 R1:0.0033
Cadera (cm)	107.3 ± 12.4	104.8 ± 8.9	108.5 ± 12.3	104.6 ± 10.5	106.4 ± 7.8	107.1 ± 12.3	3.787 R1:1.611	0.0288 R1:0.209
VO2max (mL/kg ⁻¹ /min ⁻¹)	27.1 ± 4.7 ^b	12.7 ± 12.7 ^c	25.7 ± 3.3	31.9 ± 5.0 ^b	25.2 ± 7.8 ^c	25.2 ± 3.7	20.18 R1:43.17	0.00000 R1:0.0000

*Variables que mostraron cambio significativo antes y después de la intervención y entre grupos. Posthoc: ^a=0.005, ^b=0.03 ^c=0.00000
 Abreviaciones: EAMI: ejercicio aeróbico de moderada intensidad, EF: ejercicio de fuerza, C: control, F: valor de ANOVA de mediciones repetidas, KG: kilogramos, %: porcentaje, cm: centímetros, mL/kg-1 /min-1: mililitros de oxígeno por kilogramo corporal y minuto.

Fuente: propia.

Tabla 2. Características antropométricas y cardiometabólicas de los grupos estudiados. (Continuación)								
Característica	EAMI (n=H5:M13)	EF (n=H2:M18)	C (n=H8:M11)	EAMI	EF	C	F	P
TA sistólica (mmHg)	126.9 ± 11.9	121.5 ± 20.3	126.3 ± 13.7	130.2 ± 14.6	123.5 ± 16.9	131.4 ± 15.1	0.218 R1:3.26	0.804 R1:0.076
TA diastólica (mmHg)	78.6 ± 7.4	77 ± 8.6	79.8 ± 8.4	77.8 ± 7.7	77.0 ± 6.5	80.3 ± 8.9	0.091 R1:0.009	0.912 R1:0.923
TG (mg/dL)	198.4 ± 90.7	250.3 ± 174.8	209.6 ± 103.6	160.6 ± 60.1	222.5 ± 136.4	208.4 ± 118.6	0.738 R1:3.12	0.482 R1:0.082
HDL (mg/dL)	50.6 ± 10.5	41.3 ± 10.3	44.8 ± 13.3	40.3 ± 8.0	43.1 ± 10.5	37.4 ± 8.5	6.67 R1:14.0	0.0025 R1:0.0004
LDL (mg/dL)	103.1 ± 32.3	103.0 ± 18.6	105 ± 32.8	125.4 ± 38.7	112.8 ± 29.0	115.5 ± 40.5	0.851 R1:10.87	0.432 R1:0.0017
VLDL (mg/dL)	39.6 ± 18.2	43.4 ± 28.5 ^a	45.1 ± 29.7	32.0 ± 11.9*	23.3 ± 19.1 ^{a*}	42.1 ± 23.5*	4.56 R1:17.68	0.014 R1:0.00009
HgA1c (%)	7.1 ± 1.5	8.8 ± 2.8	7.0 ± 1.7	6.4 ± 1.6	7.8 ± 1.7	6.6 ± 1.0	0.672 R1:8.229	0.514 R1:0.0058
Glucosa en ayuno (mg/dL)	146.8 ± 68.1	167.0 ± 84.7	152.3 ± 64.7	140.6 ± 55.4	127.1 ± 58.5	150.5 ± 79.8	1.116 R1:1.91	0.334 R1:0.171

*Variables que mostraron cambio significativo antes y después de la intervención y entre grupos. Posthoc: ^a=0.0001 Abreviaciones: EAMI: ejercicio aeróbico de moderada intensidad, EF: ejercicio de fuerza, C: control, F: valor de ANOVA de mediciones repetidas, TA: tensión arterial, mmHg: milímetros de mercurio, TG: triglicéridos, mg/dL: miligramos por decilitro, HDL: lipoproteínas de alta densidad, LDL: lipoproteínas de baja densidad, VLDL: lipoproteínas de muy baja densidad, HgA1c: hemoglobina glicada Fuente: propia.

La glucosa preprandial mostró un cambio de 167.05 ± 84.70 mg/dL a 127.10 ± 58.52 mg/dL, se observó una tendencia a disminuir con EF, sin embargo, la diferencia no fue significativa, aunque clínicamente los acerca a cifras de control (Figura 1).

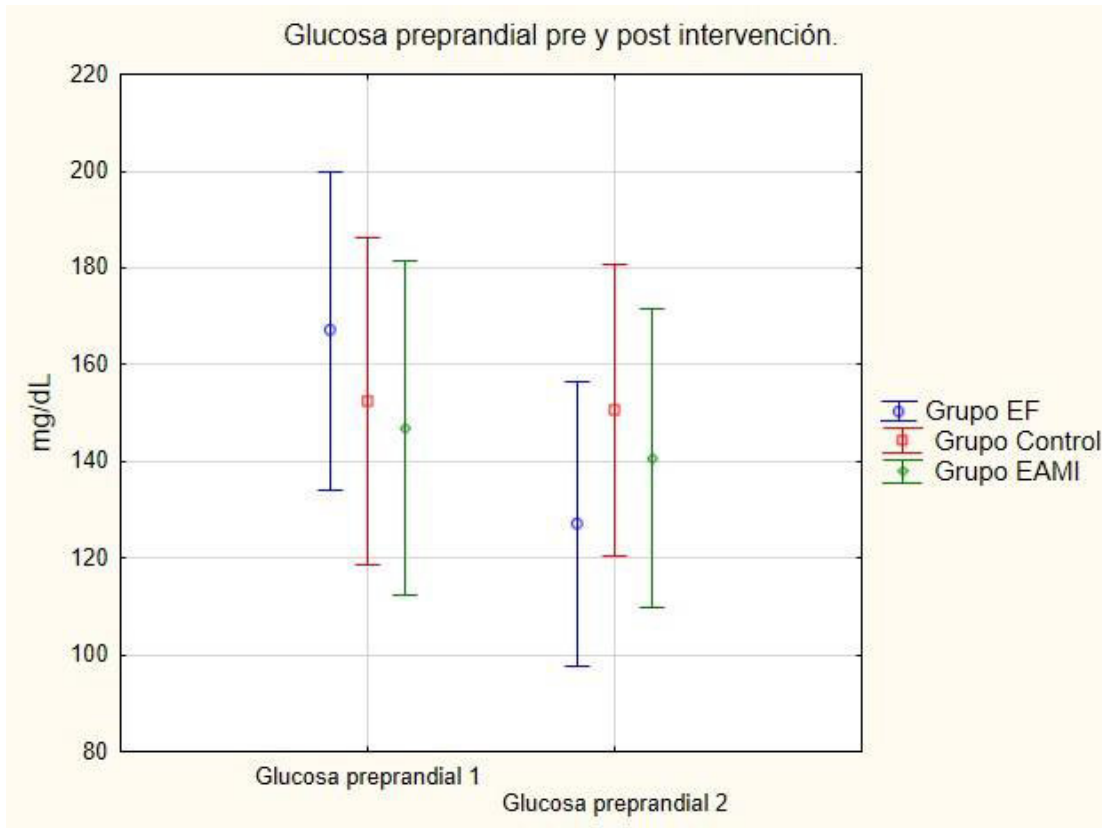


Figura 1. Comparación de la glucosa preprandial inicial contra glucosa preprandial al final de la intervención en los tres grupos: Grupo EAMI: ejercicio aeróbico de moderada intensidad, Grupo EF: ejercicio de fuerza y Grupo C: control. Fuente propia.

En el caso de los triglicéridos cabe resaltar que se vieron disminuidos con ambos tipos de ejercicio (Grupo EAMI: 198.44 ± 90.73 mg/dL a 160.61 ± 60.19 mg/dL; grupo EF: 250.36 ± 174.83 mg/dL a 222.56 ± 136.41 mg/dL), comparados con el grupo control (209.68 ± 103.65 a 208.42 ± 118.69 mg/dL), aunque la disminución no fue de forma significativa, sí fue lo suficiente para acercarlos a cifras de control (Figura 2).

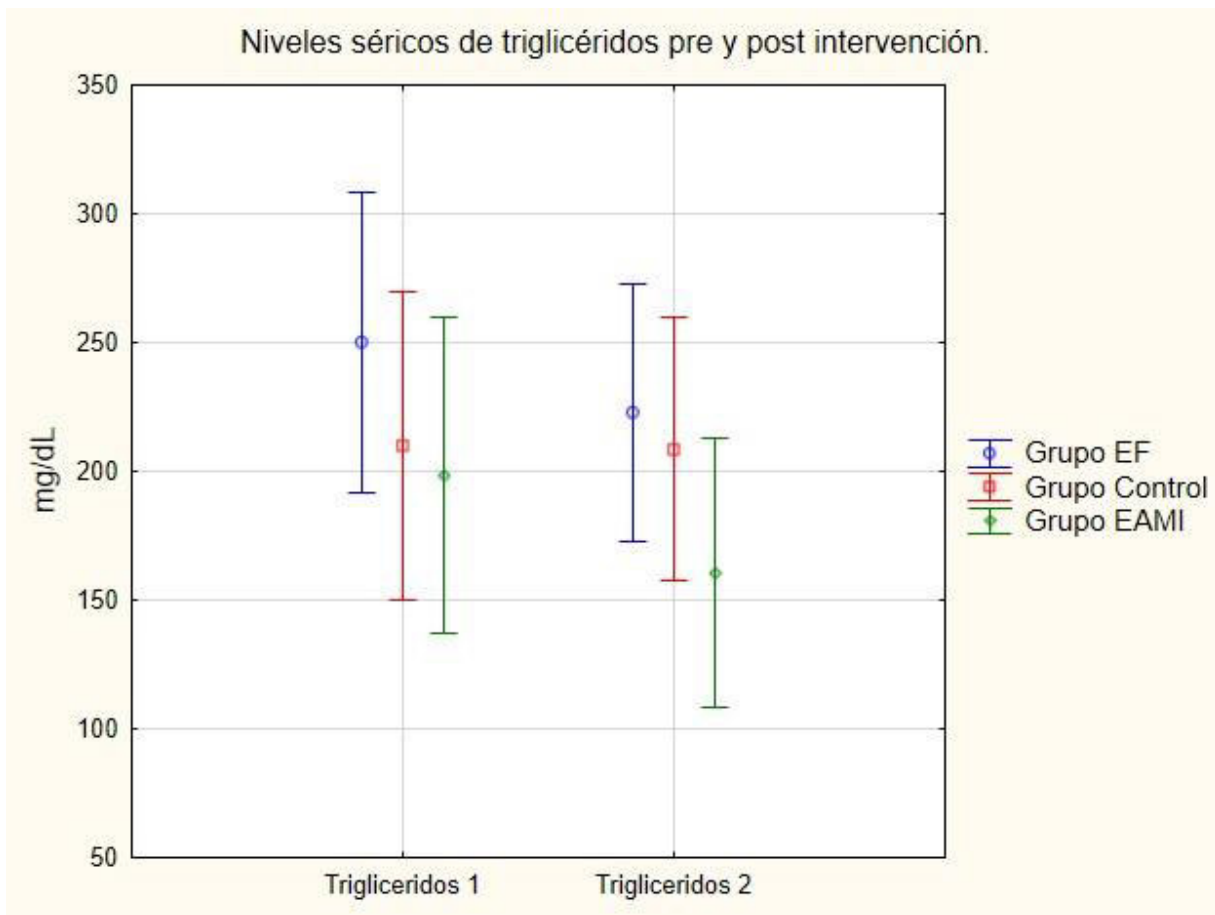


Figura 2. Comparación de niveles séricos de triglicéridos al inicio y al final de la intervención en los 3 grupos: Grupo EAMI: ejercicio aeróbico de moderada intensidad, Grupo EF: ejercicio de fuerza y Grupo C: control. [Abv.: 1: inicial, 2: final] Fuente: propia.

Desafortunadamente, para el caso del colesterol HDL, éste mostró una disminución considerable tanto en el grupo EAMI (50.66 ± 10.59 mg/dL a 40.33 ± 8.06 mg/dL) como en el grupo C (44.84 ± 13.34 a 37.47 ± 8.57 mg/dL), y un aumento no significativo en el grupo EF (41.35 ± 10.31 mg/dL a 43.10 ± 10.58 mg/dL).

En los parámetros relacionados a composición corporal, EF mostró un incremento en el porcentaje de grasa ($37.83 \pm 6.35\%$ a $41.49 \pm 3.84\%$), no así para el grupo C y EAMI. Respecto al peso, éste mostró una leve tendencia a disminuir con el EF, pero el cambio no fue significativo (74.56 ± 11.29 kg a 72.84 ± 11.41 kg). En cuanto a la masa muscular, se observó que EF tuvo una mayor pérdida de ésta en relación a los valores iniciales (32.49 ± 7.88 kg a 30.34 ± 7.14 kg).

En la circunferencia de cintura mostraron una mayor reducción los del grupo EAMI (100.98 ± 9.36 cm a 95.66 ± 9.93 cm; $p < 0.005$), en comparación a los del grupo EF y control ($p < 0.04$) como se puede observar en la Figura 3.

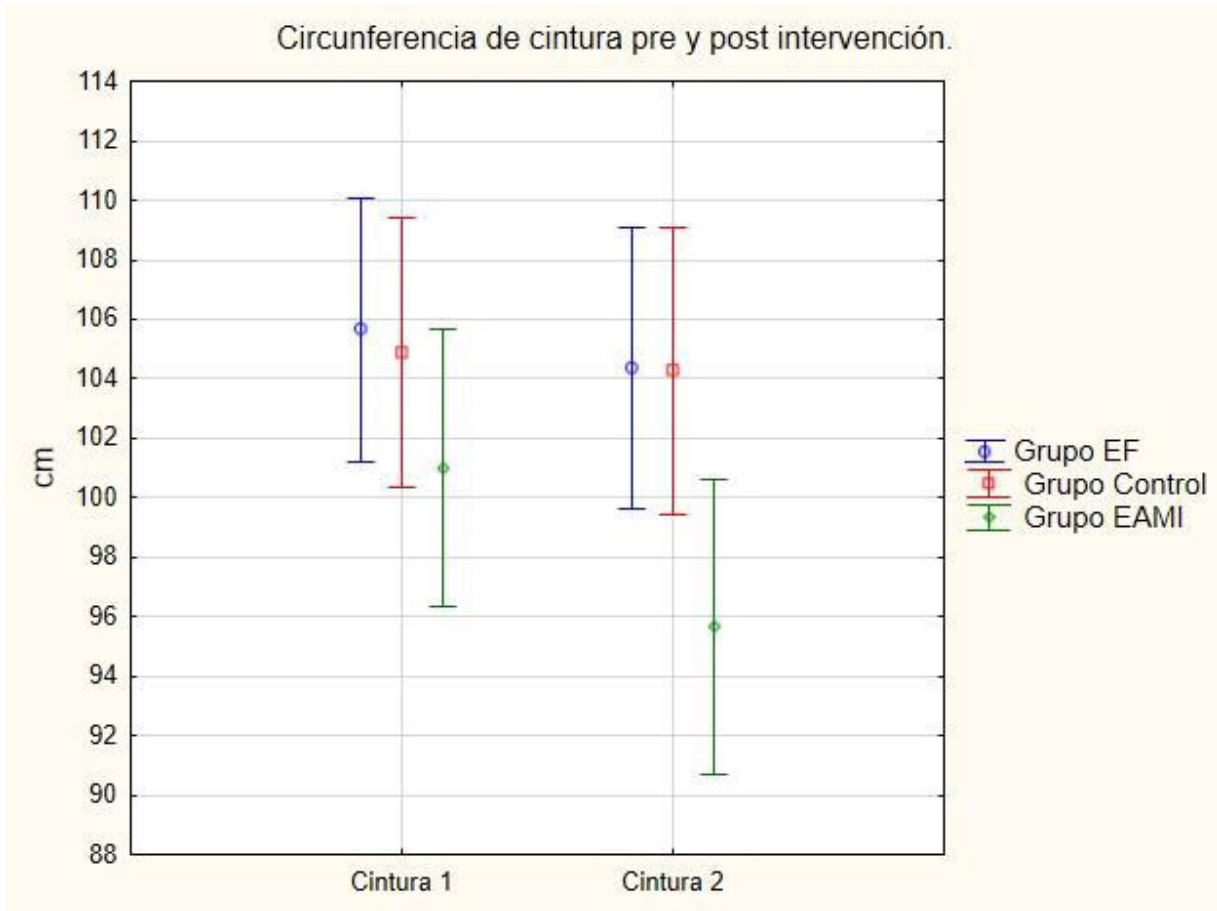


Figura 3. Comparación de circunferencia de cintura al inicio y al final de la intervención en los 3 grupos: Grupo EAMI: ejercicio aeróbico de moderada intensidad, Grupo EF: ejercicio de fuerza y Grupo C: control. [1: inicial, 2: final] Fuente: propia.

La circunferencia de cadera aumentó con EF de 104.85 ± 8.92 cm a 106.45 ± 7.86 cm y disminuyó, aunque no de manera significativa, con EAMI ($107.3 + 12.46$ cm a $104.66 + 10.55$ cm).

El grupo EF fue el único que disminuyó considerablemente el colesterol VLDL de 43.42 ± 28.50 mg/dL a 23.36 ± 19.11 mg/dL ($p < 0.01$) como muestra la Figura 4.

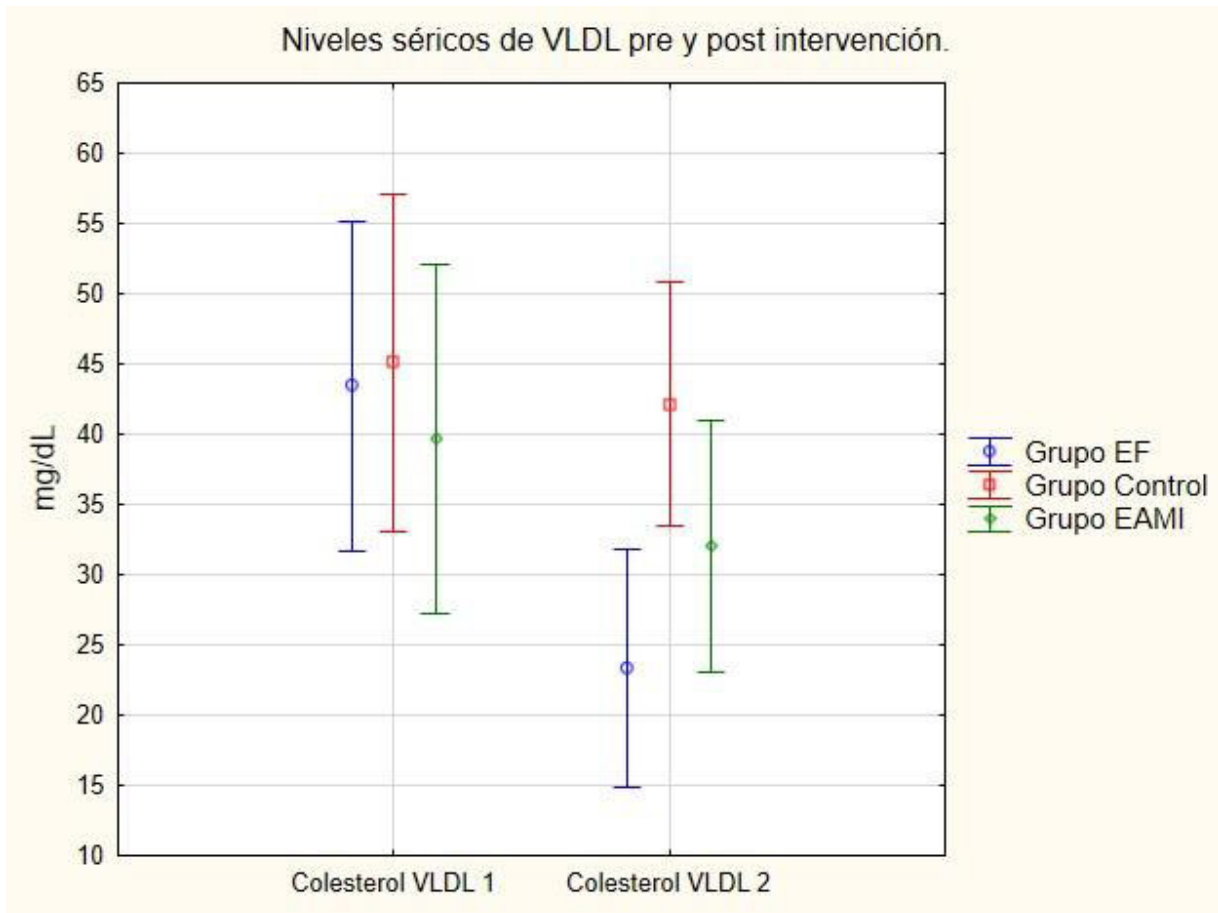


Figura 4. Comparación de niveles séricos de colesterol VLDL al inicio y al final de la intervención en los 3 grupos: Grupo EAMI: ejercicio aeróbico de moderada intensidad, Grupo EF: ejercicio de fuerza y Grupo C: control. [Abv.: 1: inicial, 2: final] Fuente: propia.

Cabe resaltar que se encontró un incremento significativo en $VO_2\max$ con EF y un leve incremento con EAMI (de $12.71 \pm 12.73 \text{ mL/kg}^{-1}/\text{min}^{-1}$ a $25.20 \pm 7.87 \text{ mL/kg}^{-1}/\text{min}^{-1}$ y de $27.12 + 4.70 \text{ mL/kg}^{-1}/\text{min}^{-1}$ a $31.95 + 5.07 \text{ mL/kg}^{-1}/\text{min}^{-1}$ respectivamente; $p < 0.00000$; $F = 20.18$) (Figura 5).

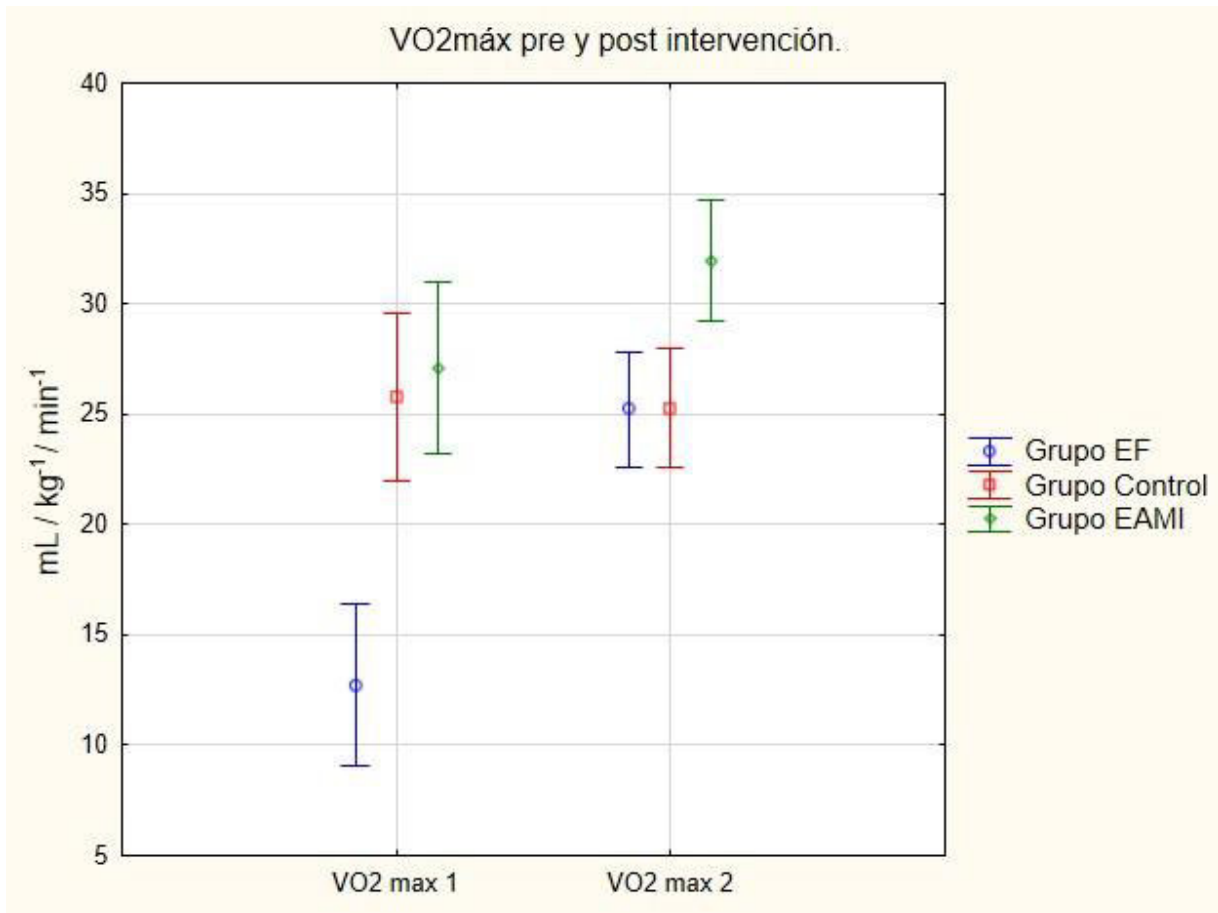


Figura 5. Comparación de consumo de oxígeno máximo al inicio y al final de la intervención en los 3 grupos: Grupo EAMI: ejercicio aeróbico de moderada intensidad, Grupo EF: ejercicio de fuerza y Grupo C: control. [Abv.: 1: inicial, 2: final] Fuente: propia.

La HbA1c mostró una tendencia a disminuir en los 3 grupos, observándose una mayor disminución con el grupo EF, sin embargo, esta diferencia no fue significativa entre ellos, como se observa en la Figura 6. A pesar de que estas últimas variables no son componentes del síndrome metabólico, tiene relación con el riesgo de desarrollar enfermedades cardiometabólicas y pudieran emplearse para más estudios.

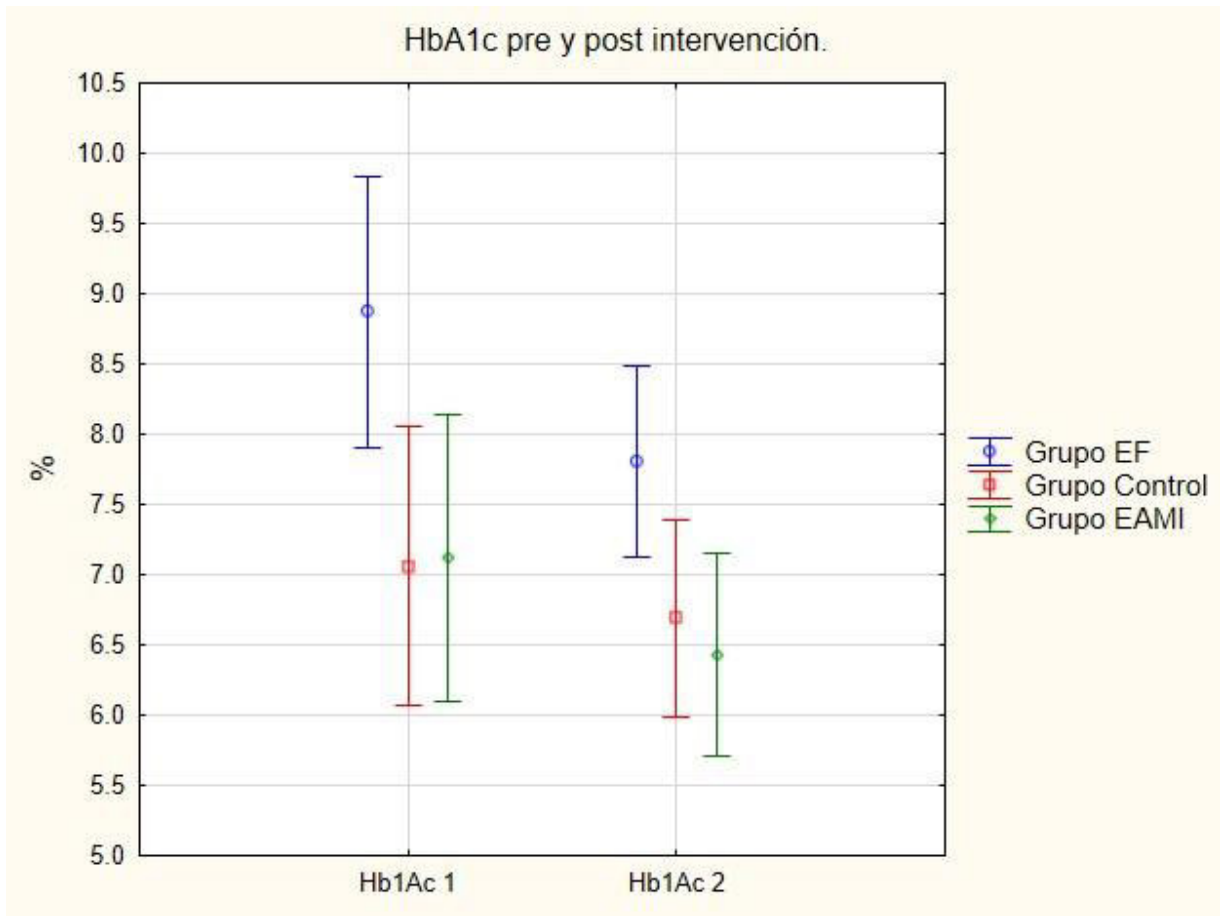


Figura 6. Comparación de hemoglobina glucosilada al inicio y al final de la intervención en los 3 grupos: Grupo EAMI: ejercicio de moderada intensidad, Grupo EF: ejercicio de fuerza y Grupo C: control. [Abv.: 1: inicial, 2: final] Fuente: propia.

DISCUSIÓN

En el presente estudio se investigó el efecto de entrenamiento aeróbico de moderada intensidad (EAMI) y entrenamiento de fuerza (EF) sobre los componentes de síndrome metabólico y la composición corporal. Se llevó a cabo una intervención de 6 meses de duración comparando los efectos de EAMI, EF y grupo control. No se observaron cambios significativos sobre la TA, registrándose una leve tendencia a elevar la TA sistólica en los tres grupos, mientras que la diastólica se mantuvo sin cambios aparentes. Estos resultados difieren bastante con lo reportado en varios estudios previos, como en el caso de Mitiku Daimo en 2020, quien reportó que un entrenamiento de 16 semanas de EAMI redujo significativamente las cifras de ambas, TA sistólica y diastólica media (-7.1 mmHg; $p < 0.001$ y -5.6 mmHg; $p < 0.001$ respectivamente) en pacientes hipertensos en estadio 1; Ostman (2017), refiere la presión arterial sistólica y diastólica disminuidas significativamente MD -2.54 mmHg (95% CI -4.34, -0.75, $p = 0.006$), y MD -2.27 mmHg (95% CI -3.47, -1.06, $p = 0.0002$) respectivamente, en el análisis de estudios de EAMI versus control, Singhal Swati (2015) menciona también que el EAMI mostró una mayor eficacia para reducir la presión arterial sistólica, la presión arterial diastólica y la frecuencia cardíaca en comparación con el ejercicio de fuerza y Lori Bateman et al. (2011) mencionan que el ejercicio aeróbico es la forma más eficiente para mejorar la salud cardiometabólica en personas con obesidad y sobrepeso.

Retomando los resultados obtenidos en el presente estudio, es probable que se deban a la suma de múltiples factores, entre ellos la edad de los participantes (alrededor de 56 años en promedio), el sexo el cual fue predominantemente femenino, el estado hormonal de las participantes (menopausia o perimenopausia). De acuerdo a lo encontrado por Meruna Bose y col. (2012), el efecto de EAMI de corta duración sobre la presión arterial en reposo y la frecuencia cardíaca en sujetos prehipertensos e hipertensos estadio 1, muestra una disminución significativa en los valores de presión arterial sistólica, presión arterial diastólica y frecuencia cardíaca después de 6 semanas de entrenamiento; el cambio en los valores era mayor en hombres que en mujeres, y los cambios fueron más notorios en individuos menores de 50 años que en

aquellos mayores de 50 años debido a los cambios en el envejecimiento del sistema cardiovascular, las arterias se vuelven más gruesas, rígidas y menos flexibles. (27)

En lo que concierne al perfil de lípidos; en el presente estudio se observó una disminución de TG con ambos tipos de ejercicio (EAMI y EF) comparados con el grupo control, aunque no fue de forma significativa sí lo suficiente para acercarlos a cifras de control. Además, donde sí se observó una mejoría significativa fue en el VLDL-c. El colesterol HDL por el contrario, mostró disminución considerable en el grupo EAMI, y un aumento no significativo en el grupo EF. Hill *et al.* en 2005, demostró que sólo el ejercicio de resistencia de alta intensidad incrementa los niveles de HDL de manera inmediata al ejercicio, los autores sugieren que los niveles de HDL-c dependen mayormente de la intensidad del ejercicio, basado en el concepto de la posible existencia de un umbral adaptativo en el ejercicio de resistencia, lo cual explica los resultados obtenidos en este estudio (28). En contraste, Lira *et al.* demostraron que los ejercicios de fuerza de baja y moderada intensidad (50% 1-RM y 75% 1-RM) parecen tener mayor eficacia para reducir triglicéridos y aumentar el colesterol HDL, no mostró diferencia significativa para LDL-c comparado con el de ejercicio de alta intensidad. En el presente estudio se empleó el ejercicio de moderada intensidad y no se incluyó el de alta intensidad debido a las características de los participantes (obesidad, sedentarismo, síndrome metabólico), ya que implica un mayor riesgo cardíaco el someterlos a ejercicio de este tipo sin entrenamiento previo.

En lo concerniente a la composición corporal, no se encontraron cambios significativos en el peso corporal antes y después de la intervención, esto probablemente se deba al cambio que hubo en el % grasa y masa muscular, compensándose uno con otro. Sin embargo, Ostman (2017), reporta mejoría con ejercicio aeróbico; Zuyao (2013), con ejercicio de fuerza y Ho Suleen (2012), con ejercicio combinado.

La circunferencia de cintura mostró una mejoría en ambos grupos, sin embargo, la mayor reducción en ésta, se observó con el grupo de EAMI ($p < 0.005$) en comparación con los del grupo de fuerza y grupo control ($p < 0.04$), lo cual coincide con el estudio realizado por Ostman (2017), quien demostró una disminución tanto con ejercicio aeróbico como con el combinado, no obstante, el efecto fue mayor con ejercicio

combinado. Sería conveniente llevar a cabo un estudio añadiendo un grupo de ejercicio combinado durante un periodo de 6 meses y comparar resultados.

La circunferencia de cadera inesperadamente aumentó con EF (104.85 ± 8.92 cm a 106.45 ± 7.86 cm) y disminuyó, aunque no de manera significativa con EAMI (107.3 ± 12.46 cm a 104.66 ± 10.55 cm); este aumento se debió probablemente al tipo de ejercicio realizado en EF, el cual consistió principalmente en sentadillas, lo que llevó a la tonificación y levantamiento de glúteos. Contrario a lo reportado por Chiu et al. (2017) quien resalta el papel clave de la intensidad del ejercicio para mayores efectos sobre composición corporal, refiere que el ejercicio de alta intensidad y gasto energético pueden reducir significativamente el peso corporal, la grasa corporal, la circunferencia de cintura, el índice cintura-cadera, y el índice cintura- estatura; sin embargo, en el presente estudio no observamos estos cambios tan significativos puesto que el ejercicio fue de moderada intensidad.

En el grupo EAMI se encontró una disminución en el porcentaje de grasa y un aumento de masa muscular (%GC: 40.36 ± 6.63 a 39.23 ± 7.66 ; MM 23.88 ± 3.36 a 24.08 ± 3.55), no así en el grupo EF (%GC 37.83 ± 6.35 a 41.49 ± 3.84 ; MM 32.49 ± 7.88 kg a 30.34 ± 7.14 kg) aunque estos cambios no fueron significativos comparados con el control. De acuerdo con esto, Leslie Willis et al (2012), recomiendan el ejercicio aeróbico para reducir grasa y masa corporal, y el ejercicio combinado o de resistencia para incrementar masa magra en adultos con sobrepeso y obesidad. De igual manera, Ho Suleen (2012), observó una mejora significativa en el porcentaje de grasa corporal y grasa abdominal con ejercicio combinado comparado con el ejercicio de resistencia solo o el grupo control.

Interesantemente se encontró que con EF se logró un mayor incremento del VO_2 máx de manera significativa, no obstante, en EAMI también se observó un incremento, aunque no fue tan notorio. Considerando que una capacidad cardiorespiratoria baja es un fuerte factor de riesgo independiente para el desarrollo de enfermedades cardiovasculares y mortalidad por cualquier causa, es importante resaltar el incremento en esta variable con ambos tipos de ejercicio comparados con el control,

por lo que sería conveniente recomendar EF para mejorar el consumo de oxígeno máximo y así reducir el riesgo de enfermedades cardiovasculares.

El ejercicio combinado brinda mayores beneficios para pérdida de peso, pérdida de grasa y resistencia cardiorrespiratoria comparado con modalidades aeróbicas o de fuerza por separado, por tanto el ejercicio combinado debería ser recomendado para pacientes adultos con obesidad y con sobrepeso (22).

CONCLUSIONES

El ejercicio de fuerza (fuerza con su propio peso) logró cambios significativos en el consumo de oxígeno máximo (VO_2 máx) y VLDL-c comparado con el grupo control, mientras que el ejercicio aeróbico de moderada intensidad (en bicicleta tipo spinning) mostró una leve mejoría en comparación con el control.

El ejercicio de fuerza mostró una tendencia a disminuir algunos componentes del síndrome metabólico tales como la concentración de glucosa preprandial y triglicéridos, aunque no se observaron diferencias significativas entre ambos grupos de ejercicio.

El ejercicio aeróbico de moderada intensidad mostró una tendencia a mejorar las variables correspondientes a la composición corporal, como son la circunferencia de cintura y cadera, el porcentaje de grasa corporal y la masa muscular.

BIBLIOGRAFÍA

1. International Diabetes Federation. The IDF consensus worldwide definition of the metabolic syndrome. 2006;1–24.
2. Jiménez-Maldonado A, García-Suárez PC, Rentería I, Moncada-Jiménez J, Plaisance EP. Impact of high-intensity interval training and sprint interval training on peripheral markers of glycemic control in metabolic syndrome and type 2 diabetes. BBA - Mol Basis Dis. 2020;1866.
3. INEGI, INSP. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2018 ENSANUT Diseño conceptual. 2019;1–295.
4. INEGI, INSP, Secretaría de Salud. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición.

2018. Presentación de resultados. 2018;1–42.
5. Bhalwar R. Metabolic syndrome : The Indian public health perspective. *Med J Armed Forces India*. 2020;76:8–16.
 6. Carvalho LP, Di Thommazo-luporini L, Mendes RG, Cabiddu R, Ricci PA, Basso-Vanelli RP, et al. Metabolic syndrome impact on cardiac autonomic modulation and exercise capacity in obese adults. *Auton Neurosci Basic Clin*. 2018;213:43–50.
 7. Organización Mundial de la Salud. Recomendaciones mundiales sobre actividad física para la salud. Organización Mundial de la Salud, editor. Ginebra, Suiza; 2010.
 8. Mayo Foundation for Medical Education and Research (MFMER). Intensidad del ejercicio: cómo medirla [Internet]. ART-20046887. 2019. Available from: <https://www.mayoclinic.org/es-es/healthy-lifestyle/fitness/in-depth/exercise-intensity/art-20046887>
 9. Ramírez MÁ, Rosety JM, Marcos-Becerro J, Rosety I, Ordóñez F, Rosety-Rodríguez M, et al. El ejercicio y el síndrome metabólico. *Rev Méd Urug*. 2012;28(4):309–16.
 10. Sundell J. Resistance Training Is an Effective Tool against Metabolic and Frailty Syndromes. *Adv Prev Med* [Internet]. 2011; Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/%0Apmc/articles/PMC3168930/>
 11. Ormsbee M, Thyfault J, Johnson E, Kraus R, Choi M, Hickner R. Fat metabolism and acute resistance exercise in trained men. *J Appl Physiol*. 2007;102(5):1767–72.
 12. Mancia G, De Backer G, Dominiczak A, Cifkova R, Fagard R, Germano G, et al. 2007 Guidelines for the Management of Arterial Hypertension. *J Hypertens*. 2007;25(6):1105–1187.
 13. Aguirre Urdaneta MA, Rojas Quintero JJ, Lima Martínez MM. Actividad física y síndrome metabólico: Citius-Altius-Fortius. *Av Diabetol*. 2012;28(6):123–30.
 14. Bateman L, Slentz C, Willis L, Shields T, Piner L, Bales C, et al. Comparison of Aerobic Versus Resistance Exercise Training Effects on Metabolic Syndrome.

- Am J Cardiol. 2011;108(6):838–44.
15. Daimo M, Mandal S, Abdulkader M, Mathivanan D. Effect of aerobic exercise on blood pressure in men with hypertension: A randomized controlled study. Turkish J Kinesiol. 2020;6(1):32–9.
 16. Willis LH, Slentz CA, Bateman LA, Shields AT, Piner LW, Bales CW, et al. Effects of aerobic and/or resistance training on body mass and fat mass in overweight or obese adults. J Appl Physiol. 2012;113:1831–7.
 17. Swati S, Sonia, Sheetal K. Effects of Aerobic Versus Resistance Training on Blood Pressure in Hypertensive Patients. J Anesth Crit Care Open Access. 2015;3(3).
 18. Stuart CA, South MA, Lee ML, McCurry MP, Howell MEA, Ramsey MW, et al. Insulin responsiveness in metabolic syndrome after eight weeks of cycle training. Med Sci Sports Exerc. 2013;45(11):2021–9.
 19. Lira FS, Yamashita AS, Uchida MC, Zanchi NE, Gualano B, Jr EM. Low and moderate , rather than high intensity strength exercise induces benefit regarding plasma lipid profile. Diabetol Metab Syndr. 2010;2(31):1–6.
 20. Yang Z, Scott CA, Mao C, Tang J, Farmer AJ. Resistance Exercise Versus Aerobic Exercise for Type 2 Diabetes : A Systematic Review and Meta-Analysis. Sport Med. 2013;44:487–499.
 21. Ostman C, Smart NA, Morcos D, Duller A, Ridley W, Jewiss D. The effect of exercise training on clinical outcomes in patients with the metabolic syndrome : a systematic review and meta - analysis. Cardiovasc Diabetol. 2017;16(110):1–11.
 22. Ho SS, Dhaliwal SS, Hills AP, Pal S. The effect of 12 weeks of aerobic , resistance or combination exercise training on cardiovascular risk factors in the overweight and obese in a randomized trial. BMC Public Health [Internet]. 2012;12(704). Available from: BMC Public Health
 23. Chiu CH, Ko MC, Wu LS, Yeh DP, Kan NW, Lee PF, et al. Benefits of different intensity of aerobic exercise in modulating body composition among obese young adults: A pilot randomized controlled trial. Health Qual Life Outcomes.

2017;15(168):1–9.

24. Instituto Nacional de Salud Pública. ¿De qué mueren los mexicanos? [Internet]. 2020 [cited 2020 Aug 9]. Available from: <https://www.insp.mx/avisos/51111-dia-muertos-mexicanos.html>
25. Malo-Serrano M, Castillo M. N, Pajita D. D. La obesidad en el mundo. *An Fac med.* 2017;78(2):173–8.
26. Organisation for Economic Co-operation and Development. OECD Better policies for better lives [Internet]. Presentación del estudio: “La Pesada Carga de la Obesidad: La Economía de la Prevención.” 2020 [cited 2020 Aug 9]. Available from: <https://www.oecd.org/about/secretary-general/heavy-burden-of-obesity-mexico-january-2020-es.htm>
27. Meruna B D V. Effects of short duration aerobic exercises on resting blood pressure and heart rate in pre-hypertensive and stage1 hypertensive subjects. *Indian J Physiother &Occupational Ther.* 2012;6(4):191–5.
28. Hill S, Bermingham M, Knight P. Lipid metabolism in young men after acute resistance exercise at two different intensities. *J Sci Med Sport.* 2005;8:441.



UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO
CAMPUS LEÓN
DEPTO. DE MEDICINA Y NUTRICIÓN

León, Gto. a ____ de _____ de _____

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Por medio del presente, yo C. _____ ,
declaro que deseo participar en el estudio “**Comparación del efecto de ejercicio en bicicleta fija y ejercicio de fuerza con su propio peso sobre componentes del síndrome metabólico y composición corporal en adultos**” el cual, se me ha dado a conocer que consiste en una serie de sesiones educativas, intervenciones y entrevistas, en las que se me realizarán mediciones de presión arterial, consumo máximo de oxígeno, fuerza muscular, además de mediciones antropométricas como: peso, talla, índice de masa corporal, circunferencia de cintura y cadera; y bioquímicas como: glucosa preprandial, hemoglobina glucosilada, colesterol total, LDL, HDL, VLDL, triglicéridos, urea, creatinina, ácido úrico, antes y después de la intervención. Se me explicaron los riesgos y condiciones del estudio. Es de mi conocimiento que los datos obtenidos serán utilizados con fines académicos y de investigación, por lo que mis datos personales y mi identidad serán protegidos en todo momento.

Firma Participante

Firma Testigo 1

Firma Testigo 2

Dra. Daniela Beatriz Muñoz López

Firma Investigador responsable



Dra. Daniela Beatriz Muñoz López
Presente

Por acuerdo con el Dr. Tonatiuh García Campos, Director de la División de Ciencias de la Salud del Campus León, se le ha designado como **Vocal** del examen para obtener el grado de la **Licenciatura en Médico Cirujano** que sustentará la **C. Alondra Gabriela Mercado Mendiola**.

La modalidad de la titulación será por medio de la presentación de tesis que con el título de **“Comparación de efecto del ejercicio en bicicleta fija y ejercicio de fuerza por su propio peso sobre los componentes de síndrome metabólico y composición corporal”**, ha completado y es satisfactorio de acuerdo al Director de trabajo.

Por lo anterior le solicito revise la tesis de la alumna que acompaña al presente y nos informe mediante su voto si procede la realización del examen de titulación.

Su participación en este proceso es de la mayor importancia para la Misión de la Universidad por lo que deseo expresarle mi agradecimiento por su valiosa colaboración en la evaluación del trabajo y la realización del examen de titulación.

Sin otro particular me es grato reiterarle la seguridad de mi más alta consideración.

Atentamente
La Verdad Os Hará Libres
León, Gto a 22 de octubre de 2020
La Secretaria Académica de la División

Mtra. Cipriana Caudillo Cisneros

Para los sinodales:

Mi voto en relación con el trabajo de Titulación es: Aprobada.

Firma: *[Firma manuscrita]*

SECRETARIA ACADEMICA DE LA DIVISIÓN DE CIENCIAS DE LA SALUD CAMPUS LEÓN
Blvd. Puente Milenio No. 1001 Fracción del Predio San Carlos C.P. 37670 Tel. (477) 267 49 00 Ext. 3657



Universidad
de Guanajuato

Dra. Elia Lara Lona
Presente

Por acuerdo con el Dr. Tonatiuh García Campos, Director de la División de Ciencias de la Salud del Campus León, se le ha designado como **Secretario** del examen para obtener el grado de la **Licenciatura en Médico Cirujano** que sustentará la **C. Alondra Gabriela Mercado Mendiola**.

La modalidad de la titulación será por medio de la presentación de tesis que con el título de **"Comparación de efecto del ejercicio en bicicleta fija y ejercicio de fuerza por su propio peso sobre los componentes de síndrome metabólico y composición corporal"**, ha completado y es satisfactorio de acuerdo al Director de trabajo.

Por lo anterior le solicito revise la tesis de la alumna que acompaña al presente y nos informe mediante su voto si procede la realización del examen de titulación.

Su participación en este proceso es de la mayor importancia para la Misión de la Universidad por lo que deseo expresarle mi agradecimiento por su valiosa colaboración en la evaluación del trabajo y la realización del examen de titulación.

Sin otro particular me es grato reiterarle la seguridad de mi más alta consideración.

Atentamente
La Verdad Os Hará Libres
León, Gto a 22 de octubre de 2020
La Secretaria Académica de la División

Mtra. Cipriana Caudillo Cisneros

Para los sinodales:

Mi voto en relación con el trabajo de Titulación es: **APROBADO**

Firma: 

SECRETARIA ACADEMICA DE LA DIVISION DE CIENCIAS DE LA SALUD CAMPUS LEÓN
Blvd. Puente Milenio No. 1001 Fracción del Predio San Carlos C.P. 37670 Tel. (477) 267 49 00 Ext. 3657



Universidad
Guanajuato

Dra. Ana Lilia González Yebra

Presente

Por acuerdo con el Dr. Tonatiuh García Campos, Director de la División de Ciencias de la Salud del Campus León, se le ha designado como **Presidente** del examen para obtener el grado de la Licenciatura en Médico Cirujano que sustentará la C. **Alondra Gabriela Mercado Mendiola**.

La modalidad de la titulación será por medio de la presentación de tesis que con el título de "Comparación de efecto del ejercicio en bicicleta fija y ejercicio de fuerza por su propio peso sobre los componentes de síndrome metabólico y composición corporal", ha completado y es satisfactorio de acuerdo al Director de trabajo.

Por lo anterior le solicito revise la tesis de la alumna que acompaña al presente y nos informe mediante su voto si procede la realización del examen de titulación.

Su participación en este proceso es de la mayor importancia para la Misión de la Universidad por lo que deseo expresarle mi agradecimiento por su valiosa colaboración en la evaluación del trabajo y la realización del examen de titulación.

Sin otro particular me es grato reiterarle la seguridad de mi más alta consideración.

Atentamente
La Verdad Os Hará Libres
León, Gto a 22 de octubre de 2020
La Secretaria Académica de la División

Mtra. Cipriana Caudillo Cisneros

Para los sinodales:

Mi voto en relación con el trabajo de Titulación es:

aprobado

Firma:

SECRETARIA ACADEMICA DE LA DIVISION DE CIENCIAS DE LA SALUD CAMPUS LEÓN
Blvd. Puente Milenio No. 1001 Fracción del Predio San Carlos C.P. 37670 Tel. (477) 267 49 00 Ext. 3657



Dra. Beatriz González Yebra

Presente

Por acuerdo con el Dr. Tonatiuh García Campos, Director de la División de Ciencias de la Salud del Campus León, se le ha designado como **Vocal Suplente** del examen para obtener el grado de la **Licenciatura en Médico Cirujano** que sustentará la **C. Alondra Gabriela Mercado Mendiola**.

La modalidad de la titulación será por medio de la presentación de tesis que con el título de "Comparación de efecto del ejercicio en bicicleta fija y ejercicio de fuerza por su propio peso sobre los componentes de síndrome metabólico y composición corporal", ha completado y es satisfactorio de acuerdo al Director de trabajo.

Por lo anterior le solicito revise la tesis de la alumna que acompaña al presente y nos informe mediante su voto si procede la realización del examen de titulación.

Su participación en este proceso es de la mayor importancia para la Misión de la Universidad por lo que deseo expresarle mi agradecimiento por su valiosa colaboración en la evaluación del trabajo y la realización del examen de titulación.

Sin otro particular me es grato reiterarle la seguridad de mi más alta consideración.

Atentamente

*La Verdad Os Hará Libres
León, Gto a 22 de octubre de 2020
La Secretaria Académica de la División*

Mtra. Cipriana Caudillo Cisneros

Para los sinodales:

Mi voto en relación con el trabajo de Titulación es: Aprobatorio

Firma: [Firma]

SECRETARIA ACADÉMICA DE LA DIVISIÓN DE CIENCIAS DE LA SALUD CAMPUS LEÓN

Bld. Puente Milenio No. 1001 Fracción del Predio San Carlos C.P. 37670 Tel. (477) 267 49 00 Ext. 3657