



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
POSGRADO EN CIENCIAS DE LA SALUD
EPIDEMIOLOGÍA

EFFECTO DE UN PROGRAMA DE ACTIVIDAD FÍSICA Y TRATAMIENTO NUTRICIONAL SOBRE LAS ALTERACIONES METABÓLICAS Y LA CAPACIDAD FUNCIONAL EN TRABAJADORES DEL INSTITUTO NACIONAL DE ENFERMEDADES RESPIRATORIAS "ISMAEL COSÍO VILLEGAS"

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRA EN CIENCIAS DE LA SALUD

PRESENTA:

ILSE DEL CARMEN PÉREZ GARCÍA

TUTOR PRINCIPAL:

DRA. DULCE GONZÁLEZ ISLAS
INSTITUTO NACIONAL DE ENFERMEDADES RESPIRATORIAS
"ISMAEL COSÍO VILLEGAS"

MIEMBROS DEL COMITÉ TUTOR:

DR. ARTURO OREA TEJEDA
INSTITUTO NACIONAL DE ENFERMEDADES RESPIRATORIAS
"ISMAEL COSÍO VILLEGAS"

DRA. GUADALUPE GARCÍA DE LA TORRE
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO, FACULTAD DE MEDICINA



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIA

A mi madre, mi ejemplo de vida, por darme todas las herramientas para superarme cada día y ser la razón de todos mis logros, sin ti, nada de esto sería posible.

A mi hermano, mi compañero en esta vida, gracias por alentarme y compartir conmigo todo lo vivido y logrado en estos años.

A Arturo, por alentarme a buscar nuevas oportunidades y experiencias.

A mi familia y amigos, por el impulso para lograr mis metas.

A Kora, por estar siempre a lado mío, en el día, en la noche y en la madrugada y ser la mejor compañía.

A Yered, por el apoyo incondicional en todo momento y por ser mi consejero de vida.

AGRADECIMIENTOS

A mi tutora, Dra. Dulce González Islas, quien no sólo fungió como tutora, sino me introdujo e impulsó a este camino de la investigación, gracias por su confianza, paciencia y por compartirme tanto aprendizaje, es una persona excepcional.

A mi comité tutor, el Dr. Arturo Orea Tejeda, por sus enseñanzas y contribuir de manera extraordinaria mi formación, además de su maravillosa actitud que lo caracteriza y a la Dra. Guadalupe García de la Torre por su tiempo, dedicación y orientación en todo este proceso.

Al servicio de cardiología en general, por el apoyo brindado.

Al Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias “Ismael Cosío Villegas” por permitirme realizar este proyecto y las facilidades para su elaboración.

A los trabajadores por su interés y participación en el proyecto.

A la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) por haber sido mi casa de estudios.

A todos mis docentes, por compartir sus conocimientos y por su labor tan valioso.

A todos, mi más sincero agradecimiento.

Tabla de contenido

Marco teórico	6
Alteraciones metabólicas	6
Epidemiología	6
Criterios diagnósticos	7
Fisiopatología y metabolismo	8
Alteraciones en la composición corporal	8
Consecuencias	9
Enfoque terapéutico.....	9
Actividad física.....	10
Capacidad funcional	12
Tratamiento nutricional	13
Dieta de la milpa.....	13
Adherencia al tratamiento	16
Planteamiento del problema	18
Jutificación	18
Pregunta de investigación	19
Objetivo general	19
Objetivos específicos	19
Hipótesis	19
Materiales y métodos	20
Operacionalización de variables	21
Plan de análisis	23
Resultados	24
Discusión	27
Conclusión	30
Limitaciones	30
Referencias	30
Anexos	38

Índice de tablas y figuras

Resultados

Tabla 1. Características basales de los sujetos.....	24
Tabla 2. Efecto del programa de actividad física y el tratamiento nutricional en los trabajadores a lo largo del seguimiento (basal y final (3 meses)).	25
Tabla 3. Ingesta de nutrientes de los trabajadores a lo largo del seguimiento (basal y final (3 meses)).	26

Modelo conceptual

Figura 1.	21
----------------	----

MARCO TEÓRICO

Alteraciones metabólicas

Aquellas condiciones que se asocian a la obesidad como la dislipemia, la hipertensión arterial (HTA) y la diabetes mellitus tipo 2 (DM2), individualmente o agrupados bajo la definición de síndrome metabólico (SM), determinan un incremento del riesgo de enfermedades cardiovasculares (infarto de miocardio, accidentes cerebrovasculares, muerte súbita) y de mortalidad precoz.

La prevalencia de comorbilidades metabólicas, agrupadas o no como SM, aumenta proporcionalmente con la intensidad de la obesidad. (1)

Epidemiología

La prevalencia de sobrepeso y obesidad en el mundo se ha triplicado de 1975 a 2016, en 2016 el 39% de las personas adultas tenían sobrepeso y el 13% eran obesas (2). Con datos más recientes, a nivel nacional, en 2022, la prevalencia de obesidad aumentó 21.4% en el periodo que va de 2006 a 2020- 2022, siendo esta actualmente de 75.2% en personas mayores de 20 años. Otro dato por destacar es que el grupo de población correspondiente a los adultos de 40 a 60 años es el que concentra las prevalencias más altas (85%). 36.1% obesidad), mientras que en 2012 fue del 71.3% (3).

Según la OMS, el número de personas afectadas en el mundo por DM2 aumentaría desde los 135 millones de personas en 1999 a los 299 millones en 2025 y de acuerdo con la Federación Internacional de Diabetes, las cifras evolucionarían de los 264 millones en 2007 a los 308 millones en 2025. Esto se ha convertido en un problema sanitario de máxima atención, las previsiones son, que prácticamente el 30% de la población va a desarrollar resistencia a la insulina (RI) y un mayor número de complicaciones (4). En México, la cifra aumentó de 16.8% en 2018 a 18.3% en 2022 (3).

Por su parte, la hipertensión arterial (tensión arterial sistólica mayor a 140 mmHg o tensión arterial diastólica mayor a 90 mmHg) se presenta en 29.4% de los adultos en México (3).

En cuanto al SM en México, Aguilar-Salinas y cols., informó una prevalencia ajustada por edad de 13.6 % con el criterio de la Organización Mundial de la Salud y de 26.6 % con el criterio NCEP-ATPIII en personas de 20 a 69 años de edad, provenientes de la Encuesta ENSA-2000 (5), mientras que

González-Villalpando en el Estudio de Diabetes de la ciudad de México reportó prevalencias de 39.9 y 59.9 % para hombres y mujeres, respectivamente, con base en el criterio de la NCEP-ATPIII (6).

En una comunicación subsecuente de ese mismo grupo, se informaron prevalencias de SM para la Ciudad de México de 31.9 % con el criterio NCEP-ATPIII y de 54.4 % con el criterio de la Federación Internacional de Diabetes, por sus siglas en inglés, IDF (7).

Criterios diagnósticos

Tabla 1. Criterios diagnósticos para alteraciones metabólicas (7,8).

Criterios	IDF 2000	NCEP-ATP-III 2001	OMS	EGIR	AACE	ALAD	Forbes GB.
Circunferencia de cintura	≥90 en hombres o ≥80 en mujeres	≥102 en hombres y ≥88 en mujeres	Razón cintura/cadera Hombres: >0.9 Mujeres: >0.85 o IMC >30	≥94cm en hombres y ≥80cm en mujeres	Ninguno	≥94cm en hombres y ≥88cm en mujeres	
PAS	≥130mmHg	≥130mmHg	≥140mmHg	≥140mmHg	≥130mmHg	≥130mmHg	
PAD	≥85mmHg	≥85mmHg	≥90mmHg	≥90mmHg	≥85mmHg	≥85mmHg	
Glucosa	≥100mg/dl o DMT2 previamente diagnosticada	≥100mg/dl	≥110mg/dl	≥110mg/dl	≥100mg/dl o glucosa 2h >140mg/dl	Glucemia anormal en ayunas, intolerancia a la glucosa o diabetes	
TG	≥150mg/dl	≥150mg/dl	≥150mg/dl	≥150mg/dl	≥150mg/dl	≥150mg/dl	
c-HDL	≤40mg/dl en hombres y ≤50mg/dl en mujeres	≤40mg/dl	<35 mg/dl en hombres y <39 mg/dl en mujeres	<39 mg/dl en hombres y mujeres	≤40mg/dl en hombres y ≤50mg/dl en mujeres	≤40mg/dl en hombres y ≤50mg/dl en mujeres	
Resistencia a la insulina	Ninguno	Ninguno	DMT2, GAA, IGO o disminución de sensibilidad a la insulina	Insulina plasmática >p75	Ninguno	Ninguno	
Diagnóstico	Obesidad abdominal + 2 de los 4 restantes	3 de los 5	Más de 2	RI más dos de los siguientes	RI más dos de los siguientes	Obesidad abdominal + 2 de los 4 restantes	
Grasa corporal							≥ 32% en mujeres y ≥ 25% en hombres

IDF: Federación Internacional de Diabetes, NCEP-ATP III: National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III, OMS: Organización Mundial de la Salud, EGIR: Grupo Europeo para el Estudio de la Resistencia a la Insulina, AACE: Asociación Americana de Endocrinólogos Clínicos, ALAD: Asociación Latinoamericana de Diabetes.

IMC: Índice de Masa Corporal, PAS: Presión Arterial Sistólica, PAD: Presión Arterial Diastólica, DMT2: Diabetes Mellitus Tipo 2, TG: Triglicéridos, c-HDL: Colesterol de alta densidad, GAA: Glicemia alterada en ayuno, IGO: Intolerancia a la glucosa oral, RI: Resistencia de la insulina.

Fisiopatología – Metabolismo

Los principales conceptos en la patogenia son: A. Considerar a la obesidad como el eje central patogénico y a la RI como una consecuencia de ésta. B. Reconocer al adipocito como una célula directamente contribuyente a la génesis de las alteraciones metabólicas. C. Considerar los efectos biológicos no clásicos de la insulina, que explican muchas de las alteraciones observadas (9).

Después de ingerir alimentos, aproximadamente 1/3 de la glucosa ingerida es tomada por el hígado y el resto por los tejidos periféricos, principalmente por el músculo esquelético a través de un mecanismo dependiente a la insulina (10). La resistencia a la insulina, es un mecanismo compensatorio en donde existe una hipersecreción de insulina por las células β del páncreas que mantiene la glucemia bajo control (periodo prediabético, difícil de detectar) esto causa que estas células se agoten, ocurra una hiperglucemia sostenida y finalmente DM2. La RI sucede por distintas alteraciones, como una disminución en el número de receptores de insulina y de su actividad catalítica. Estas alteraciones reducen la incorporación de glucosa en el tejido muscular y adiposo y promueven alteraciones a nivel metabólico (4, 11). Esta disfunción metabólica es inducida principalmente por obesidad, ya que, al haber una alteración en el tejido adiposo, hepático y muscular se produce una respuesta inflamatoria crónica de bajo grado, disfunción en la secreción de adipocinas y citocinas inflamatorias, así como el metabolismo de los lípidos y finalmente SM. Aunado a esto, la inflamación puede producir RI en otros órganos sensibles a la insulina incrementando la cantidad de ácidos grasos libres (12).

Tanto la hiperinsulinemia como estos ácidos grasos libres, disminuyen la acción en el tejido adiposo de la enzima lipoproteinlipasa, con lo que se produce un aumento de la producción de triglicéridos y lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL). Además, esta lipasa impide la transferencia de ésteres de colesterol desde las partículas VLDL a las de HDL. (13).

Alteraciones en la composición corporal:

Se ha demostrado que la obesidad tiene un impacto negativo en el músculo esquelético desde la adolescencia, si a esto le sumamos el problema de RI y la elevación de los niveles de TNF- α , se desencadena un efecto apoptótico en el músculo esquelético, esto tiene un efecto negativo en los tendones y función muscular. Las citocinas proinflamatorias como TNF- α , IL-1 α , IL-6 y PCR juegan

un papel en la señalización celular en la respuesta a la inflamación sistémica aguda y crónica y puede tener un impacto deletéreo en el músculo esquelético al estimular la degradación de la proteína muscular, causar atrofia y reducir la síntesis muscular (14).

Consecuencias:

Las alteraciones metabólicas están asociadas con aproximadamente el doble de riesgo de enfermedad cardiovascular e incrementa 5 veces más el riesgo de DM2. Las consecuencias incluyen; la disfunción celular en adipocitos, miocitos y hepatocitos; estrés oxidativo e inflamación celular. Además, se vuelve más susceptible a padecer síndrome de ovario poliquístico, hígado graso, litiasis biliar, asma, alteraciones en el sueño y algunos tipos de cáncer (15).

El incremento crónico de adiposidad puede conducir a significativos cambios neuro-hormonales y adaptaciones en el sistema cardiovascular. Estas alteraciones incluyen: La activación del sistema renina-angiotensina-aldosterona y activación del sistema nervioso simpático (SNS). La activación de éste puede contribuir a incrementar la frecuencia cardíaca, la retención renal de Na, aumento de la volemia, el volumen diastólico final, el gasto cardíaco y/o la presión arterial. Las consecuencias de estos cambios incluyen disfunción microvascular, disfunción en la contracción cardíaca, aterosclerosis, calcificación vascular, hipertrofia cardíaca concéntrica, infarto agudo al miocardio e insuficiencia cardíaca (16).

Otras complicaciones pueden ser:

- Problemas respiratorios: Cuando la obesidad es acentuada, llega a producir apneas nocturnas con hipercapnia.
- Depósito anormal de grasa en el hígado (esteatosis hepática) que puede ocasionar cirrosis hepática no alcohólica.
- Alteraciones ortopédicas por sobrecarga de articulaciones (17).

Enfoque terapéutico:

Modificar el estilo de vida y una pérdida de grasa corporal debe ser considerado el primer paso para prevenir o tratar las alteraciones metabólicas (18), así como optimizar el control integral de los factores de riesgo asociados. En general, la intervención orientada a limitar la ingesta excesiva de

grasa saturada, aumentar el consumo de frutas y verduras y realizar o aumentar la actividad física es recomendable para corregir las múltiples anormalidades metabólicas (19).

Datos del Programa de Prevención de Diabetes mostraron una reducción de la incidencia de DM2 del 58% con un cambio en el estilo de vida y del 31% con metformina, y mostró mayor beneficio una intervención en el estilo de vida comparada con tratamiento farmacológico (20).

Actividad física:

Antes de analizar los efectos sobre la salud, la actividad física (AF), se refiere a la energía utilizada para el movimiento; se trata, por tanto, de un gasto de energía adicional al que necesita el organismo para mantener las funciones vitales (21).

Entre los instrumentos existentes para medir la actividad física se puede mencionar el Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ), el cual ha sido utilizado en diversos estudios internacionales y se ha evaluado su validez y confiabilidad, sugiriéndose su uso en diferentes países e idiomas, además de ser propuesto por la OMS como instrumento a utilizarse para vigilancia epidemiológica a nivel poblacional (22).

Existe un amplio consenso en la literatura que un estilo de vida sedentario es uno de los principales factores que contribuyen a la epidemia de enfermedades cardiometabólicas (23).

La Asociación Americana del Corazón (AHA) recomienda para pacientes con DM2 un mínimo de 150 minutos por semana de AF aeróbica moderada a intensa y/o 40 minutos por semana de AF aeróbica vigorosa para reducir el riesgo cardiovascular. Adicionalmente, el ejercicio de resistencia se debe fomentar 3 veces por semana (24).

El ejercicio tiene un poderoso efecto sobre el metabolismo, no sólo por sus efectos sobre el músculo, sino, en adaptaciones que confiere en muchos tejidos. Estas adaptaciones ocurren mediante la activación de diferentes eventos de señalización interna en cada tejido, también a través de una integración única, una comunicación entre una gran variedad de moléculas de señalización, hormonas, citosinas, cambios en el sustrato de energía y el flujo sanguíneo (25).

El ejercicio aeróbico tiene efectos específicos sobre la disminución de grasa visceral, que puede provocar un incremento en el tono simpático, aumentando así la lipólisis, especialmente en la grasa abdominal (25). Troseid y Cols., en sujetos con SM, señalan que la acción protectora del ejercicio podría deberse en parte a la supresión del proceso inflamatorio (26).

El ejercicio físico favorece la actividad de la lipoproteinlipasa, lo que incrementa el catabolismo de los quilomicrones y las VLDL (lipoproteínas de muy baja densidad), a la vez que reduce los LDL. Estos efectos se traducen en una disminución de los niveles circulantes de TG, LDL y colesterol y en un aumento de las HDL, mejorando el perfil lipídico de los sujetos que realizan AF (27). Soca y Cols., evaluaron una intervención en el estilo de vida en mujeres con SM con dieta hipocalórica y ejercicios físicos regulares en donde se produjeron modificaciones favorables de la presión arterial diastólica PAD y del perfil lipídico, en especial, disminuyeron los niveles de colesterol total, TG y LDL y aumentaron las concentraciones de HDL (28).

La expresión proteica del GLUT4, juega un papel importante en la capacidad del músculo esquelético para la estimulación de la insulina del transporte de glucosa (29) (30). El aumento en la acción de la insulina en el transporte de glucosa del músculo esquelético después del ejercicio, se asocia a una mejora en la expresión de la proteína GLUT4 (31), así como de las respuestas adaptativas de las enzimas implicadas en la fosforilación y oxidación de la glucosa (32). Sobre la base de estas observaciones, el ejercicio representa una importante intervención potencial para mejorar el estado metabólico de los sujetos con RI (29) Estudios que comparan sujetos con entrenamiento aeróbico contra sujetos sin entrenamiento, han indicado diferencias en el almacenamiento de glucógeno en respuesta a la insulina y proteínas receptoras de insulina, así como un aumento en la glucógeno sintasa y GLUT4 (33). Un entrenamiento de resistencia, también mejora la RI y aumenta la tolerancia a la glucosa en un amplio rango de grupos de estudio, incluyendo adultos (34), personas con HTA (35) y DM2 (36). Smutok y Cols., observó que ambos tipos de entrenamiento (aeróbico y resistencia) tienden a disminuir el área bajo la curva tanto de glucosa como de insulina, sin diferencias significativas entre ambas intervenciones (37) En el estudio II de Whitehall con 5,153 pacientes, se observó que los participantes que realizan ejercicio vigoroso (METs \geq 5) y moderado (METs <5) tuvieron menor riesgo de desarrollar SM OR: 0.52 y OR: 0.78, respectivamente (38). Por otro lado, en el estudio SMART (Second Manifestation of ARTERial disease), examinaron a 1,097 pacientes, donde la prevalencia de SM fue menor en aquellos que eran físicamente activos (>15 METs/h por semana) comparado con aquellos que no lo eran (39). Stewart y Cols., estudiaron 51 hombres y 53 mujeres con SM o con riesgo elevado con un programa de ejercicio de 6 meses, combinando ejercicios de fuerza (3 veces por semana, 7 ejercicios, 2 series de 10-15 repeticiones al 50% de repetición máxima (1-RM) y ejercicios aeróbicos (45 minutos al 60-90% de frecuencia cardiaca máxima (FCmax)), lo cual incrementó la masa magra, el HDL y redujo la grasa abdominal (40).

Capacidad funcional

La capacidad funcional suele evaluarse a través del grado de autonomía que se posee para realizar diversas actividades básicas de la vida diaria y actividades instrumentales de la vida diaria. Se ha evaluado clásicamente desde el punto de vista de la actividad física; a partir de esta perspectiva y con base fundamentalmente en elementos fisiológicos, se considera que la máxima función metabólica se logra durante el ejercicio físico, por lo cual es necesario gozar de un funcionamiento adecuado a los requerimientos de la forma de vida de cada persona, lo cual se debe apoyar en su independencia (41).

La fuerza y la masa muscular, también se relacionan con SM, Jurca y Cols., demostraron en hombres del Aerobic Center Longitudinal Study (ACLS) que mayor fuerza muscular está asociada con menor prevalencia de los componentes del SM, determinado 1-RM (42).

Es fundamental recordar que los músculos son órganos responsables de la función de locomoción y, además, tienen un papel clave en la regulación de sustratos energéticos (carbohidratos, grasas y proteínas), lo que va acompañado de una fuerte actividad hormonal y proteica. Es por ello que se reconoce la función autocrina, endocrina y paracrina del músculo, ya que muchas de las sustancias reguladas o producidas son producto de la contracción muscular frecuente y controlada, mediada necesariamente por el ejercicio o la actividad física (43, 44).

El 40-50% del peso corporal total está determinado por el sistema muscular y múltiples estudios han referenciado su importancia en los procesos de evaluación diagnóstica e intervención relacionados a la enfermedad cardíaca coronaria, la hipertensión, la diabetes tipo 2, la osteoporosis, el cáncer de colon (45, 46, 47).

Es claro que para lograr beneficios positivos sobre la salud y la funcionalidad se hace necesario asegurar una serie de adaptaciones morfológicas y fisiológicas del sistema neuromuscular que faciliten un incremento de la masa muscular, de la coordinación intramuscular, de la activación neural, de cambios estructurales de proteínas y de adaptaciones fisiológicas a nivel de las mitocondrias, lo que se traduce en movimiento económico y eficiente.

Por todo lo mencionado, es importante identificar los parámetros de programación de la actividad física centrados en la función neuromuscular de manera que se pueda enriquecer el diseño, el

control y la implementación de estos modelos en el campo de la salud respetando la integridad de los participantes (48, 49, 50).

La fuerza de agarre por dinamometría es una medida antropométrica utilizada para estimar la función muscular en adultos sanos, predecir limitaciones funcionales, discapacidades y supervivencia en personas mayores. La baja fuerza de agarre se considera un mejor predictor de resultados clínicos que la baja masa muscular cuando se mide en condiciones estándar y se compara con las poblaciones de referencia (51). Atlantis y Cols., observaron mayor prevalencia del SM (con criterios de ATP III e IDF) en sujetos con baja fuerza de mano (52).

Cuando la intención es cuantificar el rendimiento de los músculos de las extremidades inferiores, la prueba sit-to-stand es una alternativa práctica a las pruebas musculares manuales (53).

Tratamiento nutricional

El plan de alimentación es el pilar fundamental del tratamiento de los pacientes con SM ya que no puede haber un buen control sin una adecuada alimentación. Una dieta hipocalórica baja en grasa, limitada en azúcares simples y rica en fibra soluble puede normalizar el peso y por ende la obesidad abdominal y permite alcanzar la meta de triglicéridos en muchos casos. También puede reducir modestamente la presión arterial y corregir las alteraciones en la regulación de la glucemia.

Estudios epidemiológicos prospectivos, sugieren que patrones dietéticos caracterizados por alto consumo de frutas, vegetales, granos enteros y pescado y bajo consumo de carne roja y procesada, así como bebidas azucaradas, retrasa la aparición de DM2 (54).

Dieta de la Milpa

La milpa es un agro-sistema productivo alimentario basado en el policultivo, que ha sido el fundamento de la alimentación del pueblo mesoamericano y que ordena otras actividades productivas. La milpa es una de las técnicas agrícolas más sensatas y productivas en el mundo, desde los puntos de vista ecológico y de seguridad alimentaria. También por su constitución, es menos atacada por las plagas, además las plantas generan sinergias, esto es, se complementan o apoyan unas a otras logrando fertilizar la tierra y controlar las plagas; por último, no requiere agroquímicos en las cantidades utilizadas en los monocultivos (51).

Composición de la milpa

De manera espontánea brotan en la milpa los quelites o hierbas comestibles silvestres, considerados una plaga en otros contextos y regiones, pero aprovechados aquí para enriquecer los alimentos. Ante la abundancia de alimentos llegan aves, mamíferos e insectos, cuyo destino final puede ser también la cocina, que además agregan variedad y nutrimentos a la dieta (55).

Esta guía propone un modelo de alimentación saludable basado en la cultura y características regionales de la alimentación mexicana. Tiene como centro nutritivo-cultural a los productos de la milpa -maíz, frijol, chile y calabaza-, sin dejar de lado a los demás alimentos de origen mesoamericano que se consumen en México, junto con aquellos que fueron adoptados por la cocina tradicional mexicana de origen externo, combinados de forma saludable (56).

Los cuatro fantásticos

En primer lugar, tenemos al maíz, el cual, es sometido a un proceso llamado nixtamalización. Este proceso suaviza la cáscara y hace al maíz un alimento más fácil de digerir, se enriquece con calcio que el cuerpo puede aprovechar, se liberan precursores de la niacina y se mejora la biodisponibilidad de las proteínas. La masa de maíz nixtamalizado es una gran contribución de la tecnología de alimentos mesoamericana (55).

El maíz aporta también proteína y contiene altas concentraciones de leucina, pero es deficiente en lisina y triptófano. La leucina es por sí sola capaz de estimular la síntesis de proteínas. Dicha estimulación ocurre a través del complejo MTORC1 (por las siglas en inglés de: mechanistic target of rapamycin). Debido a la presencia de carotenoides, el maíz posee actividad antioxidante (55).

Continuamos con el frijol, este es considerado como una de las principales fuentes de proteína. El frijol también es una buena fuente de fibra y carbohidratos. La fracción indigerible en los frijoles permite que las bacterias en el colon produzcan ácido butírico que es utilizado por las células intestinales para mantener el tracto digestivo funcionando adecuadamente. También se sabe que el índice glucémico del frijol es bajo lo que indica que las concentraciones de glucosa van a entrar a nuestro cuerpo de una manera lenta evitando los picos de glucosa postprandial. El frijol, también aporta vitaminas y minerales (55).

El consumo solo de proteína de maíz no estimula la síntesis de proteínas probablemente debido a la deficiencia de lisina y triptófano, que inhiben la síntesis de proteínas, sin embargo, al consumir la

mezcla de proteína de frijol y maíz, la síntesis de proteínas mediada por mTORc, incrementó rápidamente y esto da como resultado una ganancia adecuada de peso semejante a la de consumir una proteína de origen animal (55).

Continuamos con la calabaza, que se destaca por ser un vegetal muy completo del que se aprovecha el fruto, la flor y la pepita (55).

El fruto cuenta con una alta presencia de agua y una buena cantidad de fibra, posee mucílagos, ideales para el correcto funcionamiento del tránsito intestinal. Aporta vitaminas A, E y C, además de magnesio, calcio, potasio, fósforo y hierro y un importante aporte de antioxidante. (55).

La flor de la calabaza se caracteriza por poseer abundante cantidad de agua, es rica en calcio y fósforo. También posee potasio, hierro, magnesio y Vitamina A, vitaminas del complejo B (B1, B2, B3), Vitamina C y ácido fólico (55).

Las semillas o pepitas de la calabaza destacan por aportar unos 21-25 gramos de proteínas por cada 100 gramos de pepitas, si se combinan con el maíz y frijol, complementan las propiedades nutricionales de éstos aportando una dieta proteica completa. Contienen un importante aporte de fibra, vitamina E, ácidos grasos poliinsaturados, magnesio, vitamina B, vitamina B9, fósforo, selenio, zinc, ácidos grasos monoinsaturados, hierro, potasio, fibra, vitamina B3, y calcio, así como una gran variedad de compuestos vegetales benéficos, conocidos como fitoesteroles y antioxidantes captadores de radicales libres (55).

Y finalmente tenemos al chile, que contiene grandes cantidades de potasio, hierro, magnesio y sodio; es rico en vitaminas A y C, favorece la asimilación de los aminoácidos del maíz y el frijol (55).

Biocompuestos y beneficios de la dieta de la milpa

La dieta de la milpa nos provee la facilidad de regular la alimentación con un balance de macronutrientes: proteínas, carbohidratos y grasas y fibra vegetal y con la optimización de micronutrientes: vitaminas, minerales y fitoquímicos.

La dieta de la milpa mejora el equilibrio de ácidos grasos antiinflamatorios, aportan fibra soluble e insoluble, que inhibe la absorción de colesterol a través de los fitoesteroles y estimula la eliminación de colesterol a través de las vías biliares, disminuyendo el riesgo de enfermedades cardiovasculares.

Favorece el balance ácido alcalino debido a que la proteína vegetal tiene mayor aporte de calcio y magnesio, por lo tanto, valores más adecuados del potencial renal ácido. Alcanza un balance

adecuado de Omega 3 y Omega 6, lo cual favorece un estado de menor inflamación sistémica. A su vez los ácidos grasos poliinsaturados, especialmente el linoleico, de igual forma favorecen un estado antiinflamatorio sistémico, a través de la síntesis de prostaglandinas (1, 3) y leucotrienos antiinflamatorios y linfoinas (55). El estudio de LIPGENE, demostró que una dieta alta en Ácidos Grasos Monoinsaturados (MUFAs), mejora los niveles de glutatión comparado con una dieta alta en Ácidos grasos saturados (SFA) (57). Por otra parte, los Ácidos Grasos Poliinsaturados (PUFAs) pueden mejorar indirectamente la respuesta a la insulina periférica, reduciendo el riesgo de las alteraciones gluco-metabólicas en pacientes con RI (58).

La dieta de la milpa provee, por su aporte de alimentos vegetales, una cantidad importante de antioxidantes dietéticos a través de los flavonoides (más de 3,500 sustancias), carotenoides (más de 1000), tocoferoles, y minerales antioxidantes (zinc y selenio). El aporte del balance de estos elementos disminuye el stress oxidativo y el riesgo de enfermedades crónicas no transmisibles (diabetes, cáncer y enfermedades cardiovasculares) (55). Recientemente, un metanálisis de 8 estudios de cohorte prospectivos, incluyendo un total de 312,015 participantes, de los cuales, 19,953 desarrollaron DM2 durante los 4 a 28 años de seguimiento, investigaron el papel del consumo regular de flavonoides en la prevención de DM2. Comparado con el grupo de menor consumo (8.9 a 501.8 mg/día), el grupo con alta ingesta de flavonoides (33.2 a 1452.3 mg/día), disminuyó un 11% el riesgo de desarrollar DM2 durante el seguimiento (59). Adicionalmente, un análisis dosis-respuesta sugiere una reducción del 5% de DM2 por cada 300mg/días adicionales a la ingesta total de flavonoides (60).

Adherencia al tratamiento

La adherencia se ha definido como el contexto en el cual el comportamiento de la persona coincide con las recomendaciones relacionadas con la salud e incluyen la capacidad del paciente para:

- Asistir a las consultas programadas (consultorio/hospital)
- Tomar los medicamentos como se prescribieron
- Realizar los cambios de estilo de vida recomendados
- Completar los análisis o pruebas solicitadas

La adherencia a la terapia es un concepto relevante en caso de recomendaciones para la planificación familiar, el control de la obesidad, terapias de rehabilitación e inclusive para la

apropiación de hábitos saludables (dejar de fumar, disminuir la ingesta de sal, restringir el colesterol y cumplir con el ejercicio o actividad física requerida), complementarios a la terapia farmacológica. La lista de posibles consecuencias de la no-adherencia a la terapia es amplia, como lo es la complejidad del fenómeno de adherencia a la terapia (61).

La motivación es un proceso individual muy complejo que puede ser utilizado para explicar el comportamiento de las personas cuando realizan deporte o actividad física, sin olvidar que se trata de un fenómeno en el que inciden muchas variables que a su vez interactúan entre sí. En el ámbito de la actividad física y el deporte, la motivación es el producto de un conjunto de variables sociales, ambientales e individuales que determinan la elección de una actividad física o deportiva, la intensidad en la práctica de dicha actividad, la persistencia o adherencia en esa tarea concreta y el rendimiento que se consigue en la realización de la actividad. (62)

La relevancia de dirigir nuestra atención a la elaboración de programas específicos de adherencia a la práctica de actividad física y deportiva se basa fundamentalmente en cuatro apreciaciones.

1. Las tasas de abandono en la práctica de actividad física y deportiva. A pesar de las posibles ventajas psicológicas que se pueden obtener a partir de la práctica regular del ejercicio (alivio de la tensión, mejora de los síntomas depresivos, reducción del riesgo de diversas enfermedades, mejor control del peso o incremento de la autoestima y la autoeficacia, por ejemplo) las estadísticas indican que aproximadamente la mitad de la gente que se inicia en la actividad, acaba dejándola durante los primeros seis meses, siendo estas conclusiones similares tanto en estudios realizados con niños como con hombres y mujeres jóvenes y de mediana edad o con ancianos
2. La escasez de programas de adherencia existentes en la actualidad. Los estudios y revisiones disponibles hasta ahora, más bien de corte descriptivo, no han sido capaces de explicar y predecir el fenómeno hasta el punto de diseñar intervenciones sistemáticas que ayuden a cambiar patrones de comportamiento de distintas capas de la población y, por tanto, a obtener resultados en cuanto a salud se refiere.
3. El papel de las expectativas para la obtención de beneficios en la salud. Mientras que los aspectos objetivos de la salud y los sentimientos de bienestar pueden ser facilitados por la realización de ejercicio, la decisión de iniciarse y mantenerse en un determinado programa depende, y se ve influida, por las expectativas de obtener esos posibles beneficios sobre la salud, que actuarían como motivadores extrínsecos e intrínsecos, y a la vez como resultado deseado.

4. La importancia de la adherencia en la efectividad de las intervenciones médicas. Actualmente se están iniciando programas de intervención médica que contemplan la práctica de actividad física como uno de los aspectos que el paciente debe asumir; problemas de tipo cardiovascular, diabetes, síntomas depresivos, inestabilidad emocional, etc, son algunas de las enfermedades que últimamente en la mayoría de los casos llevan prescrita, junto al tratamiento médico, la realización moderada de ejercicio físico. Localizar los motivos por los cuales una persona llega a ser físicamente activa y consolidar a lo largo del tiempo esos motivos como los impulsores del cambio de conducta que la práctica de actividad física conlleva, es un requisito necesario para llevar a cabo intervenciones efectivas como las señaladas (62).

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

En nuestro país, las principales causas de muerte son enfermedades cardiovasculares y Diabetes Mellitus. Así mismo, la prevalencia de SM ha ido en aumento efectuando diversas alteraciones metabólicas y vasculares, lo que conlleva a una menor calidad de vida, años de vida potencialmente perdidos, y peor pronóstico.

En los últimos años, la sociedad mexicana ha aumentado el consumo de alimentos de alta densidad energética, lo cual se atribuye a factores macroeconómicos, influencias del entorno urbano, la amplia oferta de alimentos procesados, la participación de medios de comunicación masivos y redes sociales. También han influido motivaciones culturales de diferentes estratos de la población para incorporar nuevos alimentos y formas diferentes de prepararlos y consumirlos.

En cuanto a las intervenciones de actividad física, estas, han sido descartadas a favor de tratamientos farmacológicos u otras intervenciones.

Finalmente, a nivel mundial se han implementado diversos programas en atención primaria de salud (APS), dirigidos a cambios de estilo de vida saludable y reducción de la ingesta calórica, pero pocos estudios han revisado los resultados obtenidos.

JUSTIFICACIÓN:

Habitualmente, la restricción calórica se utiliza como única estrategia no farmacológica, sin embargo, un cambio en el estilo de vida incluyendo actividad física y educación nutricional son consideradas las mejores estrategias para el tratamiento de las alteraciones metabólicas.

Recuperar nuestras maneras de comer, es una forma de recobrar nuestra memoria histórica al proporcionar a nuestros cuerpos alimentos que históricamente nos brindaron salud y bienestar.

Es indispensable una intervención nutricional, en conjunto con un plan adaptado de actividad física y así mejorar las alteraciones a nivel metabólico y la adherencia a éste, aumentando la calidad de vida y un mejor pronóstico en una población de riesgo.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN:

¿Cuál es el efecto de implementar un programa de actividad física y tratamiento nutricional sobre las alteraciones metabólicas y la capacidad funcional en los trabajadores del "Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias" en comparación con el grupo control?

OBJETIVO GENERAL:

Evaluar el efecto de la intervención de un programa de actividad física en conjunto con tratamiento nutricional sobre las alteraciones metabólicas y la capacidad funcional en trabajadores del "Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias".

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Evaluar el efecto de un programa de actividad física y tratamiento nutricional sobre los niveles de, colesterol HDL, triglicéridos y glucosa, presión arterial y circunferencia abdominal.
- Evaluar el efecto de un programa de actividad física y tratamiento nutricional sobre la grasa corporal.
- Evaluar el efecto de un programa de actividad física y tratamiento nutricional sobre la capacidad funcional.

HIPÓTESIS:

Al implementar un programa de actividad física y tratamiento nutricional en los trabajadores con alteraciones metabólicas del "Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias", mejorarán 5%, tres de las variables metabólicas y la capacidad funcional comparado con los sujetos del grupo control.

MATERIALES Y MÉTODOS:

Estudio cuasi experimental, realizado en el Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias “Ismael Cosío Villegas”, en el año 2022-2023.

El tamaño de muestra se estimó utilizando la fórmula de diferencia de medias: $n = 2 \left[\frac{(Z_{\alpha} - Z_{\beta}) DE}{\mu_1 - \mu_2} \right]^2$

donde Z_{α} = Valor de z relacionado con alfa = 0.05, Z_{β} = Valor de z relacionado con beta= 0.20 (con un poder del 80%), DE= Desviación estándar, μ_1 = Media grupo A, μ_2 = Media grupo B. Con datos obtenidos de un estudio de Okura y cols., donde evaluaron los efectos de un entrenamiento con ejercicios aeróbicos en la mejora del síndrome metabólico en respuesta a la reducción de peso (63), la sustitución de valores con base en la presión arterial diastólica fue la siguiente: Z_{α} = 1.96, Z_{β} = -0.84, DE=11 mmHg, μ_1 = 87 mmHg, μ_2 = 81 mmHg.

$$n = 2 \left[\frac{1.96 - (-0.84) 11}{87 - 81} \right]^2 = 52.70 \times 1.2 = 63.24 = 64$$

1.2= factor de corrección

Y por lo tanto fue necesario incluir a 64 sujetos por grupo. Se realizó un muestreo no aleatorio por conveniencia y la muestra se reclutó por medio de un anuncio de reclutamiento dentro del instituto. (Anexo 1)

La población estuvo conformada por trabajadores de cualquier área del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias, mayores de 18 años, que aceptaron su participación en el estudio y que firmaron el consentimiento informado (Anexo 2). Se excluyeron los sujetos con limitaciones funcionales físicas, que estuvieran recibiendo otro tratamiento nutricio u otro programa de actividad física, con hipertensión arterial y/o diabetes descontrolada.

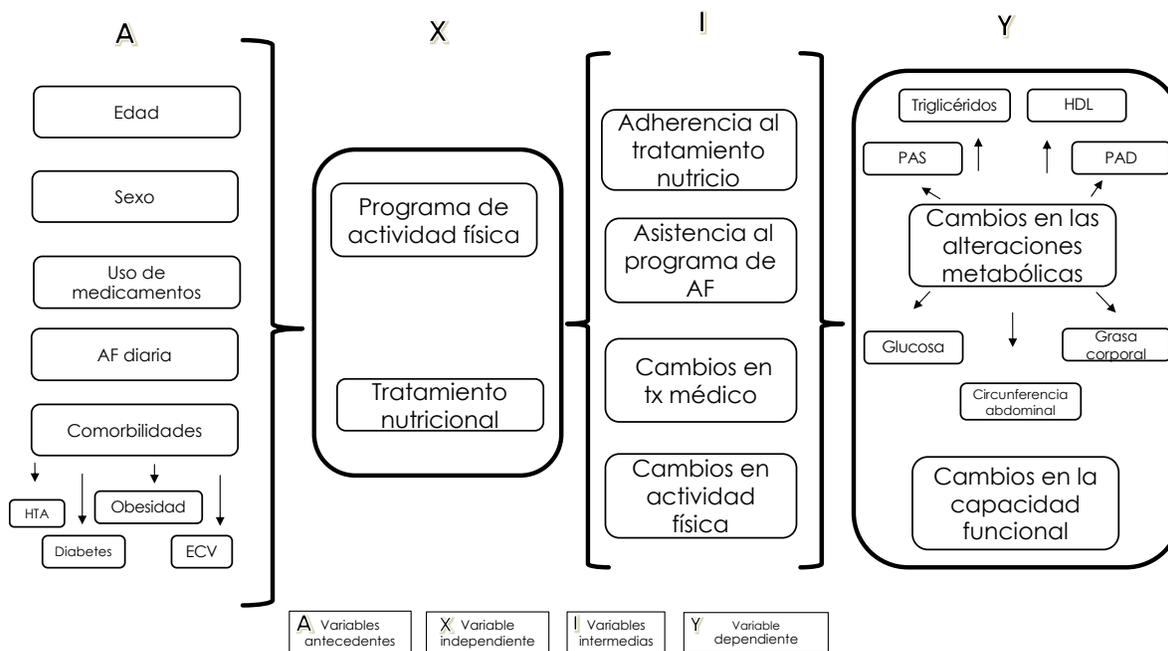
Cumpliendo con los criterios de inclusión y exclusión, se realizó una asignación no aleatoria. El grupo experimental tuvo una intervención con un programa de actividad física en conjunto con tratamiento nutricional y al grupo control tratamiento nutricional únicamente. El programa de actividad física constó de sesiones entrenamiento con ejercicios funcionales aeróbicos y de resistencia con una duración de 40 minutos con 5 minutos de calentamiento y 5 minutos de enfriamiento y estiramiento. Las sesiones fueron de manera presencial dentro del instituto o en

línea con el envío de videos (Anexo3). El seguimiento se realizó durante tres meses con tres mediciones; basal, al mes y medio y a los tres meses. Durante el seguimiento, se envió material de apoyo vía digital, así como material didáctico y de educación nutricional para mejorar apego al tratamiento. (Anexo 4)

Las muestras de sangre venosa para determinar las variables de laboratorio, se tomaron con los pacientes sentados, después de un ayuno nocturno de 12 horas y dietas bajas en grasas saturadas durante 48 horas antes de la toma de la muestra. Todas las muestras fueron tomadas en el laboratorio del “Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias”.

MODELO CONCEPTUAL

Figura 1.



OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable Dependiente: Cambios en las alteraciones metabólicas y en la capacidad funcional

Variable Independiente: Programa de actividad física y tratamiento nutricional

Variable	Nivel metodológico	Definición conceptual	Definición operacional	Instrumento	Unidad de medida	Escala
Edad	Antecedente	Edad en años cumplidos.	Tiempo cronológico de vida cumplido al momento de la entrevista.	Historia clínica	Años	Razón
Sexo	Antecedente	La totalidad de las características de la estructura reproductiva, funciones, fenotipo, y genotipo, diferenciando el masculino del organismo femenino. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/68012723	Las características biológicas y fisiológicas que definen a hombres y mujeres.	Historia clínica	Hombre Mujer	Nominal dicotómica
Medicamentos	Antecedente	El uso de medicamentos para tratar cualquier enfermedad o sus síntomas. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/68004358	El uso de medicamentos para tratar cualquier enfermedad o sus síntomas.	Historia clínica	Mg/día	Razón
Actividad física diaria	Antecedente	Actividad física que suele ser regular y que se realiza con la intención de mejorar o mantener la condición física o la salud. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/68015444	Frecuencia, duración e intensidad de la actividad (leve, moderada o intensa), realizada en los últimos siete días, así como el tiempo sentado en un día laboral.	Cuestionario internacional de actividad física (IPAQ)	Mets min/sem	Razón
Comorbilidades	Antecedente	La presencia de enfermedades coexistentes o adicionales con referencia a un diagnóstico inicial o con referencia a la condición índice que es objeto de estudio. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/?term=comorbidities	Presencia de hipertensión arterial, diabetes mellitus, enfermedad cardiovascular y/u obesidad.	Historia clínica	Sí No	Nominal dicotómica
Programa de actividad física	Independiente	Actividad física que suele ser regular y que se realiza con la intención de mejorar o mantener la condición física o la salud. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/68015444	Estructurado de manera presencial o en línea para 3 meses, con tres sesiones de 40 minutos de ejercicios aeróbicos y de resistencia, con 5 minutos de calentamiento y 5 minutos de enfriamiento, 2 veces por semana en días alternos para lograr el proceso de recuperación.		Sí No	Nominal dicotómica
Tratamiento nutricional	Independiente	Ajustar la cantidad y la calidad de la ingesta de alimentos para mejorar el estado de salud de una persona. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/?term=diet+therapy	Es el ajuste individualizado con la siguiente distribución energética: 50% HCO, 20-25% proteínas, 25-30% lípidos, grasa saturada < 7%, grasa poliinsaturada 5%, grasa monoinsaturada 15%, fibra total 30-40gr.	Modelo dieta de la milpa	Sí No	Nominal dicotómica
Adherencia al tratamiento nutricional	Intermedia	Grado en que el paciente sigue el tratamiento prescrito, como el cumplimiento de las citas y los horarios y la adherencia a la medicación para el resultado terapéutico deseado. Implica una responsabilidad activa compartida por el paciente y los proveedores de atención médica. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/2023381	Adherencia por porcentajes de adecuación de acuerdo al valor energético total (VET)	R24 hrs "Food processor software"	Sí: Consumo < 10% HCO simples No: Consumo > 10% HCO simples	Nominal dicotómica
Asistencia al programa de actividad física	Intermedia	Grado en que el paciente sigue el tratamiento prescrito, como el cumplimiento de las citas y los horarios y la adherencia a la medicación para el resultado terapéutico deseado. Implica	Asistencia mínima del 80%.	Calendario de asistencia	Sí No	Nominal dicotómica

		una responsabilidad activa compartida por el paciente y los proveedores de atención médica. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/2023381				
Cambios en tratamiento médico	Intermedia	El uso de medicamentos para tratar cualquier enfermedad o sus síntomas.	Cambios en el uso y/o la dosis de medicamentos antihipertensivos, hipoglucemiantes y/o hipolipemiantes.	Historia clínica	Mg/día	Razón
Cambios en alteraciones metabólicas	Dependiente	Conjunto de síntomas que son factores de riesgo para enfermedades cardiovasculares y diabetes tipo 2. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/68024821	Cambios en tres o más de las siguientes variables metabólicas -Circunferencia de cintura -PAS -PAD -Glucosa -Triglicéridos -c-HDL -Grasa corporal	Federación Internacional de Diabetes Aguilar Salinas y cols.	Sí No	Razón
Cambios en capacidad funcional	Dependiente	La capacidad de ejercicio de un individuo medida por la resistencia (duración máxima del ejercicio y/o carga de trabajo alcanzada máxima) durante una prueba de ejercicio. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/?term=exercise+tolerance	Cambios en la capacidad de ejercicio durante la prueba de la silla, en donde se contabilizan el número de veces el sujeto se puede levantar y sentar en 30 segundos. Prueba de fuerza de mano, máxima fuerza en mano dominante.	Prueba de la silla Dinamómetro	Puntaje kg	Razón
HCO: Hidratos de carbono, VET: Valor energético total, PAS: Presión Arterial Sistólica, PAD: Presión arterial diastólica, c-HDL: Colesterol de alta densidad						

PLAN DE ANÁLISIS

Para las características basales de los sujetos, los datos cualitativos se presentaron en frecuencia y porcentaje y para los datos cuantitativos se realizó la prueba de normalidad de Shapiro Wilk. Los datos con distribución normal, se presentaron en medias y desviación estándar y los que no cumplieron con normalidad, se presentaron en medianas y percentiles (P25-P75). Para comparar los grupos de estudio, se utilizó la prueba chi cuadrada o F de Fisher para datos cualitativos, y para variables cuantitativas con distribución normal una prueba t de student para muestras independientes o una prueba de U de Mann Whitney para variables sin distribución normal.

Con la finalidad de evaluar el cambio de la intervención de actividad física y el tratamiento nutricio sobre las alteraciones metabólicas y la capacidad funcional se realizó un Anova de medidas repetidas debido a que los grupos no fueron iguales al inicio del tratamiento. Posteriormente se evaluaron las

diferencias utilizando Delta entre la medición basal y la final. Se consideraron valores estadísticamente significativos con una $p \leq 0.05$. Los datos se analizaron utilizando el software Stata 18.0.

RESULTADOS

Durante el seguimiento se produjeron dos pérdidas en el grupo experimental y cuatro en el grupo control. Para los resultados de este proyecto se reclutó un total de 73 sujetos, 33 en el grupo control y 37 en el grupo intervención. La edad promedio de la población fue de 38 años (28-49). En el grupo control, el 90.91% fueron mujeres, mientras que en el grupo intervención el porcentaje de mujeres fue del 75.68%. En cuanto a las características basales hubo diferencias en la actividad física previa (99.0 vs 847.5, $p < 0.0010$) y en la prueba de la silla (14.0 vs 17.0, $p = 0.002$) entre los grupos. (Tabla 1).

Tabla 1. Características basales de los sujetos

	Grupo control (n=33)	Grupo intervención (n=37)	Valor p
Mujeres (#,%)	30 (90.91%)	28 (75.68%)	0.091
Edad (años)	40.0 (28.0-50.0)	37.0 (28.0-46.0)	0.141
Obesidad (#,%)	12 (36.36%)	14 (37.84%)	0.967
HTA (#,%)	4 (12.12%)	6 (15.79%)	0.658
Diabetes (#,%)	1 (3.03%)	0 (0%)	0.280
Peso (kg)	71.49 ± 12.64	71.15 ± 13.35	0.913
AF (mets)	99.0 (0.0-396.0)	847.5 (330.0-3573.0)	< 0.0001*
Prueba de la silla (puntaje)	14.0 (12.0-16.0)	17.0 (15.0-20.0)	0.002*

HTA: Hipertensión arterial, AF= Actividad física, CC=Circunferencia de cintura, PAS= Presión arterial sistólica, PAD= Presión arterial diastólica.
*Diferencias significativas (U de Mann Whitney <0.05)

Después de 3 meses de seguimiento, el grupo control, continuó con su nivel de actividad física diario, en cambio el grupo intervención aumentó su actividad física, que, de acuerdo al instrumento de medición (IPAQ), se clasifica en actividad física vigorosa. (Tabla 2)

En cuanto a las alteraciones metabólicas, se observó que el grupo intervención disminuyó porcentaje de masa grasa (33.42 ± 8.05 a 32.44 ± 6.92 , $p = 0.005$) (2.3%), así mismo los sujetos mejoraron su capacidad funcional con la prueba de fuerza de mano (30.04 a 32.27 $p < 0.015$) (6.22%), al igual que con la prueba de la silla (13.00 (11.00-17.00) a 16.50 (15.00-19.50), $p < 0.0001$) (23.4%).

El grupo control también aumentó su capacidad funcional en ambas pruebas; fuerza de mano (25.17 ± 5.74 a 27.86 ± 6.57 , $p=0.005$) y prueba de la silla (15.00 ± 4.95 a 19.42 ± 6.27 , $p=0.003$). (Tabla 2). El modelo fue ajustado por sexo, actividad física, masa grasa y prueba de la silla.

Tabla 2. Efecto del programa de actividad física y el tratamiento nutricio en los trabajadores a lo largo del seguimiento (basal y final (3 meses)).

	Grupo	Basal	Final	Δ	%	P intra	P entre
Peso (kg)	Grupo intervención (Tx nutricio + AF)	73.32 \pm 12.98	73.08 \pm 12.96	-0.376	-0.327	0.381	0.732
	Grupo control (Tx nutricio)	67.97 \pm 12.46	67.06 \pm 11.13	-0.656	-1.338	0.300	
AF (mets)	Grupo intervención (Tx nutricio + AF)	1869.48 \pm 1897.98	2591.71 \pm 1747.37	704.903	38.632	0.002*	0.080
	Grupo control (Tx nutricio)	147.13 \pm 267.67	190.00 \pm 292.58	71.131	29.137	0.797	
CC (cm)	Grupo intervención (Tx nutricio + AF)	90.95 \pm 11.62	90.31 \pm 11.70	-0.960	-0.703	0.530	0.863
	Grupo control (Tx nutricio)	90.85 \pm 11.51	89.30 \pm 10.38	-0.791	-1.706	0.317	
Masa grasa (%)	Grupo intervención (Tx nutricio + AF)	33.42 \pm 8.05	32.44 \pm 6.92	-1.154	-2.932	0.005*	0.078
	Grupo control (Tx nutricio)	35.71 \pm 3.53	35.54 \pm 3.86	0.162	-0.476	0.774	
PAS (mmHg)	Grupo intervención (Tx nutricio + AF)	117.10 \pm 15.37	114.10 \pm 18.50	-2.597	-2.561	0.337	0.856
	Grupo control (Tx nutricio)	110.25 \pm 8.94	109.75 \pm 9.78	-1.557	-0.453	0.740	
PAD (mmHg)	Grupo intervención (Tx nutricio + AF)	79.29 \pm 10.69	76.57 \pm 7.72	-1.979	-3.430	0.381	0.787
	Grupo control (Tx nutricio)	72.25 \pm 6.94	73.50 \pm 7.74	-0.679	1.730	0.862	
Triglicéridos (mg/gl)	Grupo intervención (Tx nutricio + AF)	117.85 \pm 71.22	119.74 \pm 58.84	6.091	1.603	0.743	0.693
	Grupo control (Tx nutricio)	185.67 \pm 90.46	174.5 \pm 83.85	-3.562	-6.016	0.769	
c-HDL (mg/gl)	Grupo intervención (Tx nutricio + AF)	49.15 \pm 9.33	51.11 \pm 10.03	1.411	3.987	0.365	0.959
	Grupo control (Tx nutricio)	49.50 \pm 16.63	49.83 \pm 17.30	1.617	0.666	0.676	
Glucosa (mg/dl)	Grupo intervención (Tx nutricio + AF)	90.63 \pm 6.92	93.84 \pm 8.84	2.676	3.541	0.112	0.609
	Grupo control (Tx nutricio)	89.43 \pm 10.26	88.86 \pm 7.92	0.880	-0.637	0.760	
Fuerza (kg)	Grupo intervención (Tx nutricio + AF)	30.04 \pm 8.30	32.27 \pm 10.51	1.929	6.225	0.015*	0.358
	Grupo control (Tx nutricio)	25.17 \pm 5.74	27.86 \pm 6.57	3.265	10.687	0.005*	
Prueba de la silla (puntaje)	Grupo intervención (Tx nutricio + AF)	18.07 \pm 5.36	22.30 \pm 5.58	4.499	23.408	<0.0001*	0.647
	Grupo control (Tx nutricio)	15.00 \pm 4.95	19.42 \pm 6.27	3.793	29.466	0.003*	

AF= Actividad física, CC=Circunferencia de cintura, PAS= Presión arterial sistólica, PAD= Presión arterial diastólica,, c-HDL= Colesterol de alta densidad
 % = Porcentaje de cambio
 *Diferencias significativas (Anova <0.05)
 Modelo ajustado por sexo, actividad física y prueba de la silla.

En cuanto a la ingesta alimentaria, durante la intervención, hubo una disminución significativa en el grupo intervención en el consumo de calorías totales (2173.65 ± 646.36 a 1750.58 ± 697.80 , $p=0.0022$) al igual que de carbohidratos totales (56.53 ± 12.57 a $47.93\% \pm 8.36$, $p=0.015$) y finalmente en el consumo de azúcares (101.74 ± 60.39 a 68.49 ± 43.93 , $p=0.040$) . (Tabla 3)

Tabla 3. Ingesta de nutrientes de los trabajadores a lo largo del seguimiento (basal y final (3 meses)).

	Grupo	Basal	Final	Δ	P intra	P entre
Kcals	Grupo intervención (Tx nutricio + AF)	2173.65 ± 646.36	1750.58 ± 697.80	-436.346	0.022*	0.667
	Grupo control (Tx nutricio)	1385.52 ± 411.76	1087.70 ± 412.45	-224.842	0.615	
Hidratos de carbono (%)	Grupo intervención (Tx nutricio + AF)	56.53 ± 12.57	47.93 ± 8.36	-8.59	0.015*	0.650
	Grupo control (Tx nutricio)	54.69 ± 6.61	42.03 ± 8.62	-12.68	0.131	
Proteínas (por kg de peso)	Grupo intervención (Tx nutricio + AF)	1.31 ± 0.50	1.28 ± 0.55	-0.017	0.889	0.607
	Grupo control (Tx nutricio)	0.86 ± 0.13	1.06 ± 0.57	0.151	0.609	
Lípidos (%)	Grupo intervención (Tx nutricio + AF)	27.45 ± 11.53	31.34 ± 7.96	9.453	0.236	0.486
	Grupo control (Tx nutricio)	30.42 ± 4.93	37.21 ± 13.47	3.404	0.285	
AGS (gr)	Grupo intervención (Tx nutricio + AF)	19.01 ± 9.25	19.79 ± 11.01	0.328	0.908	0.663
	Grupo control (Tx nutricio)	14.63 ± 5.45	15.93 ± 8.56	-2.313	0.600	
AGMI (gr)	Grupo intervención (Tx nutricio + AF)	22.32 ± 14.88	20.68 ± 12.63	-2.207	0.497	0.357
	Grupo control (Tx nutricio)	14.18 ± 3.13	12.69 ± 5.76	-1.482	0.794	
AGPI (gr)	Grupo intervención (Tx nutricio + AF)	12.08 ± 7.34	12.36 ± 15.43	-0.476	0.900	0.863
	Grupo control (Tx nutricio)	11.72 ± 6.22	8.87 ± 2.97	1.325	0.888	
Azúcares (gr)	Grupo intervención (Tx nutricio + AF)	101.74 ± 60.39	68.49 ± 43.93	-30.749	0.040*	0.914
	Grupo control (Tx nutricio)	58.99 ± 48.59	37.82 ± 23.34	-34.952	0.329	
Azúcares (%)	Grupo intervención (Tx nutricio + AF)	19.58 ± 13.03	15.63 ± 8.01	-3.291	0.303	0.744
	Grupo control (Tx nutricio)	15.48 ± 8.74	12.96 ± 3.64	-6.123	0.440	
Fibra (gr)	Grupo intervención (Tx nutricio + AF)	27.96 ± 12.81	28.70 ± 20.43	0.679	0.895	0.981
	Grupo control (Tx nutricio)	18.63 ± 7.56	19.36 ± 13.76	1.016	0.937	

Kcals = Kilocalorías, AGS = Ácidos grasos saturados, AGMI = Ácidos grasos monoinsaturados, AGPI = Ácidos grasos poliinsaturados, % = porcentaje, kg = kilogramos, gr = gramos.
*Diferencias significativas (Anova <0.05)

DISCUSIÓN:

Las enfermedades metabólicas representan un alto porcentaje de morbimortalidad en las sociedades contemporáneas a nivel mundial (64). La inactividad física, la falta de sueño, el consumo de tabaco y los malos hábitos alimenticios son los principales factores de riesgo que han contribuido en el aumento de casos (65,66,67).

El ritmo de cambio en el estilo de vida ha propiciado modificaciones muy rápidas a los patrones de dieta a escala global, y al mismo tiempo, se ha registrado un impacto significativo en los parámetros de salud pública (68).

Por un lado, la población ha aumentado su ingesta de alimentos hipercalóricos que son ricos en grasa, sal y azúcares, pero pobres en vitaminas minerales y otros micronutrientes. Por otro, la gente ha disminuido su actividad física general como resultado del modo de vida cada vez más sedentario, de las innovaciones tecnológicas, las formas de desplazamiento actual, y de una creciente urbanización que no sólo privilegia las vialidades para el transporte motorizado, sino que reduce la necesidad de actividad física en los espacios de trabajo y esparcimiento (69).

La preferencia por alimentos industrializados en lugar de aquellos tradicionales como los provenientes de la milpa, ha ocasionado un efecto negativo en las condiciones nutricionales de la población. Así el panorama, no es de sorprender que la substitución de la dieta tradicional, más natural por una industrializada a lo largo de medio siglo haya empezado a repercutir en el estado general de salud de la población mexicana, que se alimenta más, pero se nutre menos. Como ya se ha documentado, esta transición alimentaria y nutricional, está asociada con el incremento de la incidencia de enfermedades crónicas (68).

Los resultados de este estudio nos dicen que el tratamiento nutricional durante al menos 3 meses, específicamente utilizando el modelo de la dieta de la milpa, así como estrategias de apego al plan, mejoran la alimentación de los sujetos, y con ello una disminución en el consumo de alimentos de alta densidad energética que tienen efectos adversos hacia la salud, tales como una dieta hipercalórica, consumo excesivo de hidratos de carbono, así como azúcares.

El grupo de Muzio prescribe durante dos años una dieta hipocalórica a 41 pacientes (30 mujeres) no diabéticos, obesos con síndrome metabólico. Al comienzo, todos los pacientes tenían obesidad abdominal, el 95% HTA, el 63% baja HDL, 54% triglicéridos altos, y el 41% hiperglucemia. A los seis

meses, el peso disminuyó en un 8,5% y fue, al final del estudio un 9,9% más bajo que los valores basales. A los dos años, todos los componentes del SM mejoraron significativamente (70).

Como se muestra en la tabla 2, los sujetos del grupo experimental, disminuyeron significativamente su porcentaje de masa grasa (33.42 ± 8.05 a 32.44 ± 6.92 , $p= 0.005$). El exceso de masa grasa, es decir, de tejido adiposo, está asociado con diversas patologías metabólicas, incluyendo hiperglicemia, baja concentración de c-HDL, hipertrigliceridemia e hipertensión, que en conjunto se denomina “síndrome metabólico” (71).

Por ello, es importante disponer de un fundamento teórico del comportamiento alimentario para diseñar intervenciones que promuevan un estilo de alimentación saludable y promuevan un cambio de conducta (72).

En cuanto al ejercicio físico, se ha sabido a lo largo de la historia que estar inactivo no es saludable, pero hoy en día casi un tercio de la población mundial está inactiva, lo que representa un importante problema de salud pública (73,74).

La actividad física se ha convertido en los últimos años en un pilar para las estrategias y programas de salud pública, debido a los numerosos beneficios que conlleva su realización, así como, a las consecuencias de la inactividad física, la cual se considera el cuarto factor de riesgo de la mortalidad mundial. El medio laboral es un lugar idóneo para la promoción de dicha actividad en los trabajadores (75).

En esta intervención, a pesar de que en los sujetos del grupo experimental la actividad física fue mayor en la medición base, los niveles aumentaron significativamente a lo largo del seguimiento, alcanzando y superando las recomendaciones generales, este sesgo se atribuye a la manera de aleatorización de los sujetos.

En cuanto a la capacidad funcional y como hemos comentado, el tejido muscular es un importante consumidor de glucosa y grasas. Casi el 80% de la glucosa puede ser incorporada al tejido muscular y un porcentaje de los lípidos pueden ser oxidados en este tejido. Entre las enfermedades metabólicas se encuentran el aumento de la glucemia y de la triacigliceridemia, hecho que es más frecuente en sujetos sedentarios. Esta observación nos permite deducir que el tejido muscular juega un rol importante en el mantenimiento de los niveles de los substratos mencionados dentro de los parámetros normales. Esto significa que sujetos que no modifican su peso, pero sí la capacidad funcional, podrían prevenir dichas alteraciones (76).

Como se observó en este estudio, los sujetos mejoraron de manera significativa, en ambos grupos, la capacidad funcional tanto en la prueba de fuerza de mano como la prueba de la silla en ambos grupos, incluso sin modificar su peso.

Los estudios de Blair correlacionan de manera significativa el nivel de capacidad de trabajo muscular con el riesgo cardiovascular y diversas alteraciones metabólicas (77).

Es importante recalcar que los estudios arrojan datos donde se realizan intervenciones de 6 meses o más o en donde la intervención de actividad física es 3 o más veces por semana y en donde los lípidos séricos tienen cambios significativos. Un ejemplo es el estudio de Vélez y cols, quienes realizaron un estudio cuasiexperimental, en donde hicieron una intervención de actividad física de tipo aeróbica y anaeróbica durante 15 semanas, 3 veces por semana a 76 sujetos con hipertensión arterial en donde evaluaron el perfil lipídico, variables antropométricas y capacidad física. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el HDL ($p=0,031$), en el LDL ($p=0,046$) y en los triglicéridos ($p=0,039$) pero no hubo diferencias en las variables antropométricas (peso, IMC y circunferencia de cintura) (78). En nuestros sujetos, la intervención tuvo una duración de 3 meses en donde realizaron actividad física dos veces por semana.

A pesar de no haber encontrado una diferencia significativa los sujetos que recibieron esta intervención, mejoraron tanto la presión arterial sistólica como la diastólica y aumentaron niveles de colesterol HDL. Se muestran mejorías en ambos grupos a lo largo del tiempo, pero no entre los grupos.

El tamaño de muestra no fue el calculado debido al tiempo de reclutamiento, como observamos, los intervalos de confianza son amplios, si se hubiera logrado el tamaño de muestra propuesto, estos intervalos se hubieran hecho más estrecho y se esperarían mayores diferencias.

En cuanto a porcentaje de cambio en las alteraciones metabólicas, ninguna cumplió con el 5%, en cuanto a la capacidad funcional, ambas pruebas sobrepasaron este porcentaje.

A pesar de que no se cumplió la hipótesis de este proyecto y no se observaron cambios en las demás alteraciones metabólicas, la disminución en la grasa corporal a largo plazo podría impactar positivamente sobre estas.

CONCLUSIÓN:

Los sujetos que recibieron la intervención del programa de actividad física y tratamiento nutricional tuvieron una mejoría en el porcentaje de masa grasa.

En ambos grupos hubo un aumento significativo en la capacidad funcional en ambas pruebas (en la fuerza de mano y en la prueba de la silla).

Es indispensable esta intervención a largo plazo en los trabajadores para aumentar la capacidad funcional, disminuir la presencia de alteraciones metabólicas y con ello, disminuir la incidencia de síndrome metabólico y el riesgo cardiovascular.

El tratamiento de estas patologías tiene un componente nutricional importante, por lo que, es crucial conseguir adherencia a la dieta para así detener la progresión de la enfermedad, evitar complicaciones, mejorar la calidad de vida y un mejor pronóstico de la persona.

LIMITACIONES:

Las principales limitaciones de este trabajo radican en el número de personas participantes en el estudio, la forma en que se aleatorizaron los sujetos, la adherencia al plan nutricional y en que fue un seguimiento relativamente corto. De acuerdo con las limitaciones se recomienda evaluar el efecto a largo plazo y una distinta aleatorización de los grupos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

1. Harasym J, Oledzki R. Effect of fruit and vegetable antioxidants on total antioxidant capacity of blood plasma. *Nutrition* (Burbank, Los Angeles County, Calif). 2014;30(5):511.
2. Romero-Martínez M, Shamah-Levy T, Vielma-Orozco E, Heredia-Hernández O, Mojica-Cuevas J, Cuevas-Nasu L, et al. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2018-19: metodología y perspectivas. *Salud publica de Mexico*. 2021;61:917-23.
3. Robledo Aburto Z. La Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2022. *Salud Publica Mex*,2023;65:s1-4.
4. Pérez MR, Medina-Gómez G. Obesidad, adipogénesis y resistencia a la insulina. *Endocrinología y nutrición*. 2011;58(7):360-9.
5. Aguilar-Salinas CA, Rojas R, Gómez-Pérez FJ, Valles V, Ríos-Torres JM, Franco A, et al. High prevalence of metabolic syndrome in Mexico. *Archives of medical research*. 2004;35(1):76-81.
6. Lorenzo C, Williams K, Gonzalez-Villalpando C, Haffner SM. The prevalence of the metabolic syndrome did not increase in Mexico City between 1990-1992 and 1997-1999 despite more central obesity. *Diabetes care*. 2005;28(10):2480-5.
7. Wachter-Rodarte N. II. Epidemiología del síndrome metabólico. *Gaceta Medica de Mexico*. 2009;145(5):384-91.
8. Forbes GB. *Human body composition: growth, aging, nutrition, and activity*. New York: Springer - Verlag; 2012. 343 p.
9. Martínez G, Alonso R, Novik V. Síndrome metabólico: Bases clínicas y fisiopatológicas para un enfoque terapéutico racional. *Revista médica de Chile*. 2009;137(5):685-94.
10. Abdul-Ghani MA, DeFronzo RA. Pathogenesis of insulin resistance in skeletal muscle. *Journal of Biomedicine and Biotechnology*. 2010;2010.
11. Gutiérrez-Rodelo C, Roura-Guiberna A, Olivares-Reyes JA. Mecanismos moleculares de la resistencia a la insulina: una actualización. *Gaceta médica de México*. 2017;153(2):214-28.
12. Maffei C, Morandi A. Body composition and insulin resistance in children. *European journal of clinical nutrition*. 2018;72(9):1239-45.

13. Fernández-Travieso JC. Síndrome metabólico y riesgo cardiovascular. *Revista CENIC Ciencias Biológicas*. 2016;47(2):106-19.
14. Tomlinson D, Erskine R, Morse C, Winwood K, Onambélé-Pearson G. The impact of obesity on skeletal muscle strength and structure through adolescence to old age. *Biogerontology*. 2016;17(3):467-83.
15. Gimeno ML, Martínez CB, Calleja IP, Lenguas JAC. Síndrome metabólico. Concepto y fisiopatología. *Revista Española de Cardiología Suplementos*. 2005;5(4):3D-10D.
16. Tune JD, Goodwill AG, Sassoon DJ, Mather KJ. Cardiovascular consequences of metabolic syndrome. *Translational Research*. 2017;183:57-70.
17. García-García E, la Llata-Romero D, Kaufer-Horwitz M, Tusié-Luna MT, Calzada-León R, Vázquez-Velázquez V, et al. La obesidad y el síndrome metabólico como problema de salud pública: Una reflexión. *Archivos de cardiología de México*. 2008;78(3):318-37.
18. Carrasco NF, Galgani FJE, Reyes JM. Síndrome de resistencia a la insulina. Estudio y manejo. *Revista Médica Clínica Las Condes*. 2013;24(5):827-37.
19. Wang HH, Lee DK, Liu M, Portincasa P, Wang DQ. Novel Insights into the Pathogenesis and Management of the Metabolic Syndrome. *Pediatric gastroenterology, hepatology & nutrition*. 2020;23(3):189-230.
20. Knowler WC, Barrett-Connor E, Fowler SE, Hamman RF, Lachin JM, Walker EA, et al. Reduction in the incidence of type 2 diabetes with lifestyle intervention or metformin. *The New England journal of medicine*. 2002;346(6):393-403.
21. Rosa SM, Nuria Gv, Salud y efectos beneficiosos de la actividad física, Funiber, Actividad física y salud, Ediciones Díaz de Santos, Madrid; 2013, p4.
22. Jacoby E, Bull F, Neiman A, Cambios acelerados del estilo de vida obligan a fomentar la actividad física como prioridad en la región de las Américas. *Rev Panam Salud Pública* 2003; 14:223-5.
23. Hill JO, Wyatt HR, Peters JC. Energy balance and obesity. *Circulation*. 2012;126(1):126-32.
24. Marwick TH, Hordern MD, Miller T, Chyun DA, Bertoni AG, Blumenthal RS, et al. Exercise training for type 2 diabetes mellitus: impact on cardiovascular risk: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2009;119(25):3244-62.

25. Ohkawara K, Tanaka S, Miyachi M, Ishikawa-Takata K, Tabata I. A dose–response relation between aerobic exercise and visceral fat reduction: systematic review of clinical trials. *International journal of obesity*. 2007;31(12):1786-97.
26. Trøseid M, Lappegård KT, Claudi T, Damås JK, Mørkrid L, Brendberg R, et al. Exercise reduces plasma levels of the chemokines MCP-1 and IL-8 in subjects with the metabolic syndrome. *European heart journal*. 2004;25(4):349-55.
27. Puglisi MJ, Vaishnav U, Shrestha S, Torres-Gonzalez M, Wood RJ, Volek JS, et al. Raisins and additional walking have distinct effects on plasma lipids and inflammatory cytokines. *Lipids in health and disease*. 2008;7(1):1-9.
28. N Soca PEM, Torres WC, Ferrer JG, Cáceres XC, Lage LAC, Tamayo MH. Efectos beneficiosos de cambios en la dieta y ejercicios físicos en mujeres obesas con síndrome metabólico. *Rev Panor*. 2014, 4(3):29–36.
29. Henriksen EJ. Invited review: Effects of acute exercise and exercise training on insulin resistance. *Journal of applied physiology*. 2002;93(2):788-96.
30. Kern M, Wells JA, Stephens JM, Elton CW, Friedman JE, Tapscott EB, et al. Insulin responsiveness in skeletal muscle is determined by glucose transporter (Glut4) protein level. *Biochemical Journal*. 1990;270(2):397-400.
31. Balkau B, Mhamdi L, Oppert J-M, Nolan J, Golay A, Porcellati F, et al. Physical activity and insulin sensitivity: the RISC study. *Diabetes*. 2008;57(10):2613-8.
32. Ivy JL, Zderic T, Fogt DL. Prevention and treatment of non-insulin-dependent diabetes mellitus. *Exercise and sport sciences reviews*. 1999;27:1-35.
33. Ebeling P, Bourey R, Koranyi L, Tuominen JA, Groop LC, Henriksson J, et al. Mechanism of enhanced insulin sensitivity in athletes. Increased blood flow, muscle glucose transport protein (GLUT-4) concentration, and glycogen synthase activity. *The Journal of clinical investigation*. 1993;92(4):1623-31.
34. Zachwieja JJ, Toffolo G, Cobelli C, Bier DM, Yarasheski KE. Resistance exercise and growth hormone administration in older men: effects on insulin sensitivity and secretion during a stable-label intravenous glucose tolerance test. *Metabolism*. 1996;45(2):254-60.
35. Reynolds IV TH, Supiano MA, Dengel DR. Resistance training enhances insulin-mediated glucose disposal with minimal effect on the tumor necrosis factor-alpha system in older hypertensives. *Metabolism*. 2004;53(3):397-402.

36. Ishii T, Yamakita T, Sato T, Tanaka S, Fujii S. Resistance training improves insulin sensitivity in NIDDM subjects without altering maximal oxygen uptake. *Diabetes Care*. 1998;21(8):1353-5.
37. Smutok MA, Reece C, Kokkinos PF, Farmer C, Dawson P, Shulman R, et al. Aerobic versus strength training for risk factor intervention in middle-aged men at high risk for coronary heart disease. *Metabolism*. 1993;42(2):177-84.
38. Rennie K, McCarthy N, Yazdgerdi S, Marmot M, Brunner E. Association of the metabolic syndrome with both vigorous and moderate physical activity. *International journal of epidemiology*. 2003;32(4):600-6.
39. Brouwer BG, Visseren FL, van der Graaf Y, Group SS. The effect of leisure-time physical activity on the presence of metabolic syndrome in patients with manifest arterial disease. The SMART study. *American heart journal*. 2007;154(6):1146-52.
40. Stewart KJ, Bacher AC, Turner K, Lim JG, Hees PS, Shapiro EP, et al. Exercise and risk factors associated with metabolic syndrome in older adults. *American journal of preventive medicine*. 2005;28(1):9-18.
41. Duque-Fernández LM, Ornelas-Contreras M, Benavides-Pando EV. Actividad física y su relación con el envejecimiento y la capacidad funcional: una revisión de la literatura de investigación. *Psic y Sal*. 2019;30(1):45–57.
42. Jurca R, Lamonte MJ, Church TS, Earnest CP, Fitzgerald SJ, Barlow CE, et al. Associations of muscle strength and fitness with metabolic syndrome in men. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2004;36(8):1301-7.
43. Pedersen BK. The disease of physical inactivity - and the role of myokines in muscle-fat cross talk. *J Physiol*. 2008;587(Pt 23):5559-68.
44. Handschin C. Peroxisome proliferator-activated Receptor-gamma coactivator-1alpha in muscle link metabolism to inflammation. *Clin Exp Pharmacol Physiol*. 2009;36(12):11394.
45. Pate RR, Pratt M, Blair SN, Haskell WL, Macera CA, Bouchard C, et al. Physical activity and public health. A recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine. *Jama*. 1995;273(5):402-7.
46. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee IM, et al. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness

- in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2011;43(7):1334-59.
47. Wahid A, Manek N, Nichols M, Kelly P, Foster C, Webster P, *et al.* Quantifying the Association Between Physical Activity and Cardiovascular Disease and Diabetes: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Am Heart Assoc.* 2016;5(9).
 48. Doheny EP, McGrath D, Ditroilo M, Mair JL, Greene BR, Caulfield B, *et al.* Effects of a low-volume, vigorous intensity step exercise program on functional mobility in middle-aged adults. *Ann Biomed Eng.* 2013;41(8):1748-57.
 49. Walker S, Peltonen H, Avela J, Hakkinen K. Neuromuscular fatigue in young and older men using constant or variable resistance. *Eur J Appl Physiol.* 2013;113(4):1069-79.
 50. Pinto RS, Correa CS, Radaelli R, Cadore EL, Brown LE, Bottaro M. Short-term strength training improves muscle quality and functional capacity of elderly women. *Age.* 2014;36(1):365-72.
 51. Rodríguez-García, W. D., García-Castañeda, L., Orea-Tejeda, A., Mendoza-Núñez, V., González-Islas, D. G., Santillán-Díaz, C., & Castillo-Martínez, L. Handgrip strength: Reference values and its relationship with bioimpedance and anthropometric variables. *Clinical nutrition ESPEN*, 2017,19, 54-58.
 52. Atlantis E, Martin SA, Haren MT, Taylor AW, Wittert GA. Inverse associations between muscle mass, strength, and the metabolic syndrome. *Metabolism.* 2009;58(7):1013
 53. Bohannon, R. W. Sit-to-Stand Test for Measuring Performance of Lower Extremity Muscles. *Perceptual and Motor Skills*, 1995, 80(1), 163–166.
 54. Esposito K, Kastorini CM, Panagiotakos DB, Giugliano D. Prevention of type 2 diabetes by dietary patterns: a systematic review of prospective studies and meta-analysis. *Metabolic syndrome and related disorders.* 2010;8(6):471-6.
 55. Almaguer González, José Alejandro García Ramírez, Hernán José Vargas Vite, Vicente Padilla Mirazo, Mauricio, *etal.* Fortalecimiento de la salud con comida, ejercicios y buen humor: La dieta de la Milpa modelo de alimentación mesoamericana saludable y culturalmente pertinente. 2018; 67.
 56. Salmerón Campos, Rosa María *et al.* El plato del bien comer, la dieta correcta y la dieta de la milpa. *Repositorio Ibero*, 2020.
 57. Cruz-Teno C, Pérez-Martínez P, Delgado-Lista J, Yubero-Serrano EM, García-Ríos A, Marín C, *et al.* Dietary fat modifies the postprandial inflammatory state in subjects with

- metabolic syndrome: the LIPGENE study. *Molecular nutrition & food research*. 2012;56(6):854-65.
58. Berger MM, Delodder F, Liaudet L, Tozzi P, Schlaepfer J, Chiolero RL, et al. Three short perioperative infusions of n-3 PUFAs reduce systemic inflammation induced by cardiopulmonary bypass surgery: a randomized controlled trial. *The American journal of clinical nutrition*. 2013;97(2):246-54.
 59. Xu H, Luo J, Huang J, Wen Q. Flavonoids intake and risk of type 2 diabetes mellitus: A meta-analysis of prospective cohort studies. *Medicine*. 2018;97(19):e0686.
 60. Eid HM, Martineau LC, Saleem A, Muhammad A, Vallerand D, Benhaddou-Andaloussi A, et al. Stimulation of AMP-activated protein kinase and enhancement of basal glucose uptake in muscle cells by quercetin and quercetin glycosides, active principles of the antidiabetic medicinal plant *Vaccinium vitis-idaea*. *Molecular nutrition & food research*. 2010;54(7):991-1003.
 61. Jennings A, Berendsen AM, de Groot L, Feskens EJM, Brzozowska A, Sicinska E, et al. Mediterranean-Style Diet Improves Systolic Blood Pressure and Arterial Stiffness in Older Adults. *Hypertension (Dallas, Tex : 1979)*. 2019;73(3):578-86.
 62. Toledo E, Hu FB, Estruch R, Buil-Cosiales P, Corella D, Salas-Salvadó J, et al. Effect of the Mediterranean diet on blood pressure in the PREDIMED trial: results from a randomized controlled trial. *BMC medicine*. 2013;11:207.
 63. Okura y cols, Effects of Aerobic Exercise on Metabolic Syndrome Improvement in Response to Weight Reduction, *Obesity*. 2007;15:2478 –2484.
 64. Jones, J., Reneau, P., & dos Santos, J. M. (2021). Metabolically healthy obese vs. Metabolic syndrome – The crosslink between nutritional exposure to bisphenols and physical exercise. *Medical Hypotheses*, 149, 110542.
 65. Lucélia Cunha Magalhães. (n.d.). Sedentarism and Metabolic Syndrome: Broadening the measurement of sedentarism. *Archives of Community Medicine and Public Health*.
 66. María Peinado Martínez. (2021). Metabolic Syndrome in Adults: A Narrative Review of the Literature. *IMedPub Journals*, 17.
 67. González-Martínez TM, Moreno IL. *Grupo.us.es* 2023.
 68. Walpole, S., Prieto-Merino, D., Edwards, P., Cleland, J., Stevens, G., & Roberts, I. (2012). The weight of nations: an estimation of adult human biomass. *BMC Public Health*, 12 (439), 1-6.

69. Popkin, B. M. (1993). Nutritional Patterns and Transitions. *Population and Development Review*, 19 (1), 138-157.
70. Muzio F, Mondazzi L, Sommariva D, Branchi A. Long-Term Effects of Low-Calorie Diet on the Metabolic Syndrome in Obese Nondiabetic Patients. *Diabetes Care*. 2005;28(6):1485.
71. Lanktree, M.B., and Hegele, R.A. (2017). *Metabolic Syndrome. Genomic and Precision Medicine: Primary Care, Third Edition*, 43 (Elsevier: Academic Press), pp. 283–299
72. Espejo JP, Tumani MF, Aguirre C, Sanchez J, Parada A. Educación alimentaria nutricional: Estrategias para mejorar la adherencia al plan dietoterapéutico. *Rev Chil Nutr [Internet]*. 2022 [citado el 29 de agosto de 2023];49(3):391–8.
73. Arocha Rodulfo, J. I. (2019). Sedentarismo, la enfermedad del siglo xxi. *Clínica e Investigación En Arteriosclerosis*, 31(5), 233–240.
74. Narici, M., Vito, G. de, Franchi, M., Paoli, A., Moro, T., Marcolin, G., Grassi, B., Baldassarre, G., Zuccarelli, L., Biolo, G., di Girolamo, F. G., Fiotti, N., Dela, F., Greenhaff, P., & Maganaris, C. (2021). Impact of sedentarism due to the COVID-19 home confinement on neuromuscular, cardiovascular and metabolic health: Physiological and pathophysiological implications and recommendations for physical and nutritional countermeasures. *European Journal of Sport Science*, 21(4), 614–635.
75. Organización Mundial de la Salud. *Recomendaciones mundiales sobre actividad física para la salud [monografía en Internet]*. Suiza; 2010.
76. *Prescripción de Actividad Física en la Obesidad y las Alteraciones Metabólicas [Internet]*. Grupo Sobre Entrenamiento (G-SE).
77. S. N. Blair, H. W. Kohl, N. F. Gordon, Y R. S. Paffenbarger, Jr. ¿Cuánta Actividad Física es Buena para la Salud?. *Annu. Rev. Publ. Health*, 13: 99-126, Annual Reviews Inc; 1992.
78. Alvarez CV, Claros JAV. Efecto de un programa de entrenamiento físico sobre condición física saludable en hipertensos. *Rev Bras Geriatr Gerontol*.2016.

ANEXOS

1. Anuncio de reclutamiento



LA CLÍNICA DE INSUFICIENCIA CARDIACA Y RESPIRATORIA



TE INVITA A PARTICIPAR EN EL PROTOCOLO:

EFFECTO DE UN PROGRAMA DE ACTIVACIÓN FÍSICA Y TRATAMIENTO NUTRICIONAL SOBRE LAS ALTERACIONES METABÓLICAS Y LA CAPACIDAD FUNCIONAL EN TRABAJADORES DEL INSTITUTO NACIONAL DE ENFERMEDADES RESPIRATORIAS "ISMAEL COSÍO VILLEGAS"

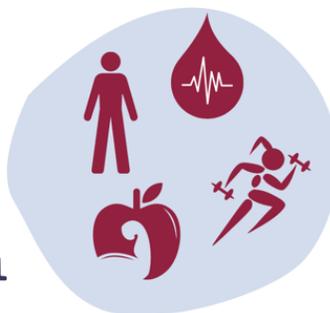


REQUISITOS

- SER TRABAJADOR DEL INER
- EDAD ENTRE 18-65 AÑOS
- SEXO INDISTINTO

¿QUÉ INCLUYE?

- ESTUDIO DE COMPOSICIÓN CORPORAL
- ESTUDIOS DE LABORATORIO
- CLASES DE EJERCICIO FUNCIONAL
- PLAN NUTRICIONAL



INVESTIGADORES RESPONSABLES

- DRA. DULCE GONZÁLEZ ISLAS
- DR. ARTURO OREA TEJEDA



Acudir a
hemodinamia
☎ 54 87 17 00 Ext. 5260



clic_cardioiner



Servicio de Cardiología, INER

2. Consentimiento informado



Instituto Nacional de
Enfermedades Respiratorias
Ismael Cosío Villegas
1936-2016
¡Comprometidos con tu Salud!

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Título del estudio:

"Efecto de un programa de actividad física y tratamiento nutricional sobre las alteraciones metabólicas en los trabajadores del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias "Ismael Cosío Villegas"

Invitación a participar

Se le está invitando a participar en un ensayo clínico denominado "Efecto de un programa de actividad física y tratamiento nutricional sobre las alteraciones metabólicas en los trabajadores del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias "Ismael Cosío Villegas".

El estudio lo llevarán a cabo la Dra. Dulce González Islas y el Dr. Arturo Orea Tejeda en la Clínica de Insuficiencia Cardíaca y Respiratoria del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias "Ismael Cosío Villegas"

Antes de aceptar participar en este estudio es importante explicarle en que consiste esta investigación. Por favor lea cuidadosamente el presente informe y haga todas las preguntas que desee para que podamos resolver sus dudas. Está usted en todo su derecho de conocer detalladamente todos y cada uno de los procedimientos.

Propósito del estudio

El propósito de este estudio de investigación es evaluar el efecto de un programa de activación física y tratamiento nutricional sobre las alteraciones metabólicas y capacidad funcional en trabajadores del "Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias".

Procedimiento del estudio

El estudio en el que usted está siendo invitado a participar es un ensayo clínico lo cual quiere decir que durante el periodo que dure el estudio, usted será evaluado por el grupo de investigadores. El estudio se llevará a cabo durante un periodo de 3 meses, durante los cuales el paciente será evaluado tres veces. Las evaluaciones estarán divididas en dos; evaluación nutricional e intervención de actividad física. Es importante mencionarle que estas consultas no tienen un costo adicional.

Durante la primer visita, se le realizará una historia clínica en donde se le preguntarán sus antecedentes personales, tales como nombre, edad y ocupación, posteriormente se recabarán los datos personales patológicos y el consumo de algún fármaco, también se preguntará el cuadro clínico. Se le harán dos pruebas de capacidad funcional, comenzando con fuerza de mano con dinamómetro y posteriormente, la prueba de levantarse de la silla, se realizará un estudio de composición corporal comenzando con la toma del peso, la talla, circunferencia de cuello, media braquial, cintura y cadera, presión arterial, frecuencia cardíaca y saturación de oxígeno, después utilizando el Body Stat y el R.J.L., por medio de bioimpedancia eléctrica, se procederá a hacer el estudio de composición corporal y finalmente de

Calzada de Tlalpan No. 4502, Colonia Sección XVI, Deleg. Tlalpan, México, D.F., C.P. 14080
Tel. (55) 54 87 17 00 www.iner.salud.gob.mx

realizará un recordatorio de alimentos de 24 horas. Así mismo, se hará una solicitud para pruebas de laboratorios.

El tratamiento nutricio se individualizará con la siguiente distribución energética: 50% de hidratos de carbono, 20-25% de proteínas, 25-30% de lípidos, grasa saturada < 7%, grasa poliinsaturada 5%, grasa monoinsaturada 15% y fibra total de 30-40gr.

El programa de actividad física será estructurado para 3 meses, con tres sesiones de 40 minutos de ejercicios aeróbicos y de resistencia, con 5 minutos de calentamiento y 5 minutos de enfriamiento, 3 veces por semana en días alternos para lograr el proceso de recuperación.

Responsabilidades del paciente

Durante el estudio, usted debe acudir a cada una de las evaluaciones y, en caso de no poder asistir a alguna es importante que nos contacte vía telefónica, con la finalidad de programarle nuevamente su cita. Es importante colaborar con sinceridad en cuanto a los datos brindados, ya que de esto depende el éxito o fracaso del estudio.

Riesgos

Las mediciones de composición corporal (bioimpedancia eléctrica y antropometría), y las pruebas de capacidad funcional (dinamometría y prueba de la silla), no implican ningún riesgo a su salud. Las mediciones de glucosa sanguínea y perfil de lípidos, implican extracción de sangre en la vena del brazo, pueden producir dolor mínimo, en general sin dificultades y son parte del seguimiento de rutina de su enfermedad.

Beneficios

El estudio pretende evaluar el manejo integral de tratamiento no farmacológico que usted recibe. Con la finalidad de conocer más sobre su estado de salud. No obstante, los resultados dependen de muchos factores y los beneficios pueden presentarse en diferente grado para cada uno de los participantes: Ensayo clínico.

Participación voluntaria / derecho a retirarse del estudio

La participación en el estudio es totalmente voluntaria, la decisión de participar o no sólo le corresponde a usted. Incluso, si decide participar y posteriormente por algún motivo no puede concluir en el estudio. Usted es libre de retirarse en cualquier momento. Además, cualquiera que sea el caso, su decisión no afectará de ningún modo su tratamiento farmacológico y no farmacológico.

Confidencialidad

Todos los datos obtenidos durante su participación se mantendrán como confidenciales. Sólo el personal autorizado de la Clínica de Insuficiencia Cardíaca y Respiratoria tendrá acceso a los datos para la captura y el procesamiento de la información. Los datos obtenidos se utilizarán sin indicar su nombre y se emplearán para evaluar el estudio y quizá puedan emplearse en el futuro en relación con otros estudios.

Revisión ética

En caso de duda en cuanto a su participación en el protocolo de investigación puede dirigirse a la Dra. ~~Rocio~~ Rocio Chapela Mendoza. Presidente del comité de ética en Investigación. Tel 5487 1700

Preguntas /información

Si usted o su familiar tienen alguna pregunta relacionada con el presente estudio, pueden comunicarse con el Dra. Dulce González Islas al teléfono 54-87-1700 extensión 5260.



CARTA DE CONSENTIMIENTO DEL PACIENTE

Nombre del paciente

La Dra. Dulce González Islas del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias "Ismael Cosío Villegas", ubicado Calz. de Tlalpan 4502, Tlalpan, Ciudad de México, D.F., CP. 1400 y con teléfono 54-87-1700 extensión 5260, me han invitado a participar en una investigación que tiene por objetivo evaluar el efecto de un programa de actividad física y tratamiento nutricional sobre las alteraciones metabólicas y capacidad funcional en trabajadores del "Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias".

Estoy informado de todos los beneficios, riesgos, responsabilidades y derechos que tendré al participar en dicha investigación y que podré interrumpir mi participación en cualquier momento del estudio sin que ello afecte mis beneficios como trabajador del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias "Ismael Cosío Villegas". Así mismo, menciono que he leído, entendido y aclarado el "Informe de consentimiento para participar en el ensayo clínico: "Efecto de un programa de actividad física y tratamiento nutricional sobre las alteraciones metabólicas en los trabajadores del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias "Ismael Cosío Villegas"

Por lo tanto, mi firma significa que acepto libremente mi participación en este estudio.

Nombre y firma del Paciente Fecha

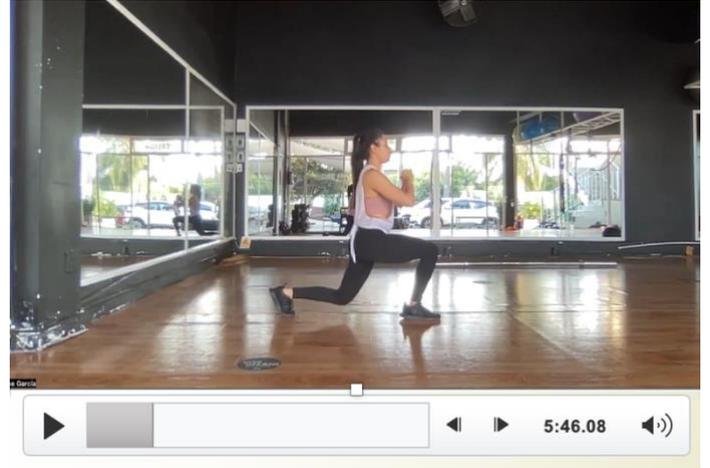
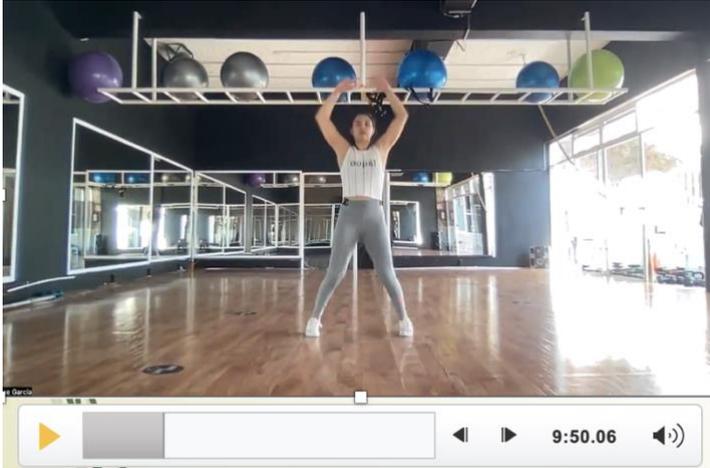
Nombre y Firma del Investigador Fecha

Mi firma como testigo certifica que el/ la participante firmó este formato de consentimiento informado en mi presencia, de manera voluntaria.

Nombre y firma del Testigo Fecha

Nombre y Firma del Testigo Fecha

3. Actividad física



4. Educación nutricional

INER INSTITUTO NACIONAL DE ENFERMEDADES RESPIRATORIAS ISMAEL COSÍO VILLEGAS

Servicio de Calidad de Alimentos

MARCAS RECOMENDADAS

VERDURAS Preferir frescas



FRUTAS Preferir frescas



CEREALES

Pan de caja



Cereal de caja



Testadas horneadas



Tortillas



LÁCTEOS

Yogurt



Leche



LEGUMINOSAS Preferir de olla



ALIMENTOS DE ORIGEN ANIMAL

Queso



Jamón



ACEITES SIN PROTEÍNA

Aceite de olivo



Aceite de canola



ACEITES CON PROTEÍNA

Crema de cacahuete



Crema de almendra



BEBIDAS



INER
INSTITUTO NACIONAL
DE ENFERMEDADES
RESPIRATORIAS
ISMAEL COSÍO VILLEGAS



Para videos con recetas
fáciles y saludables, síguenos

en:

 clic_cardioiner

 Servicio de
Cardiología, INER



OTROS

